

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E
CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
Universidade de São Paulo

Jorge Saquy Neto

Estudo da viabilidade econômica para implantação de um
aterro sanitário na região de Ribeirão Preto

Ribeirão Preto
2008

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E
CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

JORGE SAQUY NETO

**Estudo da viabilidade econômica para implantação de um
aterro sanitário na região de Ribeirão Preto**

**Ribeirão Preto
2008**

JORGE SAQUY NETO

**Estudo da viabilidade econômica para implantação de um
aterro sanitário na região de Ribeirão Preto**

Monografia de conclusão do curso
apresentada à Faculdade de
Economia, Administração e
Contabilidade de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de bacharel em
Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Andia

Ribeirão Preto

2008

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha Catalográfica

Saquy Neto, Jorge.

Estudo da viabilidade econômica para implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto / Jorge Saquy Neto; orientador Prof. Dr. Luís Henrique Andia --Ribeirão Preto, 2008.

102 f

Monografia - conclusão do curso de Economia - Faculdade de Economia, Administração e contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

1. Resíduos sólidos. 2. Aterro sanitário. 3. Região de Ribeirão Preto. 4. Viabilidade econômica.

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais, pela confiança, amor, dedicação e compreensão nesta e em todas as caminhadas de minha vida.

Pai, você foi exemplo de justiça, honestidade e moldou meu caráter.

Mãe, obrigado por me ensinar que tudo que queremos podemos e pela sua majestosa alegria de viver.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a meu orientador, Prof. Luis Henrique Andia, pelos seus ensinamentos intelectuais e seu embasamento prático que muito me ajudaram a separar a didática universitária do mundo real. Agradeço também pela confiança e amizade. Impossível retribuir o apoio.

À professora Maria Cristina pelo apoio de fundamental importância no desenvolvimento desta monografia.

Enorme gratidão à Universidade de São Paulo, em especial à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto e à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, pela transmissão de conhecimentos que me deram estrutura para o mercado de trabalho e para a vida.

Agradeço a todos os professores, sem exceção; cada um, à sua maneira, pela contribuição nesta fase universitária.

À SELETA – Tecnologia em Tratamentos de Resíduos, minha escola de vida.

À minha amiga Cidinha Mestriner pelo apoio na fase das pesquisas.

Agradeço à minha irmã Malu pelo exemplo de dedicação e por ter sido o melhor presente que já ganhei.

A todos os amigos da Faculdade de Economia, pela amizade e pelos bons momentos que me proporcionaram todos esses anos.

Por fim, à minha para sempre Tati que, nesses últimos seis anos, me deu apoio em todas as mais diferentes fases da vida e me ensinou a andar com os pés no chão.

“A Terra não nos foi dada de presente por nossos ancestrais. Ela nos foi
emprestada por nossos filhos.”

(Ditado africano)

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	08
Lista de Quadros.....	09
Lista de Gráficos.....	10
Resumo.....	11
Introdução.....	12
Revisão bibliográfica.....	15
1. Lixo, resíduos sólidos e aterro sanitário.....	15
2. Viabilidade econômica.....	20
Justificativa.....	24
Definição do problema e objetivos.....	25
Objetivo geral.....	25
Objetivos Específicos.....	25
Metodologia.....	27
Capítulo 1 – Resíduos sólidos.....	29
1. Resíduos sólidos no mundo e no Brasil.....	31
2. Tipos de resíduos sólidos.....	33
3 Legislação.....	35
4. Formas de disposição de resíduos.....	39
4.1 Aterro sanitário.....	39
4.2 Lixão.....	41
4.3 Aterro controlado.....	43
4.4 Incineração.....	44
4.5 Compostagem.....	45
4.6 Reciclagem.....	46
Capítulo 2 – Aterro Sanitário.....	52
1. Procedimentos operacionais de um aterro sanitário.....	53
1.1 Tratamento do chorume.....	56
2. Procedimentos de operação e manutenção da lagoa anaeróbica e da lagoa facultativa.....	59
3. Pessoal e Máquinas.....	61
4. Monitoramento.....	62

5. Manutenção.....	62
6. Condições Adversas	63
Capítulo 3 – O aterro sanitário da região de Ribeirão Preto..	65
1. Características	66
2. Justificativa.....	67
2.1 Oportunidade.....	67
2.1.1 Situação da destinação final de resíduos sólidos no município de Ribeirão Preto	69
2.1.2 Área de influência mercadológica do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto.....	70
2.2 Justificativa da alternativa locacional.....	72
2.3 Justificativa da alternativa tecnológica	73
3. Elementos do projeto	75
3.1 Estruturas de apoio administrativo e controle.....	76
4. Estimativa de investimento para a implantação do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto.....	77
5. Aspectos socioeconômicos do município de Ribeirão Preto ...	78
5.1 Demografia.....	79
5.2 A economia do município	80
5.3 Saneamento básico.....	80
5.4 Tráfego e segurança viária.....	81
5.5 Pessoal e máquinas	81
6. Análise dos impactos ambientais	83
7. Monitoramento	83
Capítulo 4 – Viabilidade econômica do aterro sanitário de Ribeirão Preto.....	86
1. Taxa Interna de Retorno.....	87
2. Método do Valor Presente Líquido (VPL).....	87
Conclusões	93
Referências Bibliográficas	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de um aterro sanitário	18
Figura 2 – Métodos tradicionais de avaliação de projetos.....	22
Figura 3 - Tipos de resíduos sólidos	34
Figura 4 – Aspecto de um lixão	42
Figura 5 – Procedimentos de operação e manutenção da Lagoa Anaeróbica e da Lagoa Facultativa	59
Figura 6 – Região de Ribeirão Preto	66
Figura 7 – Plano de monitoramento do aterro sanitário	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resíduos sólidos: conceitos	16
Quadro 2 - Responsabilidade sobre o lixo	48
Quadro 3 – Odores desagradáveis no aterro sanitário: causas e soluções	60
Quadro 4 – Proliferação de insetos num aterro sanitário	61
Quadro 5 – Condições adversas em um aterro sanitário	63
Quadro 6 – IQR dos municípios da região de Ribeirão Preto.....	68
Quadro 7 – Investimentos estimados	77
Quadro 8 – Planilha de Investimentos.....	90
Quadro 9 – Premissas macroeconômicas.....	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Municípios e a coleta seletiva	33
Gráfico 2 – Números da reciclagem no Brasil	47

RESUMO

Em razão da constante preocupação com os problemas relacionados à degradação ambiental, o ser humano se vê obrigado a manter uma posição cada vez mais responsável em relação ao meio-ambiente. O problema do controle e tratamento do lixo urbano, em especial dos resíduos sólidos, vem à tona como um dos maiores desafios às gestões municipais, aumentando a demanda por novas técnicas dessa prática. Com base nisso, este estudo visa a analisar a viabilidade da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto por meio de um estudo financeiro e econômico, utilizando o método de viabilidade por valor presente líquido (VPL) ao longo da vida útil do empreendimento e a velocidade de seu "payback", ou seja, em quanto tempo o investimento será pago levando em consideração parâmetros como as questões social, ambiental e financeira relacionadas ao projeto. O questionamento dos dados analisados terá como principal contribuição o fornecimento de base técnica para possíveis políticas públicas relacionadas ao tratamento do lixo urbano e a discussão de suas principais conseqüências sobre o equilíbrio ambiental.

Palavras-chave: Aterro sanitário. Resíduos sólidos. Tratamento do lixo. Viabilidade.

INTRODUÇÃO

O lixo pode ser considerado hoje como um dos mais graves problemas ambientais do planeta, não só pelas quantidades produzidas, mas, também, pelo elevado impacto ambiental e social no local em que é gerado. Nos países mais pobres, em que ainda vigora um modelo de desenvolvimento social que mantém milhões de pessoas à margem da cidadania, o lixo se tornou a única opção de trabalho e fonte de renda para milhões de homens, mulheres e crianças excluídos do mercado produtivo.

Ainda é uma tarefa complicada estabelecer uma definição exata de lixo; no entanto, de acordo com o senso comum, lixo é “qualquer coisa que perdeu a utilidade, ou que não se quer mais usar”, “qualquer coisa velha” ou, ainda, “aquilo que sobra, que se joga fora, que é sujo, inútil, velho ou que não tem mais valor” (CETESB, 1990).

A palavra lixo, derivada do termo em latim *lix*, significa

a) cinzas: conceito proveniente da “época em que a maior parte dos resíduos de cozinha era formada por cinzas e restos de lenha carbonizada dos fornos e fogões;”

b) lixare (polir, desbastar), significando que lixo seria sinônimo de “sujeira, restos, o supérfluo que a lixa arranca dos materiais.” (LIXO.COM.BR, 2000)

Numa linguagem técnica, lixo é sinônimo de “resíduos sólidos”, ou seja, o resultado de processos de diversas atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e ainda da varrição pública.

A existência de resíduos é algo que caminha paralelamente com as atividades humanas e naturais. Por ter origem em diferentes fontes, tem uma composição muito

variada e a sua produção também é muito heterogênea, em conformidade com a fonte que o produz.

No Brasil, mais da metade do que se convencionou chamar de lixo faz parte dos lixões onde existem materiais recicláveis ou reutilizáveis. Esses lixões necessitam de um espaço muito grande, geram gastos e problemas ambientais de toda a ordem. Para que o lixo não se transforme em um problema mais grave é preciso que se dê a ele um tratamento adequado. E qualquer tratamento que se busque deverá passar pelos 3Rs: redução, reutilização e reciclagem.

Aqui, são coletadas diariamente aproximadamente 230.000 toneladas de lixo. Desta quantidade, tem-se o que se segue:

- 48321,7 ton/dia são despejadas em lixões;
- 232,6 ton/dia são depositadas em vazadouros em áreas alagadas;
- 84,575,5 ton/dia vão para aterros controlados;
- 82640,3 ton/dia destinam-se aos aterros sanitários;
- 6549,7 ton/dia são encaminhadas para as usinas de compostagem;
- 2265,0 ton/dia vão para as estações de triagem e
- 1031,8 ton/dia são incineradas.

As toneladas restantes vão para locais não fixos. (IBGE, 2002)

Como se pode depreender dos números acima, ainda é muito grande a quantidade de lixo despejada em lixões e aterros controlados.

Mesmo com uma vida útil não muito extensa, o aterro sanitário é a maneira mais adequada para que sejam dispostos os resíduos sólidos no solo, pois permite que os mesmos fiquem enclausurados de forma segura para o ambiente e a saúde pública.

