



### III-322 - CONCEPÇÃO DE ATERROS SIMPLIFICADOS NO BRASIL: DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE.

**José Dantas de Lima<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela UFPB (1987), Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFPB (2001), Doutorando em Geotecnia Ambiental pela UFPE, Membro do Conselho Consultivo da ABES, Instrutor da ABES, Coordenador do Comitê Nacional de Resíduos Sólidos da ABES, Autor dos Livros Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil (2001), Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal: Instrumento de Integração Regional (2003), Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos (2005) e Consultor Técnico Ambiental.

**José Fernando T. Jucá**

Professor do Departamento de Engenharia Civil da UFPE, Doutor pela Universidade Politécnica de Madrid-ES, Coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos da UFPE, Consultor de diversos Ministérios e autor de diversos trabalhos técnicos.

**Francisco Humberto de Carvalho Junior**

Engenheiro Civil pela UNIFOR – CE (1983), Especialista em Engenharia Urbana pela UNIFOR-CE (1997), Mestre em Saneamento Ambiental pela UFC-CE (2002), Doutorando em Geotecnia Ambiental pela UFPE, Instrutor da ABES, Ex- Presidente da ABES-CE e atualmente Diretor da Seção – CE, Diretor da ARFOR-Agência Reguladora de Fortaleza, e Consultor técnico ambiental. [lixeyrogari@yahoo.com.br](mailto:lixeyrogari@yahoo.com.br).

**Maria Tereza Campelo Dantas de Lima**

Graduada em Pedagogia, Especialista em Psico-Pedagogia. [terezacampelo@terra.com.br](mailto:terezacampelo@terra.com.br)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Ciro Tróccoli, 1180, Colibris, 58.073-172, João Pessoa - PB. e-mail: [dantast@terra.com.br](mailto:dantast@terra.com.br)

#### RESUMO

Um dos grandes desafios da atualidade para os gestores municipais é sem dúvida a problemática dos resíduos sólidos urbanos. Aliado a isto o expressivo crescimento da geração dos resíduos sólidos nas áreas urbanas, notadamente em países em desenvolvimento como o Brasil, faz-se necessário a análise e a avaliação de alguns pontos de forma a subsidiar novas e crescentes mudanças. Mudanças em suas características físicas e químicas dos resíduos foram observadas ao longo do tempo, as quais são decorrentes dos modelos de desenvolvimento adotados e de alterações no comportamento nos padrões de consumo.

O crescimento populacional e a intensidade da industrialização são fatores que contribuem para o aumento da produção de resíduos sólidos. A população mundial está crescendo em ritmo acelerado e no Brasil, o quadro não é diferente.

A produção de resíduos sólidos está ligada diretamente ao desenvolvimento da região. Quanto mais desenvolvida, sobretudo quanto à industrialização, maior o volume e o peso dos resíduos em grande diversidade. Existem fatores que também contribuem para este aumento, tais como hábitos e costumes da população, densidade demográfica, cultura envolvida, entre outros.

Países economicamente desenvolvidos deparam-se com um resíduo cada vez mais complexo em sua constituição e com conseqüentes problemas relativos a seu tratamento. A globalização e o desenvolvimento produtivo mundial também levam com maior rapidez produtos diversos que geram resíduos cada vez mais complexos e de difícil trato. No Brasil, como em tantos outros países ditos em desenvolvimento, a globalização tem induzido, mesmo nos pequenos e particularmente pobres aglomerados do interior, a um sem número de resíduos sintéticos cuja simples deposição sobre o solo, freqüentemente associada à queima a céu aberto, implica significativo impacto ambiental e riscos à saúde pública. Este cenário precisa ser modificado através de tecnologias simplificadas e técnicas construtivas seguras que garantam uma sustentabilidade ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro Sanitário Simplificado, Concepção, Gestão Integrada, Resíduos Sólidos.



## OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é de apresentar as formas de concepção de aterros simplificados no Brasil e propor uma forma de concepção de aterro simplificado baseado em recursos científicos e tecnológicos, pesquisas e no conhecimento dos autores, propondo concepção para implantação e operação em algumas regiões do Brasil.

## METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foi utilizada a pesquisa secundária, de estudo de casos e a experiência dos autores. Os dados secundários foram obtidos de fontes disponíveis nos sites relacionados ao tema, além da investigação e do conhecimento sobre o assunto. A experiência dos autores, adicionadas as informações técnicas bem como conhecimentos técnico-científicos relacionados ao assunto, constituiu a base metodológica do presente artigo.

## CONCEITOS, IMPORTÂNCIA E RESULTADOS ESPERADOS.

A maior parte dos municípios brasileiros, possuem uma grande necessidade (demanda) por sistemas urbanos de saneamento e em especial por sistemas adequados de resíduos sólidos urbanos.

De acordo com (IBGE, 2000), observa-se que no Brasil ainda persiste a deposição irregular em “lixões” como a forma mais comum de destinação final dos resíduos sólidos coletados, o que implica a ocorrência de problemas sociais, econômicos, sanitários, de poluição e de contaminação do meio ambiente.

Atualmente, os dados disponíveis no Brasil (IBGE, 2002) indicam que apenas 30,3% das unidades de disposição final de resíduos no Brasil são formas sanitariamente adequadas de tratamento de resíduos, mesmo assim, considerado pelo meio técnico como números muito otimistas e por isto contestáveis.

Ainda segundo a mesma Pesquisa, cerca de 82% dos 5.534 municípios Brasileiros, possuem população menor que 20.000 habitantes, caracterizando-os assim como municípios de Pequeno porte. Nestes municípios, as pequenas comunidades urbanas e rurais, tentam equacionar os problemas ambientais decorrentes da destinação final inadequada, muitas vezes com grandes dificuldades, por apresentarem carências de recursos técnicos e financeiros. Por outro lado, a área de conhecimento científico em resíduos sólidos, mais especificamente no que concerne às alternativas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em pequenos municípios, apresenta inúmeras lacunas e questões a serem, respectivamente, preenchidas e respondidas.

Os aterros sanitários ainda que simplificados devem incorporar uma série de aspectos de projeto e operação, de modo a minimizar ao máximo os impactos ambientais decorrentes da fase de implantação, operação e encerramento. O aterro sanitário deve constituir-se, entre outros aspectos, de sistema de drenagem superficial, sistema de drenagem e tratamento de lixiviados quando necessário, impermeabilização inferior e superior e sistemas de drenagem e tratamento de gases quando necessários. No Brasil, observa-se que a maioria dos aterros simplificados de resíduos possui critérios questionáveis de implantação, operação e de monitoramento ou, simplesmente, os gestores públicos não os adotam, dificultando, desta forma, a sua operacionalidade, funcionalidade e atendimento a legislação vigente.

Segundo JUCA (2005) um aterro sanitário pode ser definido como um equipamento urbano de infra-estrutura, integrante de um sistema de engenharia sanitária e ambiental, destinado à disposição final e tratamento dos resíduos sólidos, de forma a permitir que os mesmos sejam confinados sob o solo no menor espaço possível com qualidade e segurança ambiental.

BIDONE (1999) afirma que a geração dependerá de diversos fatores tais como: culturais, nível e hábito de consumo, renda, clima e características populacionais, vinculada diretamente à origem dos resíduos, sendo função das atividades básicas de manutenção da vida. Da mesma maneira a degradação dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários está sujeita aos fatores relacionados com o tipo de solo, a altura da célula e a sua área, as características físicas e químicas dos resíduos urbanos, os dados pluviométricos e o balanço hídrico, entre outros condicionantes.



Os aterros sanitários simplificados surgiram no Brasil, inicialmente no Estado de São Paulo, que implantou um programa de destinação final no Estado para municípios que apresentassem uma geração de resíduos menor que 10 ton, e foi legitimado através do decreto 40.001/2000. Na Política ambiental paulista, 259 municípios foram contemplados com esta Lei, sendo efetivamente implantados em algumas dezenas de municípios, com custo de implantação bancado pelo Estado e a operação custeada pelo município. O órgão de controle ambiental, a CETESB e a SMA, como fiscalizador e controlador das ações a serem tomadas mediante o índice de qualidade de resíduos – IQR.

Depois surgiu na Bahia, em 2001, um programa de governo, planejado pela SEPLANTEC e implantado pela CONDER, através do Programa Bahia Azul, onde foram implantados cerca de 78 aterros manuais, com implantação pelo Estado e operação pelo município. Não houve um controle de qualidade dos aterros o que ocasionou diversos impactos ambientais nos empreendimentos implantados.