Na cidade de Ribeirão Preto, o aterro sanitário em utilização está com sua capacidade esgotada e as autoridades estão estudando a possibilidade de implantação de um novo aterro, agora por uma empresa privada.

As principais vantagens associadas ao desenvolvimento de um aterro sanitário são:

- trata-se de um processo de baixo custo;
- promove a recuperação das áreas degradadas;
- apresenta flexibilidade quanto a sua operação;
- não requer pessoal altamente especializado em sua intervenção.

Já, como principais desvantagens citam-se:

- longa imobilização do terreno;
- necessidade de grandes áreas para sua construção;
- necessidade de material de cobertura e
- dependência das condições climáticas.

O presente trabalho tratará da viabilidade econômica da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto.

Inicialmente será definido e especificado o item "Resíduos Sólidos". Neste item será analisada, também, a situação desses resíduos no mundo, no Brasil e na cidade de Ribeirão Preto, bem como a legislação vigente sobre o assunto. As formas de disposição dos resíduos também serão tratadas neste capítulo. A seguir serão apresentados capítulos que tratarão especificamente do aterro sanitário e a viabilidade econômica de sua implantação na cidade de Ribeirão Preto.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Lixo, resíduos sólidos e aterro sanitário

Este estudo buscou em trabalhos acadêmicos na internet a conceituação de lixo, ou resíduos sólidos, buscando a forma pela qual os diversos autores se referem ao tema.

Silva (2007) apresenta a seguinte definição: “Lixo é todo e qualquer resíduo proveniente das atividades humanas ou gerado pela natureza em aglomerações urbanas.” (p.1). Na página 2, a mesma autora apresenta os seguintes conceitos:

Lixo urbano. Formado por resíduos sólidos em áreas urbana, inclui-se aos resíduos domésticos, os efluentes industriais domiciliares (pequenas indústrias de fundo de quintal) e resíduos comerciais. Lixo domiciliar. Formado pelos resíduos sólidos de atividades residenciais, contém muita quantidade de matéria orgânica, plástico, lata, vidro. Lixo comercial. Formado pelos resíduos sólidos das áreas comerciais.

Observe-se que a autora coloca o lixo como formado por resíduos sólidos.

Rêgo, Barreto e Killinger (2002) trazem resíduos sólidos como sinônimo de lixo: “Os resíduos sólidos urbanos (RSU), mais conhecidos como lixo, constituem uma preocupação ambiental mundial, especialmente em grandes centros urbanos de países subdesenvolvidos.”

O Instituto Krieger, definindo aterro sanitário, refere que

Aterro sanitário, é um processo utilizado para a disposição final de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. (Destinação, 2008)

Para Teixeira (2006) lixo e resíduos sólidos se referem à mesma coisa, sendo que lixo é um termo vulgar e resíduos sólidos a terminologia científica. (slide 6).

Silveira & Morais (2007) apresentaram uma variedade de definições brasileiras que tentam descrever o que são resíduos. Essas definições estão no Quadro 1, a seguir:

ABNT (2004)	Resíduos em estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.
(AZEVEDO, 2004; BRAGA <i>et al.</i> , 2004)	Resíduo é o material ou resto de material cujo proprietário ou produtor não mais o considera com valor suficiente para conservá-lo.
IPT, 1998	São os restos das atividades humanas, considerados por seus geradores como inúteis, indesejáveis e descartáveis. Resíduos sólidos são os que se apresentam em estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido (isto é, com um conteúdo líquido insuficiente para que este material possa fluir livremente).

Quadro 1 – Resíduos sólidos: conceitos

Fonte: Silveira & Morais, 2007

Conforme Nilander & Mathis (2002), Demajorovic (1995) afirma que deve-se diferenciar os termos “resíduos sólidos “ e “lixo” uma vez que “este último não possui qualquer tipo de valor, já que é aquilo que deve apenas ser descartado, e aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem (ou estimarem) reaproveitamento no próprio processo produtivo”.

O presente estudo, porém, vai tratar os dois termos como sinônimos.

Quanto a aterro sanitário, o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo apresenta as seguintes definições:

a) Técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais (IPT, 1995).

b) Método que utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão da jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário (IPT, 1995).

Segundo Barros *et al* (1995), um aterro sanitário caracteriza-se pela compactação dos resíduos no solo, pela disposição desses resíduos em camadas recobertas com terra ou outro material inerte. Essas camadas formam células onde se alternam os resíduos e o material de cobertura.

De acordo com a Ecol News (2008), o aterro sanitário é um modo de disposição e tratamento do lixo, com base em técnicas sanitárias. Essas técnicas são, entre outras, a impermeabilização do solo, a compactação e cobertura diária das células de lixo, a coleta e tratamento de gases e do chorume. Tais procedimentos conseguem evitar os aspectos negativos da deposição final do lixo, ou seja, proliferação de ratos e moscas, exalação do mau cheiro, contaminação dos lençóis freáticos, surgimento de doenças e o transtorno do visual desolador por um local com toneladas de lixo amontoado.

Uma das desvantagens apontadas para a utilização do aterro sanitário é a sua reduzida vida útil. Essa curta duração se deve, principalmente, ao crescimento das cidades e conseqüente aumento da produção de resíduos. Para minimizar os efeitos dessa curta vida útil, o ideal é que esse sistema esteja associado à coleta seletiva do lixo e à reciclagem.

A CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2001) define aterro sanitário como sendo um

Aterro para lixo residencial urbano com pré-requisitos de ordem sanitária e ambiental. Deve ser construído de acordo com técnicas definidas, como: impermeabilização do solo para que o chorume não atinja os lençóis freáticos, contaminando as águas; sistema de drenagem para chorume, que deve ser retirado do aterro sanitário e depositado em lagoa próxima que tenha essa finalidade específica, vedada ao público; sistema de drenagem de tubos para os gases, principalmente o gás carbônico, o gás metano e o gás sulfídrico, pois, se isso não for feito, o terreno fica sujeito a explosões e deslizamentos.

A figura 1, a seguir, ilustra um esquema de aterro sanitário

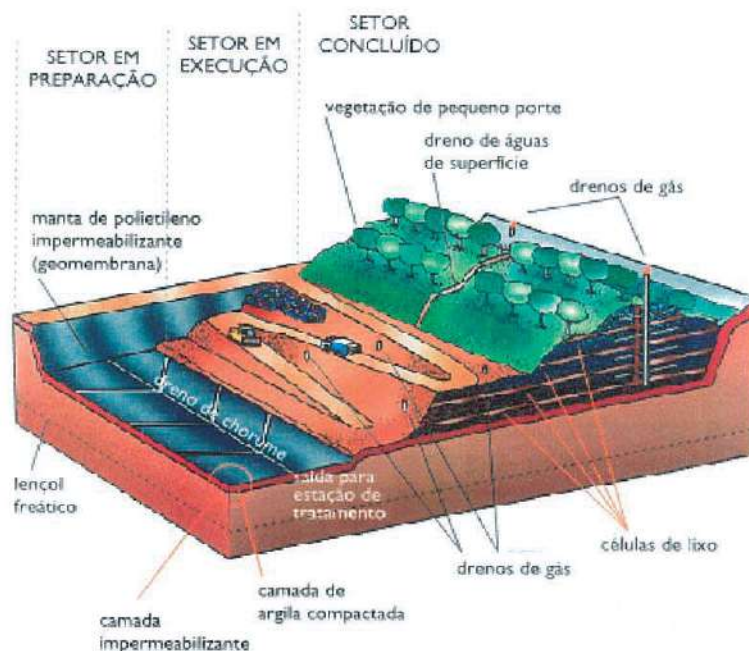


Figura 1 – Esquema de um aterro sanitário
 Fonte: www.urbam.com.br/imgs/hora-agora/img_cont3.jpg

Em que pesem todas as orientações legais e técnicas, Agência Brasil informa que a qualidade do tratamento dado ao lixo, mesmo em aterros sanitários, não é a ideal, na maioria dos casos. Alguns AS estão inadequadamente localizados, outros apresentam problemas de drenagem do chorume (líquido escuro e turvo proveniente do armazenamento e repouso do lixo). A Agência afirma que “apenas 12% dos

aterros sanitários nacionais podem ser considerados como tal.” A matéria informa, também, que dois aterros de São Paulo - Bandeirantes e São João – são considerados os melhores, atendendo aos padrões internacionais de monitoramento. (ABr, 2001),

A ainda escassa reciclagem do lixo brasileiro faz com que a capacidade dos aterros sanitários existente seja bastante diminuída.

Erthal (2001) informa que 68,5% dos municípios têm aterros sanitários propriamente ditos, com tratamento dos resíduos e ausência de catadores., existindo, porém, indícios de que, na realidade “são lixões e depósitos irregulares o destino da maior parte dos resíduos das cidades, já que apenas 18,5% dessas instalações têm licenças ambientais.” (p. 2)

Ainda de acordo com Erthal (2001), o Brasil apresenta um quadro preocupante, no que diz respeito à destinação dos resíduos sólidos urbanos. Ele afirma que

Dos aterros e lixões existentes, 63% estão próximos a áreas agrícolas, 18% estão próximos a residências e 7% junto a áreas de proteção ambiental. Os riscos da proximidade são muitos, mas o maior talvez seja a incompatibilidade entre lixo e água potável. O chorume, o líquido tóxico produzido na decomposição do lixo, penetra no solo e atinge rapidamente rios, cursos d’água subterrâneos e contamina a vegetação. Por essa razão, as colinas de lixo revestidas de terra e vegetação, apesar de encobrirem o problema com a paisagem, estão longe de evitar danos à natureza. O diagnóstico do ministério identificou que 51,5% dos aterros não têm impermeabilização do solo, e apenas 21,6% fazem algum tipo de tratamento do chorume. (p. 5)

O gasto para a construção de um aterro sanitário é o mesmo, não importando se o município tem cinqüenta ou cento e cinqüenta mil habitantes. É um gasto bastante elevado para as prefeituras, principalmente aquelas de municípios de pequeno

porte. A solução seria a formação de consórcios que reunissem vários municípios para compartilhar da mesma estrutura de aterros e tratamento.

Outra solução seria repassar a construção, implantação e operação dos aterros sanitários para a iniciativa privada. Com o advento da tecnologia de geração de energia elétrica com os gases captados dos aterros, principalmente o metano, há o crescente interesse da iniciativa privada em instalar estes empreendimentos com a finalidade dos resultados auferidos com a venda de energia e o acesso aos Créditos de Carbono resultantes dessa atividade.

2 Viabilidade econômica

Ao surgir uma oportunidade de investimento, o responsável pela decisão deve observar qual a melhor alternativa ou qual a melhor atitude tomar dada essa nova situação. Tomar essa decisão significa ter como objetivo a satisfação de dois parâmetros clássicos do mundo empresarial: o retorno esperado dos investimentos e o risco que aparece associado ao investimento. (BALARINE, 2004).

É preciso que o projeto a ser instalado seja avaliado antes que se decida implementá-lo. Essa avaliação prévia é necessária para evitar que a empresa incorpore projetos economicamente inviáveis ou com risco muito elevado.

A avaliação ocorre em dois planos: rentabilidade e risco (MEDEIROS, 2008)

Assim, tem-se:

- Avaliação da rentabilidade: o projeto é economicamente viável?
- Avaliação de risco: os riscos do projeto são aceitáveis?

Para auxiliar essa tomada de decisão, existem os métodos de engenharia econômica. "Dá-se o nome de engenharia econômica ao conjunto de métodos utilizados nas análises de investimentos e das técnicas empregadas na escolha da melhor alternativa" (De Francisco, 1985, p. 197).

Para que um projeto seja avaliado, consideram-se os fatores econômicos e financeiros, como a rentabilidade do projeto e a disponibilidade de recursos. Para tanto, existem dois tipos de métodos, segundo Balarine (2004):

- os baseados em dados contábeis, que quantificam resultados em valores históricos registrados contabilmente, e
- os baseados em fluxos de caixa, que consideram movimentos de caixa associados aos pontos de ocorrência no tempo.

A figura 2, a seguir, mostra como se agrupam os métodos tradicionais de avaliação de projetos:

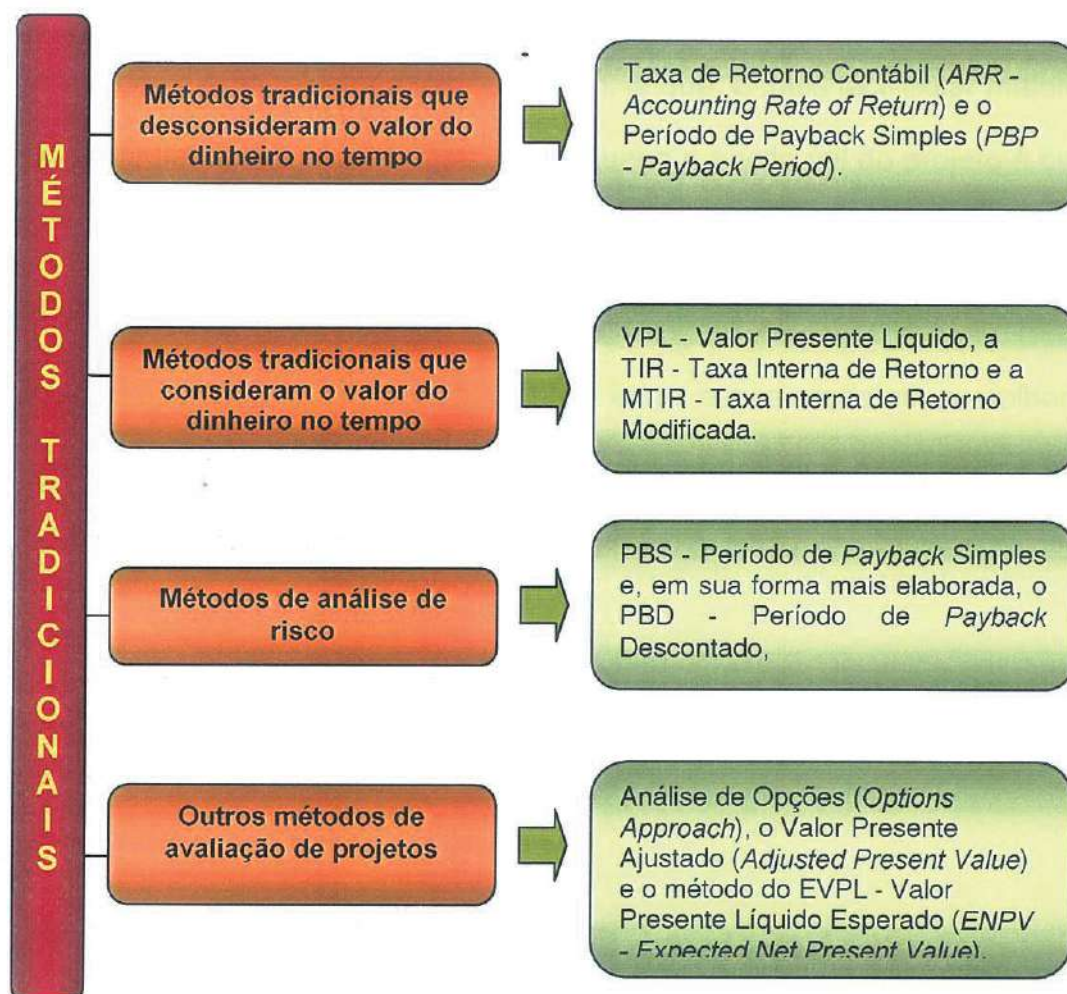


Figura 2 – Métodos tradicionais de avaliação de projetos
Fonte: Balarine (2004)

Os critérios para decisão de alternativas econômicas devem reconhecer o valor do dinheiro no tempo.

Dentre os modelos tradicionais, os mais usados pelas empresas envolvem o modelo básico do fluxo de caixa descontado, mais precisamente a utilização do VPL (Valor Presente Líquido), juntamente com a taxa interna de retorno.

A TIR e o VPL baseiam-se nos mesmos princípios da equivalência de capitais e conduzem à mesma decisão, à exceção de alguns casos particulares.

Santos e Pamplona (2001) mostram, no entanto, que a TIR apresenta problemas, principalmente os relacionados ao cálculo, já que “é mais fácil obter maiores TIR’s se o volume de capital a ser investido é pequeno e a vida útil do projeto é curta” (p. 3). Se, porém, o projeto for de longa duração e intensivo quanto ao capital, ele tende a ser descartado, mesmo que o VPL apresentado seja substancial.

Quando acontece algum tipo de conflito entre esses modelos, a melhor decisão é selecionar o projeto com maior VPL, assumindo-se que o objetivo é maximizar o valor presente da empresa.

JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o aterro sanitário de Ribeirão Preto, que produz quinhentas toneladas de lixo por dia, em média, está com sua capacidade de operação esgotada, essa região precisa de outro aterro sanitário que possa cumprir a função de receber e tratar os resíduos sólidos gerados pela população de Ribeirão Preto e da região.

O presente trabalho apresentará estudos voltados à forma como a cidade de Ribeirão Preto e região tratam seu lixo urbano e a viabilidade da construção de um novo aterro sanitário.

O interesse para esse estudo surgiu diante das constantes notícias relacionadas às questões do meio ambiente e, em particular, do grave problema da geração extrema de resíduos que na região de Ribeirão Preto tem como agravante o fato de que o aterro sanitário municipal está com sua capacidade esgotada e, a partir de janeiro de 2008, tornou-se necessário o envio de todo o montante produzido para algum lugar.

Este trabalho poderá servir de base para outros estudos e para a análise da viabilidade econômica para a implantação de aterros sanitários em outras regiões.

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJETIVOS

Com vistas à questão dos resíduos e sua correta destinação, o presente estudo visa a analisar a viabilidade econômica e financeira da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto.

Dentro desse contexto, esta pesquisa visa a estudar a literatura sobre o tema da viabilidade de um aterro sanitário e os dados referentes à sua operação, considerando todo impacto social e ambiental inerente a essa questão.

O presente trabalho tem como principal questionamento: qual a viabilidade da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto considerando seu impacto social e ambiental para população?

O suporte desta pesquisa será a utilização de dados técnicos da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) e do DAERP (Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto) sobre toda a metodologia da operação e manutenção de um aterro sanitário, disponíveis em sites e em entrevistas com técnicos e diretores dos mesmos, além da utilização de informações relacionadas aos custos sociais e ambientais envolvidos no processo.

Objetivo Geral:

Analisar a viabilidade econômica da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto.

Objetivos específicos:

- mensurar o custo de oportunidade envolvido na construção de um aterro sanitário (possíveis usos alternativos da terra em que será implantado);

- identificar os impactos ambientais (liberação de resíduos e gases tóxicos, contaminação do solo etc.) e sociais (liberação da mão de obra que vivia e sobrevivia do lixo, entre outros) decorrentes da implantação do aterro;
- fornecer subsídios/instrumentos para o desenvolvimento de políticas que atuem no sentido de aumentar a eficiência do tratamento dos resíduos sólidos;
- analisar as operações e métodos alternativos ao aterro sanitário;
- contribuir para minimizar os impactos ambientais.

METODOLOGIA

Para a análise da viabilidade econômica do projeto de implantação do aterro sanitário na região de Ribeirão Preto, serão observadas as seguintes etapas:

a) obtenção de dados referentes à operação e à manutenção de um aterro sanitário, desde os custos envolvidos no processo, passando pelos sistemas de drenagem e classificação dos resíduos, até ao estudo de meios alternativos para o controle dos lixões (como, por exemplo, a reutilização e reciclagem de resíduos, que seriam eficientes na redução do volume de lixo produzido e eliminado).

b) estudo da disponibilidade de terras para o emprego de tal projeto na região especificada, a verificação do preço desta terra e as variáveis que atuam nesta determinação, os impactos gerados sobre o solo e o custo de oportunidade do aproveitamento desta terra em culturas diversas (uma produção agrícola ou uma atividade pecuária, por exemplo).

c) análise da viabilidade deste empreendimento na região de Ribeirão Preto, possibilitando assim, a aplicação dos dados obtidos neste cenário em questão e a discussão de sua eficiência econômica e social.

Para essa análise será utilizado o método do valor presente líquido (VPL), considerado um método exato e que se encaixa no conceito de equivalência, tendo, portanto, a característica de trazer para o tempo presente, após estabelecida a taxa mínima de atratividade, os valores obtidos a partir de um determinado fluxo de caixa.

O método do Valor Presente Líquido leva em consideração o valor temporal dos recursos financeiros. Esse método mede o saldo atual, após se descontar o investimento e o juro que o projeto retornará ao investidor após a sua realização. O VPL pode ser calculado pela expressão, a seguir.