Posteriormente surgiu no Estado de Minas Gerais, em 2005, programa semelhante, denominado de Minas sem lixo, onde o Estado planejou e implantou cerca de 35 aterros sanitários sustentáveis, de forma semelhante ao processo de SP. Em Minas Gerais na cidade de Catas Altas, se implantou projeto piloto, que teve acompanhamento pelo PROSAB e com excelentes resultados.

Particularmente no que se tange à utilização dos aterros sanitários como forma de disposição final de resíduos sólidos nas pequenas comunidades, busca-se aqui neste trabalho desenvolver um método de grande aplicabilidade, levando-se em conta critérios ambientais, econômicos, legais e sociais. Este método ainda deve buscar à facilidade operacional e pequenos custos, quando comparado com outras técnicas de disposição de resíduos urbanos.

A proposição desta pesquisa é o desenvolvimento de um modelo de gestão para aterros simplificados na Região Norte, Nordeste e Centro-oeste, considerando estes como sistemas biológicos predominantemente aeróbios enfocando na dinâmica do processo de digestão, enfatizando aqui as transformações físicas, químicas e biológicas ocorridas nos resíduos dispostos aliados as técnicas de operação e implantação.

Este modelo ainda leva em consideração a produção e a composição de lixiviados, a de gás metano, que podem ser diretamente influenciados por diversos fatores, como: tipo e idade do resíduo a ser aterrado, as condições climáticas e hidrológicas da área, as técnicas operacionais adotadas no sistema e o sistema de monitoramento e controle do mesmo. Esta dinâmica associada a fatores ambientais e operacionais pode provocar modificações nas fases de estabilizações dos mesmos e dificultar a compreensão da evolução deste sistema.

A concepção de aterros sanitários simplificados deve envolver, portanto, os elementos fundamentais a elaboração de um bom Projeto executivo de um aterro sanitário envolvendo informações e elementos importantes e suficientemente necessários para se escolher o sistema adotado na concepção do aterro simplificado.

Um grande desafio na atualidade para projetistas e principalmente para os mais de 80% dos municípios do Brasil que tem populações menor que 30.000 habitantes é o desenvolvimento de projetos de destinação final utilizando-se de tecnologias simplificadas na operação e de concepções simplificadas sem comprometer a segurança ambiental e a saúde pública da população envolvida.

O Projetista deve se utilizar das condições hidrogeológicas em determinadas regiões do Brasil para prevê e dimensionar a quantidade de efluente gerado e também projetar sistemas de tratamento de efluentes seguros, utilizando-se do balanço hídrico para esta previsão e onde houver déficit hídrico (evapotranspiração muito maior que a precipitação), projetar sistemas de lagoa por evaporação, sem dispensar evidentemente um monitoramento ambiental adequado e outros sistemas otimizados. O Projetista também deve considerar todo o conhecimento sobre processos de degradação dos resíduos, de implantação e operação simplificadas. Esta realidade ocorre em diversas regiões do Brasil e em especial no Nordeste, onde tem que se considerar esta opção e ainda se fazer uso de outros processos. Todo este processo deve-se dar em sintonia com um processo de licenciamento simplificado e mais ainda com a uniformização de critérios adotados pelos diversos órgãos ambientais.



Esta realidade precisa ser mudada urgentemente, através de estudos específicos, de investigações científicas, de estudos de casos bem e mal sucedidos deste tipo de empreendimentos e de pesquisas em outros continentes, além da constante capacitação dos projetistas.

Lima (2005) cita que uma nova concepção deve ser perseguida, a de sistemas integrados de disposição final de resíduos sólidos e que deve ser baseada no princípio da disposição do mínimo, ou seja, somente encaminhar ao aterro sanitário os resíduos que não possam ser reduzidos, reutilizados, reciclados, e quando aterrados se possível utilizar a recuperação energética no processo. Estes sistemas são denominados de “sistemas integrados de destinação final de resíduos sólidos urbanos”. Para tanto, dentro desta abordagem estes empreendimentos também precisam ser concebidos, sempre que possível através da gestão associada de serviços públicos – consórcios públicos, otimizando-se recursos financeiros, humanos, tecnologias e impactos ambientais. Pretendemos na versão estendida deste artigo, mostrar algumas concepções destes empreendimentos nas duas abordagens aqui apresentadas.