Expressão (a):

$$VPL = \sum F_n \cdot (1+i)^{-n}$$

em que:

F_n = Fluxo de caixa

i = Taxa de juros

n = número de períodos

CAPÍTULO 1 - RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos podem ser considerados como a expressão mais visível e concreta dos riscos ambientais, ocupando um importante papel na estrutura de saneamento de uma comunidade urbana e, conseqüentemente, nos aspectos relacionados à saúde pública. Além das conseqüências para a saúde comunitária, deve-se considerar ainda o impacto que a disposição inadequada desses resíduos provoca no solo, na atmosfera, na vegetação e nos recursos hídricos (MORITZ, 1995).

De acordo com o “site” Ambiente Brasil (2002)

Resíduos sólidos são materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos) resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos sólidos constituem problemas sanitário, ambiental, econômico e estético.

Até pelo menos os meados do século XVIII, existia uma pequena quantidade de lixo formada basicamente por sobras de alimento, situação que se modificou com o surgimento das primeiras indústrias na Europa. (LIXO.COM.BR, 2000)

Até essa época, todas as populações, independentemente de sua cultura e de seu desenvolvimento, depositavam os resíduos sobre o solo (ou no seu interior), nos cursos d'água, queimavam ou utilizavam esses resíduos como alimento para animais (especialmente os porcos). Isto, certamente, trouxe sérios problemas de saúde pública (CRUZ, 2005).

O desenvolvimento industrial, embora tenha trazido desenvolvimento econômico, trouxe, também, um aumento na quantidade de resíduos, bem como uma modificação de suas características. A revolução industrial significou progresso a

qualquer custo. Esse progresso era a principal forma de desenvolvimento, com a criação de muitas fábricas, um consumo aumentado e a descoberta de variadas maneiras de exploração da matéria-prima. A adoção em massa dessa postura por grande parte das sociedades trouxe consigo um impacto ambiental negativo sem precedentes.

Esse período trouxe, também, um aumento da produção de bens artificiais e sintéticos, com conseqüente aumento do uso de energia não renovável (PORTILHO, 1997).

Todo esse desenvolvimento provocou transformações de tal ordem que puderam ser sentidas em várias partes do mundo, como, por exemplo, a grande migração do campo para o meio urbano. Esse movimento fez com que as cidades passassem a crescer num ritmo mais acelerado, o que acarretou o agravamento dos problemas sociais e ambientais.

Foi no final do século XIX que surgiram as primeiras disposições legais, na Inglaterra e nos Estados Unidos, que regulamentavam e a deposição dos resíduos no solo ou no meio hídrico (CRUZ, 2005).

No entanto, com referência ao tratamento desses resíduos, Inglaterra e Estados Unidos, nos anos de 1030 e 1940, foram os pioneiros em apresentar soluções idênticas aos aterros sanitários tal qual existem nos dias de hoje. "Nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, vêm-se efetuando estudos de viabilidade de aplicação de novos processos de tratamento e eliminação de resíduos de forma a encontrar a melhor tecnologia na perspectiva econômica e ambiental." (CRUZ, 2005)

Ressalte-se, porém, que a partir da década de 90, houve um aumento significativo na preocupação com os resíduos sólidos, tanto no Brasil como em outros países como, por exemplo, os Estados Unidos (CAVALCANTI, 1998).

Os resíduos apresentam-se nos estados sólido, gasoso e líquido. Também se inclui nesta definição tudo o que resta dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou aqueles líquidos que exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis de acordo com a melhor tecnologia disponível (AMBIENTE BRASIL, 2002).

1 Resíduos sólidos no mundo e no Brasil

Segundo Oliveira et al (2006), com uma população mundial de aproximadamente seis bilhões de habitantes, calcula-se que hoje exista uma geração de 570 milhões de toneladas de resíduos sólidos todos os anos. Dentre essa população, destacam-se como principais geradores de resíduos sólidos (peso aproximado em toneladas anuais):

- EUA → 210 milhões
- Japão → 100 milhões
- Inglaterra → 40 milhões
- França → 30 milhões e
- Alemanha → 30 milhões (OLIVEIRA et al., 2006)

Esses números mostram que os países com alta densidade demográfica e alto nível de desenvolvimento econômico são os maiores geradores de resíduos tóxicos.

Estes países têm o gerenciamento de resíduos, onde a seletividade dos resíduos é alta, ocorrendo principalmente em países europeus e no Japão. Nos países desenvolvidos há uso de incineração do lixo para gerar energia (Inglaterra e Alemanha), nos EUA 50% do lixo é destinado a aterros sanitários adequados e o restante em forma de incineração, reciclagem, compostagem etc. (OLIVEIRA et al., 2006).

No Brasil, o panorama dos resíduos sólidos se revela crítico, conforme resultados apresentados pela ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais em seu "Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007". Esse panorama revela que, diariamente, o Brasil gera 170.000 toneladas de resíduos e que, desta quantidade, apenas um pouco mais de 140.000 toneladas são coletadas e, destas, apenas 60% têm uma destinação final adequada (p. 116).

De acordo com esse Panorama, no Brasil são coletadas, diariamente, 140.911 toneladas por dia, o que significa uma quantidade menor que em 2000. Esse número, no entanto, está aquém do número real verificado: "anualmente cerca de 10 milhões de toneladas de RSU deixam de ser coletados tendo um destino absolutamente incerto e certamente inadequado." (ABRELPE, 2007, p. 30).

De acordo com esse estudo e, conforme gráfico 1, a seguir, são 5.564 os municípios brasileiros. Destes, apenas 65% contam com alguma iniciativa de coleta seletiva, fato decorrente "do valor econômico agregado aos materiais, da realidade sócio-econômica de nossas cidades e em função do interesse das comunidades nas ações de preservação ambiental." (p. 32)

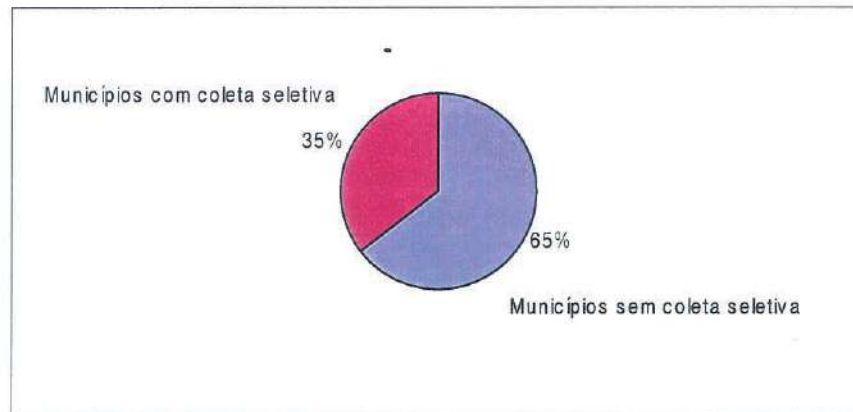


Gráfico 1 – Municípios e a coleta seletiva
Fonte: ABRELPE, 2007, p. 32

A destinação final dos resíduos sólidos urbanos é um dos grandes problemas a serem enfrentados, já que apenas 2158 municípios, ou seja, 39%, dão destino e tratamento adequados aos RSU.

Dentre os municípios que não fazem a destinação e tratamento adequados, destacam-se os das regiões norte, nordeste e centro-oeste, havendo 2030 municípios que destinam os resíduos coletados de forma inadequada.

Nas regiões sul e sudeste, o número de municípios com destinação inadequada dos RSU é de 1376, quantidade considerada expressiva. A maioria dos municípios "já possui aterros controlados, significando uma melhor conscientização do problema e uma facilidade, pelo menos em termos culturais, para solucioná-lo." (ABRELPE, p. 33).

2 Tipos de resíduos sólidos

De acordo com o "site" Ambiente Brasil, são considerados resíduos sólidos determinados tipos de lixo produzido pelo ser humano, ou seja, são os materiais

descartados por certas atividades humanas. Os resíduos sólidos podem ser divididos em grupos, conforme mostra a Figura 3, a seguir:

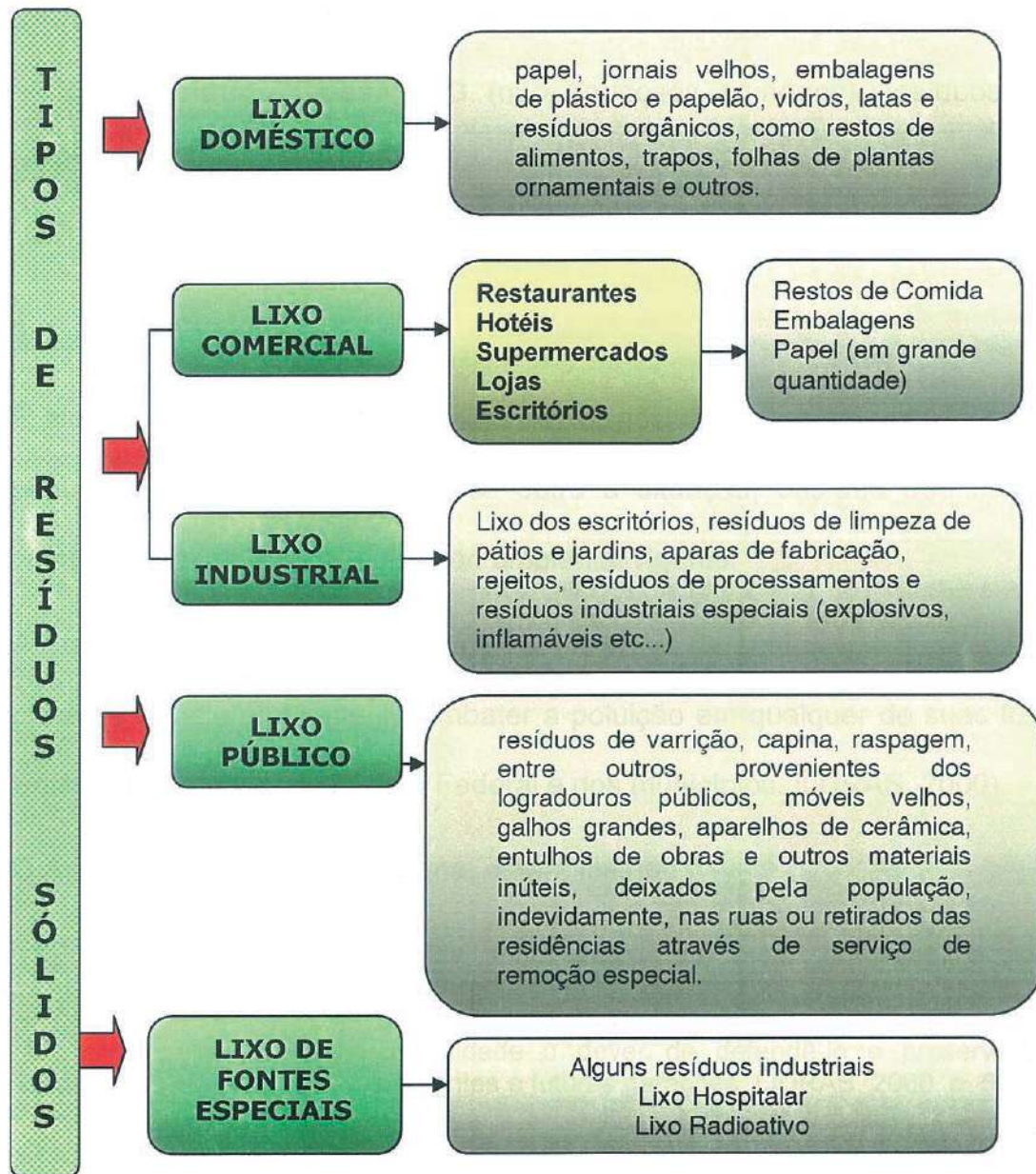


Figura 3 – Tipos de Resíduos Sólidos
Fonte: Ambiente Brasil

Por outro lado, a ABNT classifica os resíduos sólidos em:

- resíduos Classe I (perigosos)**: lâmpadas fluorescentes, pós e fibras de amianto (asbesto) etc.

b) **resíduos Classe II A** (não perigosos e não inertes): restos de alimentos, resíduos de papel/papelão, resíduos de plástico polimerizado, resíduos de borracha, resíduos de madeira etc.

c) **resíduos Classe II B** (não perigosos e inertes): resíduos cerâmicos, resíduos de argamassa etc.

3 Legislação

É altamente preocupante a questão da disposição dos resíduos sólidos em nosso país. No entanto, para que fosse outra a situação, bastaria que se exigisse o cumprimento mínimo da legislação ambiental vigente.

A Constituição Federal, em seu art. 23, inciso VI, determina que a competência para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas é da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. (JURAS, 2000)

O Art. 225 de nossa Carta Magna, determina que

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (JURAS, 2000, p. 5)

Esse mesmo artigo legisla, em seu § 3º, que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.”

Da lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá

outras providências", é relevante mencionar os artigos 54, 60 e 68, nos quais são tipificadas como crime as seguintes condutas:

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena: reclusão, de um ano a quatro anos, e multa.

.....
 § 2º Se o crime:

.....
 V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena: reclusão, de um a cinco anos."

"Art. 60. Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes:

Pena: reclusão, de um a quatro anos, e multa."

"Art. 68. Deixar, aquele que tiver o dever legal o contratual de fazê-lo, de cumprir obrigação de relevante interesse ambiental:

Pena: detenção, de um a três anos, e multa. (JURAS, 2000, p. 5 e 6)

Outros dispositivos legais orientam o tema "Resíduos Sólidos".

► **Lei 6.902/6.938** "Política Nacional do Meio Ambiente" e a **Lei 9.605** "Lei de Crimes Ambientais" e a **Resolução CONAMA 313/2002** que dispõe sobre o "Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais";

► **Decreto Nº. 4.074 de 4 de janeiro de 2002**: Regulamenta a Lei 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos

resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências.

Existem, ainda, as normas e resoluções, tais como:

▶ **NBR 10004** - Resíduos Sólidos, que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.

▶ **NBR 12235** - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos, que fixa condições exigíveis para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

▶ **NBR 14725** - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ, que fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparos) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. Essa norma estabelece que o fornecedor deve tornar disponível ao receptor/usuário uma FISPQ completa para cada substância ou preparado, na qual estão relatadas informações relevantes quanto à segurança, saúde e meio ambiente. O fornecedor tem o dever de manter a FISPQ sempre atualizada e tornar disponível ao usuário/receptor a edição mais recente.

▶ **Resolução CONAMA 005 de 05 de agosto de 1993** - Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

▶ **Resolução - RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003** - Aprova o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de serviços de saúde.

▶ **Resolução CONAMA 334 de 3 de abril de 2003** - Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

▶ **Norma da ABNT - NBR 8.418/NBR 842** - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento.

▶ **Norma da ABNT - NBR 10.157** - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - procedimento.

▶ **Norma da ABNT - NBR 13.896** - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento.

▶ **Norma da ABNT - NBR 13.221** - Transporte de resíduos.

▶ **Norma da ABNT - NBR 11.175/NB 1.265** - Incineração de resíduos sólidos perigosos padrões de desempenho - procedimento. (EMPRAPA).

Estes são alguns exemplos de dispositivos legais voltados para um tratamento mais adequado dos resíduos sólidos em nosso país. A realidade, no entanto, nos mostra que há muito ainda por pensar e fazer.

Os resíduos representam uma consequência de um tipo de vida em constante evolução. Essa evolução, no entanto, traz consigo o desperdício e a descartabilidade. O desenvolvimento da tecnologia torna a vida útil dos produtos bastante reduzida; mais e mais objetos descartáveis fazem parte do cotidiano dos indivíduos: sacolas de supermercados, copos, garrafas, talheres e pratos, telefones celulares, pilhas, baterias, aparelhos eletrodomésticos, entre outros. Isso, adicionado ao crescimento da utilização de embalagens nos últimos cinquenta anos, provocou um aumento significativo na quantidade de lixo produzido pelas populações urbanas

com um agravante, que é a baixa capacidade do mesmo em se degradar devido aos novos tipos de materiais utilizados.

A destinação de resíduos sólidos é questão de grande importância para os municípios devido aos problemas sociais, políticos, econômicos e ambientais.

4 Formas de Disposição de Resíduos

O lixo, após coletado, muitas vezes passa por uma seleção pela qual alguns materiais são separados e reaproveitados. Após esse processo, o lixo é enterrado em aterros próprios ou destinado a outros processos como reciclagem, incineradores e as usinas de compostagem.

Segundo o “site” Ambiente Brasil, “aterro é a disposição ou aterramento do lixo sobre o solo e deve ser diferenciado, tecnicamente, em aterro sanitário, aterro controlado e lixão ou vazadouro.”

4.1 Aterro Sanitário

O aterro sanitário se apresenta como a melhor solução para os resíduos não reaproveitáveis. São as áreas de terrenos apropriadas para a recepção do lixo, onde são feitos os tratamentos adequados para os gases e líquidos resultantes da decomposição dos materiais. Esses tratamentos visam a proteger o solo, a água e o ar da poluição.

No aterro sanitário não existem ou são bastante minimizados os aspectos negativos existentes nos lixões. É no aterro sanitário que o solo é impermeabilizado, o resíduo

é compactado e coberto diariamente e o chorume é coletado e tratado para não causar contaminações do solo e da água.

Segundo definição da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), aterro sanitário é o

Aterro para lixo residencial urbano com pré-requisitos de ordem sanitária e ambiental. Deve ser construído de acordo com técnicas definidas, como: impermeabilização do solo para que o chorume não atinja os lençóis freáticos, contaminando as águas; sistema de drenagem para chorume, que deve ser retirado do aterro sanitário e depositado em lagoa próxima que tenha essa finalidade específica, vedada ao público; sistema de drenagem de tubos para os gases, principalmente o gás carbônico, o gás metano e o gás sulfídrico, pois, se isso não for feito, o terreno fica sujeito a explosões e deslizamentos.

Segundo todos os regulamentos, o aterro sanitário pode ter uma vida útil longa, ao contrário dos lixões, que podem ser desativados em menos de cinco anos.

Para se instalar um aterro sanitário, são necessários estudos para que a área a ser ocupada não cause nenhum dano ao meio ambiente.

Um primeiro passo é impermeabilizar o solo para que não aconteça infiltração de líquido percolado, o chorume, produzido pela infiltração da água das chuvas e pela degradação de compostos que percolam através da massa de lixo aterrada, carreando materiais dissolvidos ou suspensos. Para evitar o excesso de águas de chuva, são colocados tubos ao redor do aterro, que permitem desvio dessas águas.

Segundo a Norma Técnica NBR 8419 (ABNT, 1984), o aterro sanitário não deve ser construído em áreas sujeitas à inundação. De acordo com essa Norma, é preciso que seja preservada uma camada de solo insaturado de, no mínimo, um metro e meio de espessura entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático. Deve, ainda, ser observada uma distância mínima de duzentos metros entre o aterro e qualquer curso d'água. O aterro deve ser acessado facilmente e deve

contar com uma arborização adequada voltada para que sejam evitadas as erosões, bem como espalhamento da poeira e retenção dos odores.

Devem ser construídos poços de monitoramento para avaliar se estão ocorrendo vazamentos e contaminação do lençol freático: no mínimo quatro poços, sendo um a montante e três a jusante, no sentido do fluxo da água do lençol freático. O efluente da lagoa deve ser monitorado pelo menos quatro vezes ao ano. (URBANO, 2007)

Embora sejam necessárias várias medidas anteriores à implantação do aterro sanitário, este é uma necessidade de todos os municípios e, conforme o volume de lixo gerado, alguns aterros podem ser implantados com gastos não muito elevados.

4.2 Lixão

É onde, de forma totalmente inadequada, é feita a disposição final dos resíduos sólidos. Ali, o lixo é simplesmente descarregado sobre o solo sem que seja adotada nenhuma medida para proteger o meio ambiente e a saúde da população. É uma área sem nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos - o chorume, o qual penetra no solo, contaminando-o, bem como contaminando o lençol freático.

Este descaso acarreta problemas à saúde pública, tais como a propagação de agentes transmissores de doenças e a poluição do solo e das águas.

Por não se ter nenhum controle sobre esses lixões, diversos tipos de resíduos são lançados ali, desde os domiciliares e comerciais, de baixa periculosidade, até aqueles oriundos das indústrias e dos serviços de saúde, de alto poder poluidor.

A foto abaixo mostra um lixão.



Figura 4 –Aspecto de um lixão

Fonte: www.vivercidades.org.br/publique222/media/far...

É nos lixões que moscas, pássaros e ratos convivem com o lixo livremente a céu aberto e, pior ainda, convivem com crianças, adolescentes e adultos catadores de lixo: aquelas pessoas que recolhem os rejeitos diretamente dos chamados lixões, visando à comercialização dos mesmos.

É evidente que os catadores dividem o lixo, também, com toda os tipos de agentes nocivos à saúde, como os vetores invisíveis, constituídos por bactérias, podendo trazer consigo doenças para as pessoas de seu convívio.