Para tanto, sugere-se que estes empreendimentos devem ser concebidos baseados em critérios técnicos, operacionais e com técnicas de engenharia que tragam os menores impactos ambientais quando da sua implantação e operação. Para tanto, percebe-se que uma alternativa bastante viável deve seguir os seguintes critérios:

- ✓ Buscar sempre que possível a gestão associada de serviços públicos, através do consórcio público, trabalhando com a menor quantidade de resíduos a aterrar;
- ✓ Integrar a concepção do aterro simplificado ao modelo de gestão e gerenciamento do município e quando necessário ajustá-lo;
- ✓ Utilizar-se dos processos de redução, reutilização e reciclagem no modelo de gestão do município ou conjunto destes e somente aterrar o mínimo possível;
- ✓ Para aterros que gerem menos de 10 toneladas por dia, se utilizar de áreas que favoreçam sua implantação, otimizando-se cortes no terreno, atendendo a atual legislação;
- ✓ Utilizar na concepção do aterro simplificado aterros em trincheiras com profundidade máxima de 2,50 m, o que reduz a quantidade gerada de chorume/percolado pela permanência de oxigênio na camada superior de resíduos com a conseqüente redução de impacto ao solo;
- ✓ Utilizar no processo de compactação dos resíduos equipamentos simplificados de forma a ser uma compactação manual que atinja cerca de 250 Kg/m<sup>2</sup> para cidades com geração de resíduos abaixo de 10 toneladas aterradas;
- ✓ Utilizar no processo de compactação de resíduos equipamentos desenvolvidos com implementos adaptáveis para aterros simplificados de geração de resíduos maiores que 20 toneladas aterradas;
- ✓ Utilizar sempre que possível no sistema de cobertura diária, solo que favoreça a aeração da camada superior;
- ✓ Quando necessário se utilizar de sistema de cobertura modulado para proteção de chuvas e redução na quantidade de chorume/percolado;
- ✓ Utilizar um sistema de tratamento de chorume simplificado, levando-se em consideração as condições de precipitação e evapotranspiração, planejando-se lagoas de evaporação ou outro sistema simplificado – filtro biológico, fitoremediação, entre outros e a disposição do efluente em locais que atendam aos padrões ambientais;
- ✓ Utilizar-se de sistema de monitoramento ambiental que dê segurança aos padrões de qualidade;
- ✓ Utilizar o processo de trituração de resíduos através de máquinas com tecnologias simplificadas para aterros que gerem mais de 20 e menos de 50 toneladas por dia, pela redução do chorume/percolado, aumento da vida útil e a não presença de aves;
- ✓ Utilizar sempre as soluções integradas.

Na versão ampliada deste artigo, apresentaremos os detalhes de concepção e de implantação destes equipamentos, imprescindíveis a grande parcela da população Brasileira.

## CONCLUSÃO

Neste contexto, este trabalho busca preencher esta lacuna e cumprir, com mérito, a missão a que se propôs: gerar conhecimento e atender a uma demanda premente de nossa sociedade ao disponibilizar alternativas tecnológicas eficazes e acessíveis às comunidades de pequeno porte.



Para tanto, a expectativa com o desenvolvimento deste artigo é de se determinar um modelo de gestão integrada para aterros simplificados baseados em criterios ambientais, tecnico-operacionais, econômicos e de controle social que atenda a legislação vigente sobre o tema além de se buscar o equilíbrio entre os aspectos econômico-financeiro e ambiental.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. **BIDONE, FRANCISCO RICARDO ANDRADE (ORG.).** Metodologia e Técnicas de Minimização, Reciclagem, e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos. **PROSAB. ABES. 1999.**
2. **CASTILHO, Armando Borges,** Resíduos sólidos urbanos: Aterros sustentáveis para municípios de pequeno porte, **PROSAB, Rio de Janeiro, 2003.**
3. **JUCÁ J.F.T.** Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil. In: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10, 2002, Braga - Portugal. Anais do 10º Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Braga/Portugal, 2002.**
4. **LIMA, J. D.** Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos. **ABES, João Pessoa, 2005. 278p.**