4.3 Aterro Controlado

Os aterros controlados são uma forma mais simples de aterro sanitário. De um modo geral, são antigos lixões que passaram por reformas, tais como isolamento do entorno para minimizar os efeitos do chorume gerado, canalização desse chorume para tratamento adequado, remoção dos gases produzidos em diferentes profundidades do aterro, recobrimento das células expostas na superfície, compactação adequada, e gerenciamento do recebimento de novos resíduos. Essas reformas tornam o local de destinação dos resíduos um empreendimento que, embora atenda à legislação, é inadequado sob a ótica ambiental, uma vez que contamina o solo e o lençol freático.

Embora seja um avanço em relação ao lixão, o aterro controlado não resolve o problema da produção acelerada de lixo. À medida que essa produção cresce, a capacidade dos aterros fica esgotada e torna-se imperioso construir mais e mais lugares para que esse lixo produzido seja depositado.

A Norma ABNT NBR 8849/1985 traz recomendações técnicas sobre esta forma de aterro, com exigências menores em relação à proteção ambiental.

O aterro controlado, embora seja uma alternativa melhor que o lixão, não pode ser tratado como uma adequada solução para o problema da disposição final dos resíduos sólidos, por causar poluição das águas superficiais, subterrâneas e do solo.

4.4 Incineração

É o processo de queima pelo qual se pode reduzir o peso (em mais de 75%), o volume (em mais de 90%) e a periculosidade dos resíduos. É pela combustão controlada que é eliminada a capacidade de transmissão de doenças da matéria

orgânica. E isso se faz mais necessário quando se trata de resíduos de saúde: para estes o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) considera a incineração o método mais adequado.

No Brasil, esse tipo de destruição de resíduos conta com os incineradores industriais e com o co-processamento em fornos de produção de clínquer. O co-processamento é uma forma eficaz de tratar os resíduos e é feito em fornos de cimento.

Esse tipo de tratamento dos resíduos sólidos, por ser seguro e definitivo, traz inúmeras vantagens, entre elas a não geração dos passivos ambientais. No entanto, a Resolução CONAMA 264/99 proíbe o co-processamento em resíduos domiciliares brutos e certos resíduos perigosos, "tais como os provenientes dos serviços de saúde, os rejeitos radioativos, os explosivos, os organoclorados, os agrotóxicos e afins." (AMBIENTE BRASIL)

Entidades ambientalistas como o Greenpeace alegam que essas formas de tratamento dos resíduos causam prejuízos à saúde humana, porque despejam substâncias tóxicas no meio ambiente. Em contrapartida, a Associação Brasileira de Limpeza Pública – ABLP - produziu um estudo mostrando que

os sistemas modernos de incineração de lixo são dotados de sistemas computadorizados de controle contínuo das variáveis de combustão, tanto na câmara primária quanto na de pós-combustão, bem como, nas demais etapas de depuração de gases e geração de energia. (AMBIENTE BRASIL)

4.5 Compostagem

A compostagem é um método para tratamento dos resíduos sólidos, no qual o material orgânico é decomposto por microorganismos na presença de oxigênio até o

ponto em que poderá ser armazenado e manuseado com segurança e aplicado ao meio ambiente. É o processo de transformação de materiais grosseiros em materiais orgânicos que podem ser utilizados na agricultura, bem como em jardins e hortas, trazendo nutrientes para as plantas. Esse processo dá um destino adequado aos resíduos domésticos, tais como restos de comidas, resíduos de jardim, jornais, serragem, entre outros.

No entanto, há resíduos que não devem ser usados para compostagem, tais como resíduos humanos ou dejetos de animais, plantas doentes, ervas daninhas invasoras, cinzas de carvão, papel lustroso e plantas tratadas com pesticidas. (FREUDENRICH, 2007)

A meta mais importante da compostagem é a redução da quantidade de resíduos sólidos produzidos, o que acarretará em menos espaços ocupados nos depósitos de lixo das cidades.

Os resíduos sólidos são, muitas vezes, encaminhados para as usinas de compostagem, que são instalações dotadas de pátio e conjunto de equipamentos destinados a promover ou auxiliar o tratamento das frações orgânicas dos resíduos sólidos.

Quando chega a uma usina, o lixo passa por uma triagem para que seja separado o material que pode ser reciclado (plásticos, vidros, papel, alumínio etc.)

Após essa triagem, que é feita manualmente,

o lixo vai para um reator chamado de biodigestor, um cilindro giratório que tem por finalidade uniformizar os componentes heterogêneos do lixo, misturando os mais ricos em nitrogênio com os mais pobres, os mais secos, com os mais suculentos e os mais pesados com os mais leves. (SILVA, 2003, p. 2)

São quatro os tipos de processo de compostagem:

1. **Quanto à biologia:** a fermentação acontece de forma:

- aeróbia (na presença de oxigênio)
- anaeróbia (na ausência do oxigênio)
- ambiente misto.

2. **Quanto à temperatura:**

- processo criofílico → temperatura inferior ao ambiente;
- processo mesofílico → temperatura entre 40 C a 55 C e
- processo termofílico → temperatura próxima a 70 C

3. **Quanto ao ambiente:** local onde acontece a compostagem.

- aberto (pátios)
- fechado (interior dos equipamentos)

4. **Quanto ao tipo de processamento:**

- estático ou natural → movimento esporádico da leira
- dinâmico ou acelerado → a massa é revolvida continuamente.

4.6 Reciclagem

Sob a óptica ecológica, o processo mais eficiente para se tratar resíduos sólidos é o da reciclagem, que é o retorno da matéria-prima ao ciclo de produção do qual foi descartado. O termo, porém, já vem sendo usado popularmente para designar o conjunto de técnicas envolvidas nesse processo: a coleta dos materiais que se

tornariam lixo (ou que já estão no lixo), a separação desses materiais e o seu processamento.

No Brasil, reciclam-se plástico, vidro, metal, papel e papelão. É de fundamental importância a reciclagem de materiais, tanto para diminuir o volume de resíduos, como para que sejam poupados os recursos naturais e, ainda, para causar menos poluição ao ar, à água e ao solo. Mais reciclagem traz menor necessidade de aterros e lixões, além de uma grande economia de energia e de água, necessárias na produção de novos produtos. A reciclagem traz, também, uma maior geração de empregos, além de movimentar uma economia importante, o que significa combinar responsabilidade social e ecológica.

O Gráfico 2, a seguir, mostra os números da reciclagem no Brasil:



Gráfico 2 – Números da Reciclagem no Brasil
Fonte: Silva, 2003

Para se ter uma idéia de como reciclar ajuda a economizar recursos naturais, para se produzir uma tonelada de alumínio novo, são necessárias cinco toneladas de bauxita. Cada cinquentas quilos de papel reciclado evita o corte de mais uma árvore do planeta. O vidro, por sua vez, pode ser reciclado infinitamente, já que cada quilo deste material rende outra quantidade exatamente igual. (RODRIGUES, 2003)

A quantidade de resíduos produzidos nos países aumenta à medida que o consumo de bens perecíveis ou de curta vida útil também aumenta.

Cada município precisa gerenciar de maneira adequada a destinação para esses resíduos. Cada tipo de lixo é responsabilidade de um setor, conforme mostra o Quadro 2, a seguir:

Tipos de Lixo	Responsável
Domiciliar	Prefeitura
Comercial	Prefeitura
Público	Prefeitura
Serviços de Saúde	Gerador (Hospitais etc.)
Industrial	Gerador (Indústrias)
Portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários	Gerador (Portos, Aeroportos etc.)
Agrícola	Gerador (agricultor)
Entulho	Gerador

Quadro 2 – Responsabilidades sobre o lixo
Fonte: Prefeitura.sp.gov.br

No entanto, mesmo com a definição das responsabilidades, mesmo com uma vasta legislação a respeito, dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, IBGE (2000), sobre os resíduos sólidos mostram que:

- 85,1% dos distritos brasileiros possuem serviço de limpeza urbana e coleta de lixo, sendo que 72,2% desses distritos têm como destinação final do lixo vazadouros a céu aberto (lixões) e/ou áreas alagadas;

- 17,3% dos distritos com serviço de limpeza urbana e coleta de lixo possuem aterros sanitários;
- No Brasil, apenas 10,2% dos distritos com serviço de limpeza urbana e coleta de lixo possuem usinas de compostagem e/ou reciclagem;
- O Brasil coleta 230 mil toneladas de lixo/dia, mas somente 82 mil toneladas/dia (36,0%) vão para aterros sanitários. (IBGE, 2002);

Na cidade de Ribeirão Preto, o gerenciamento dos resíduos sólidos é feito pelo DAERP - Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto.

Desde 1974, a cidade vem buscando soluções para a destinação final de seus resíduos sólidos. De acordo com Muñoz (2002), de 1974 a 1979 funcionou um “lixão a céu aberto, sem controle dos resíduos ali dispostos e representando área de alto impacto ambiental que até hoje exige cuidados e estudos para remediação.” (p. 30).

Durante o período compreendido pelos anos de 1979 e 1989 funcionou o “Lixão de Serrana”, uma área de 50 mil m² localizada entre os municípios de Ribeirão Preto e Serrana. Em 1989 eram despejados nesse lixão 210 toneladas/dia de resíduos. Conforme menciona Muñoz (2002), caminhões transportavam lixo doméstico e resíduos provenientes dos serviços de saúde que eram “lançados em buracos abertos no solo, sendo recobertos com uma camada de terra.” Em relação ao lixo hospitalar, a autora mostra que este “recebia uma camada de cal antes da cobertura, o que não impedia sua catação prévia por inúmeras pessoas que ali trabalhavam clandestinamente.” (p. 30).

Foi a partir de 1990 que se criou o aterro sanitário, construído de acordo com as normas técnicas vigentes. Esse aterro ocupou, inicialmente uma área 135.000 m² e

foi projetado para em nove anos, ou seja, até 1999, ocupar a área total de 201.400 m².

Diariamente são coletados nesta cidade 480 toneladas de lixo, que são destinados ao aterro sanitário. Segundo dados do Daerp, ao todo são produzidas cerca de 500 toneladas de lixo por dia, média de um quilo por habitante. Desse total, apenas seis toneladas são de materiais recicláveis.

A situação do aterro sanitário de Ribeirão Preto é bastante precária, já que o mesmo está com sua capacidade esgotada. Estão sendo iniciados procedimentos para que seja implantado um novo aterro.

Um projeto de reciclagem do lixo poderia ser uma boa solução para uma significativa diminuição do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário. Segundo informações do jornal Folha de S. Paulo, o município de Ribeirão Preto poderia arrecadar mais de sete milhões de reais com uma coleta seletiva abrangente. “Esse dinheiro poderia vir da venda do lixo reciclável _papéis, vidros, plásticos e metais_ que é despejado no aterro sanitário.” (SPINELLI, 2003, p. 1).

A coleta efetuada e mais a quantidade que é depositada voluntariamente pelos moradores perfazem um total de oito toneladas/dia de lixo reciclável, quantidade que representa 1,6% do total dos resíduos produzidos diariamente. Se essa coleta atingisse 30% do volume de resíduos, a vida útil do aterro sanitário de Ribeirão Preto poderia ser estendida e a prefeitura Municipal poderia arrecadar algo em torno de sete milhões e seiscentos mil reais em material reciclável, ao invés dos R\$ 400.000 arrecadados atualmente. (SPINELLI, 2003).

Segundo informações do Jornal “A Cidade” (2007) trinta e sete bairros são atendidos pela coleta seletiva, o que representa 10% de toda a área do município.

Por estar praticamente sem condições de operação, o aterro sanitário de Ribeirão Preto não tem mais como ter sua vida estendida, sendo, portanto, urgente a implantação de um novo aterro sanitário, cuja viabilidade econômica é o objeto deste trabalho.

CAPÍTULO 2 – ATERRO SANITÁRIO

O Aterro Sanitário é uma espécie de depósito onde são descartados resíduos sólidos provenientes de residências, indústrias, hospitais e construções. É projetado para receber e tratar o lixo produzido pelos habitantes de uma cidade. Esse tipo de recebimento e tratamento dos resíduos sólidos é baseado em estudos que visam à redução máxima possível dos impactos causados ao meio ambiente.

Grande parte dos resíduos descartados não pode ser reciclada, mas podem ser encontrados nos aterros sanitários plásticos, vidros, metais e papéis que, havendo coleta seletiva, poderiam ser encaminhados para a reciclagem, trazendo, assim, inúmeras vantagens para a população e para o meio ambiente.

Embora o aterro sanitário seja uma técnica segura, acontece, durante o processo de decomposição dos resíduos sólidos, a liberação de gases e líquidos (chorume ou percolato) muito poluentes. Isso faz com que sejam necessários cuidados como a impermeabilização do solo e implantação de sistemas de drenagem eficazes, entre outros, para que se possa evitar a contaminação da água, do solo e do ar.

Em sua grande maioria, os aterros sanitários estão localizados em locais afastados das cidades, para que se evite o mau cheiro e a contaminação do solo e das águas subterrâneas; são implantados sob normas rígidas e devem, necessariamente, controlar a quantidade e o tipo de lixo que recebe e seus sistemas de proteção ao meio ambiente.

Um aterro sanitário deve ter uma vida útil de, no mínimo, dez anos e um monitoramento por mais alguns anos, depois que atinge o limite de capacidade de armazenagem.

Segundo o Manual de Operação de Aterros Sanitários (s/d), há vantagens no Aterro Sanitário tais como:

a) baixos custos: apesar do custo inicial ser relativamente alto, o aterro sanitário permite um controle operacional, evitando gastos posteriores com meio ambiente;

b) auto-suficiência como destinação final: ao contrário de outros métodos, como a incineração e a reciclagem, o aterro sanitário não apresenta resíduos no final do seu processo.

c) controle: todas as etapas são acompanhadas por técnicos capacitados.

1 Procedimentos operacionais de um aterro sanitário

De acordo com o preconizado pela CETESB (2005) e pelo CONDER (s/d), compõem as atividades operacionais de um aterro sanitário:

- a) frente de trabalho,
- b) enchimento da célula,
- c) cobertura do topo da célula,
- d) cobertura dos taludes da célula,
- e) acabamento dos drenos de gás após o encerramento da célula.

Toda esta seqüência deverá ser repetida até o enchimento completo de todos os lotes em todos os níveis.

Além disso, também deve ser alvo da preocupação dos administradores do A.S. o controle de aves, além do cobertura de todos os resíduos com solo. Após cada descarga, deve-se utilizar instrumentos sonoros (fogos de artifício ou sirenes) para

afugentar as aves, de maneira a evitar, a qualquer custo, a permanência das mesmas na área do aterro (CETESB, 2005).

Todos os dias, as atividades de um A.S. seguem uma rotina, de acordo com o Manual CONDER (s/d) que deve ser obedecida.

a) num primeiro momento, procede-se à recepção dos resíduos, ou seja, os funcionários recebem os caminhões previamente cadastrados, identificam os transportadores, verificam e registram a procedência da carga (resíduos domésticos, entulhos, podas, resíduos de saúde e industriais), pesam e registram toda a operação;

b) após o recebimento, os resíduos sólidos são colocados nas respectivas células. Esses resíduos são os domésticos e os coletados em pequenos estabelecimentos comerciais e de serviço como supermercados, restaurantes, lojas e outros considerados similares.

O Manual CONDER (s/d) afirma que

No início da operação do aterro, a deposição se processa sobre o fundo da célula que deve estar preparado e impermeabilizado com camada de argila compactada. Caso seja utilizada a manta sintética sob a camada de argila, deve-se tomar cuidado para não danificá-la durante a operação. (p. 17);

c) no final do dia, todo o lixo recebido deve ser coberto com terra. No entanto, o Manual aconselha que a cobertura diária seja feita com camada, preferencialmente de argila, de 15 a 20 cm de espessura. Assim evita-se a presença de vetores como ratos, baratas e aves e que o lixo se espalhe em dias de ventania.

O mesmo Manual recomenda que a cobertura final, quando o A.S. tiver sua capacidade esgotada, seja feita com sessenta centímetros de espessura (sobre as superfícies que ficarão expostas permanentemente - bermas e taludes definitivos; estas deverão ser recobertas por uma camada de cascalho) e que se plante grama nos taludes definitivos e platôs, o que será uma barreira contra a erosão;

d) o manual faz, ainda, recomendações a respeito da drenagem interna. Segundo esse documento, conforme sejam formadas as células (decorrentes das camadas de lixo) devem ser construídos drenos internos horizontais e verticais. Tais drenos devem ser interligados para melhor eficiência na drenagem dos gases (principalmente o metano, explosivo e bastante volátil) e chorume, gerados na decomposição do lixo. Esse documento afirma que:

Todos os dispositivos de drenagem devem ser mantidos desobstruídos para impedir a entrada de água no aterro, evitando a contaminação de um maior volume de água. As águas de chuva coletadas dentro do aterro devem ser drenadas diretamente para os cursos d'água, a fim de evitar seu contato com o chorume. (p. 23);

f) a respeito do entulho, o Manual refere que, por se tratar de resíduo inerte, ele pode ser:

- descarregado junto à frente de trabalho, se for constituído de terra;
- armazenado para ser aproveitado, se forem cascalhos e pedregulhos provenientes de escavações ou restos de demolições;
- colocado na vala de entulho, se não puder ser aproveitado no aterro sanitário;

g) com relação à poda de árvores, o Manual recomenda que esse material seja depositado no pátio previsto e que, após secagem e desfolhagem, seja aproveitado como lenha ou no processo de compostagem;

h) quanto ao lixo industrial, não é permitido o acesso a resíduos de classe I. No entanto, podem ser dispostos os resíduos de classe II (não inertes) e classe III (inertes), desde que uma autorização especial seja concedida pelo CRA e pela CONDER;

i) para finalizar, o manual explicita que resíduos líquidos, como os de caminhões limpa-fossa, não devem ser admitidos no aterro sanitário.

1.1 Tratamento do chorume

A composição do lixo, a quantidade de resíduos dispostos, a forma de disposição desses resíduos, os índices de precipitação, evaporação e transpiração, a extensão da área ocupada e o tempo decorrido desde o início da disposição é que vão determinar a quantidade de chorume, que é um líquido escuro e muito poluente, que deve ser drenado e conduzido para um sistema de tratamento, antes de ser lançado no corpo d'água.

Hamada et al. (2002) ensinam que, para que se encontre a melhor solução de tratamento do chorume, devem ser observadas etapas essenciais, tais sejam:

- proceder a uma estimativa da vazão do chorume, fazendo-se uso de algum método de balanço hídrico;
- estimar, também, a concentração de contaminantes em função da idade do aterro;
- checar quais são as opções de tratamento e de disposição, levando-se em conta a qualidade do chorume, limitações de lançamento e custos e

- selecionar o sistema de tratamento e disposição que reflita as incertezas operacionais e respectiva flexibilização.

Dentre os tratamentos possíveis, Ferreira et al (2001) destaca o tratamento biológico (aeróbio e anaeróbio).

Esse tipo de tratamento implica em lagoas de estabilização e se caracteriza por ser um processo simples, eficiente e de baixo custo. Neste processo, “a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas.” (SILVA, s/d)

Este tratamento é bastante indicado em nosso país devido às condições que aqui prevalecem, tais como:

- clima favorável (temperatura e insolação elevadas),
- operação simples,
- necessidade de poucos ou nenhum equipamento.

De acordo com o Manual CONDER (s/d) este é o método usado mais freqüentemente nos aterros sanitários e ensina que: “após o tempo em que fica retido na lagoa (tempo de detenção) o líquido deve estar em condições de ser lançado nos corpos d’água sem risco de contaminação.”

No entanto, de acordo com Couto & Braga (2003), o processo anaeróbio não é suficiente para que se obtenha um tratamento completo do chorume para que este seja lançado nos cursos d’água, sendo, assim, necessário que este processo seja associado a um processo aeróbio para que se alcance o tratamento adequado. Esses autores salientam, também, que “a infiltração rápida é um processo de tratamento secundário de esgoto doméstico bastante difundido, que tem

apresentado bons resultados. No entanto, a sua aplicação para o tratamento de chorume é pouco conhecida.”

Segundo Moraes & Bertazzoli (2005), no Brasil, trata-se o chorume pelo método da recirculação, onde o mesmo é tratado por meio de sua aspensão sobre a superfície do aterro; pela via da oxidação biológica ou levado por caminhões-pipa até Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) onde, após tratamento microbiológico, é lançado, juntamente com o esgoto, nos cursos d' água.

O método da recirculação está associado ao retorno do chorume para o interior do aterro, onde as bactérias que atuam na decomposição do lixo serão nutridas pelo chorume, produzindo e aumentando a atividade bacteriana.

Hamada et al (2002) mostram algumas vantagens da recirculação do chorume, tais sejam:

- Aceleração na estabilização biológica do aterro sanitário;
- Redução consistente dos componentes orgânicos do chorume;
- Redução volumétrica do chorume devido a evapotranspiração;
- Adiamento da implantação inicial do sistema de tratamento de chorume;
- Redução dos custos do sistema de tratamento de chorume.

Esses autores apontam, ainda, dentre as desvantagens do uso desse processo:

- Apesar da redução de DBO, promove aumento da concentração de metais e cloretos;
- Elevação nos custos das instalações e por exigir uma rede maior de drenagem de chorume;
- Obstrução dos drenos de chorume;

- Problemas de odor;
- Aumento dos riscos de vazamento de chorume pela elevação do nível d'água dentro do aterro;
- Durante a fase ácida, a recirculação do chorume pode promover a dissolução de grandes quantidades de metais, resultando na inibição das atividades microbiológicas, e portanto da degradação da matéria orgânica.

2 Procedimentos de operação e manutenção da lagoa anaeróbia e da lagoa facultativa

De acordo com o Manual CONDER (s/d) esses procedimentos devem ser diários e periódicos.

A Figura 5, a seguir, mostra os procedimentos recomendados por esse documento:

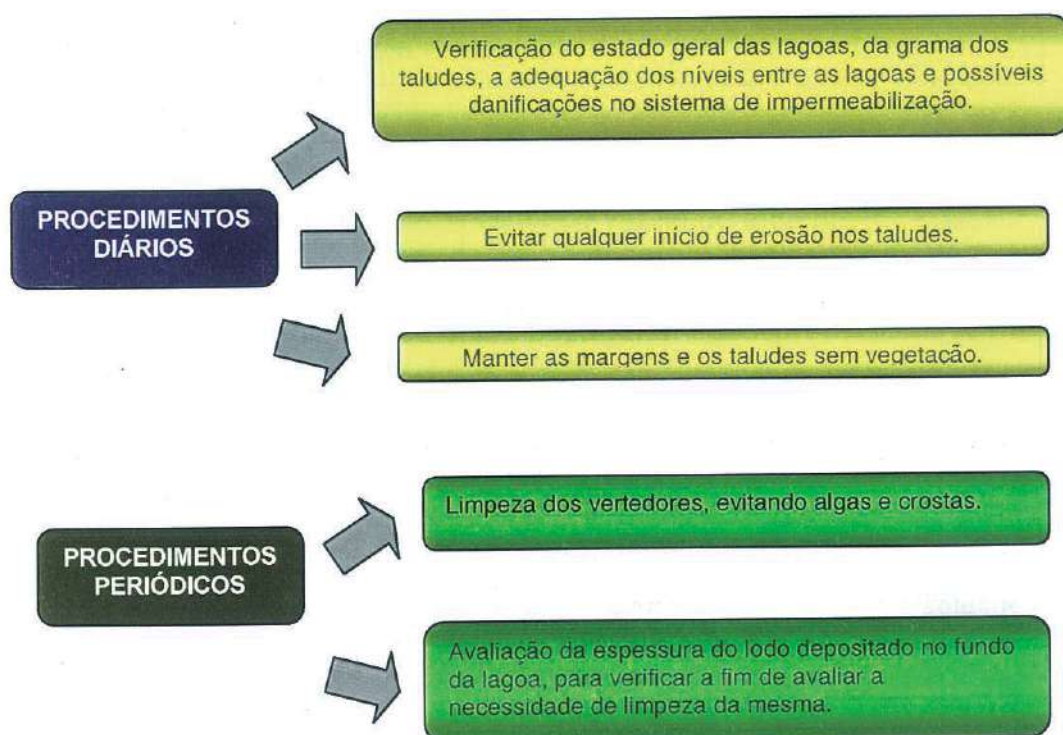


Figura 5 - Procedimentos de operação e manutenção da Lagoa Anaeróbia e da Lagoa Facultativa

Fonte: Manual CONDER (s/d)

Um aterro sanitário, por mais que sejam observados os procedimentos necessários, pode apresentar alguns problemas. Os mais freqüentemente observados, de acordo com o Manual em questão, são os odores desagradáveis e a proliferação de insetos.

Em relação aos odores, estes são gerados principalmente pelos percolados e pelos gases. Estes últimos podem ser minimizados com recobrimento eficiente e sistemas de drenagem direcionados à recuperação desses gases. Para atenuar a ação dos percolados na produção de odores, deve-se escolher cuidadosamente o tratamento que será utilizado. Devido ao fato de o percolado ser armazenado para, depois, ser tratado, devem ser empregados tanques enterrados e cobertos para que seja reduzido substancialmente os fortes odores gerados.

Se o problema persistir, as causas e as soluções prováveis são as apresentadas no Quadro 3, a seguir:

Problema: Odores Desagradáveis

Causas	Soluções
Sobrecarga orgânica com redução do tempo de detenção	Diminuir vazão do afluente
Longos períodos de tempo nublado e baixa temperatura	Limpeza geral
Presença de substâncias tóxicas	Escuma ou nata deverá ser quebrada com jatos de água ou destruída com rastelo e depois enterrada

Quadro 3 - Odores Desagradáveis no Aterro Sanitário: causas e soluções
 Fonte: Manual CONDER (s/d, p. 32)

Se o problema, porém, for a proliferação de insetos, tem o que se mostra no Quadro 4, a seguir:

Problema: Proliferação de insetos
--

Causas	Soluções
Sedimentos retirados das caixas deixados expostos nas proximidades	Enterramento dos sedimentos retirados nas operações de limpeza do sistema
Crescimento de vegetais nos taludes internos	Remoção dos vegetais aquáticos (sobrenadantes) e capina e queima dos vegetais terrestres
Manutenção deficiente dos diques e demais dependências	Se possível, habitar a lagoa com peixes que se alimentem da larvas de mosquitos

Quadro 4 – Proliferação de insetos num aterro sanitário
Fonte: Manual CONDER (s/d, p. 32)

De acordo com Nahas (2005), a aproximação de aves, tais como urubus, gaivotas, garças, entre outras, também pode se constituir em um problema a ser solucionado. Elas podem aparecer quando estiver sendo feita a descarga dos resíduos. Uma solução bastante comum é a queima de fogos de artifício. Outra, menos utilizada, é a utilização de aves de rapina (gaviões e corujas, por exemplo) treinadas para afastar as aves não desejadas.

3 Pessoal e Máquinas

Conforme instruções contidas no Manual referido (p. 35), um aterro sanitário, para ser eficazmente operado, necessita de pessoas, máquinas e equipamentos. Os operadores, dentre eles, engenheiros, encarregados, operadores de máquinas,

fiscais, balanceiros, entre outros, deverão ser adequadamente treinados para que possam desenvolver suas atividades técnico-operacionais a contento.

4 Monitoramento

Uma vez implantado, o aterro sanitário deve ser constante monitorado. De acordo com instruções da TR (2007), esse monitoramento deve incidir sobre:

a) recursos naturais→ para acompanhar a evolução das condições naturais da área.

b) processo de operação→ para uma constante avaliação dos padrões de eficiência do tratamento dos resíduos.

As áreas que já estiverem concluídas precisam receber constante monitoramento quanto à drenagem para coleta e tratamento dos percolados e das tubulações de captação de gases. Esse monitoramento deve ser estendido para que seja verificada a ocorrência de contaminação do solo ou das águas subterrâneas.

5 Manutenção

O Manual CONDER (s/d p. 47) salienta que a manutenção do aterro sanitário seja eficiente e que qualquer problema que venha a surgir no aterro sanitário deve ser imediatamente sanado para que não se agrave. Entre os serviços de manutenção, o Manual aponta:

- manutenção do sistema
- paisagismo;
- manutenção do sistema de drenagem de chorume;

- manutenção das máquinas e equipamentos;
- manutenção da limpeza geral da área;
- manutenção do sistema de monitoramento geotécnico;
- manutenção do sistema de drenagem superficial;
- manutenção das cercas e portões

6 Condições adversas

Um aterro sanitário deve estar preparado para qualquer que seja a situação, já que algumas condições adversas podem ocorrer a qualquer momento. De acordo com o Manual CONDER (s/d, p. 52) uma dessas situações é o período chuvoso. Para períodos assim, é necessário que o aterro sanitário tenha um estoque de material de cobertura, de material granular para dreno e de cascalho para possíveis reparos.

O Quadro 5, a seguir, mostra algumas dessas situações adversas e suas possíveis soluções:

CONDIÇÕES ADVERSAS EM UM ATERRO SANITÁRIO	
PROBLEMA	SOLUÇÃO
Acúmulo de água, poças, assoreamento etc.	Manutenção rigorosa do sistema de drenagem superficial
Comprometimento dos trânsito e descarregamento dos caminhões.	Manutenção das vias não pavimentadas.
Fissura nas células provocando infiltração das águas superficiais e, conseqüente, aumento da vazão de chorume	Recomposição da camada de cobertura

Quadro 5 – Condições adversas em um aterro sanitário
Fonte: Manual CONDER (s/d, p. 52)

Pode-se observar, portanto, que o aterro sanitário é o meio mais eficaz para depósito dos resíduos sólidos urbanos. No entanto, são necessários cuidados especiais, das mais diversas ordens, para que o meio ambiente seja preservado e para que o aterro sanitário tenha sua vida útil maximamente estendida.

CAPÍTULO 3 – O ATERRO SANITÁRIO DA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO

A região sudeste do Brasil é a que mais se destaca tanto na produção de lixo quanto na quantidade de sistemas de tratamento e disposição final desses resíduos.

No estado de São Paulo, a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental efetua diversos levantamentos sobre as condições ambientais e sanitárias dos locais de destinação final de resíduos domiciliares nos municípios paulistas.

Os resultados desses levantamentos são apresentados no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares, publicado anualmente, desde 1997.

O aterro sanitário a ser instalado na região de Ribeirão Preto tem como finalidade principal a disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo município de Ribeirão Preto e os demais que compõem a região. O município sede da região possui uma área de 650 Km² e uma altitude de 546 m, está distante 313 Km a noroeste da capital do estado e a 706 quilômetros de Brasília. Possui uma população de pouco mais de quinhentos mil habitantes que geram uma quantidade de quinhentas toneladas de resíduos por dia (Portal Nosso São Paulo, 2008).

A região toda é formada por dezesseis municípios, abrange uma área total de 6.023,3 km² e uma população de 799.783 habitantes. A Figura 6, a seguir, mostra a região de Ribeirão Preto almejada pelo empreendimento em questão.

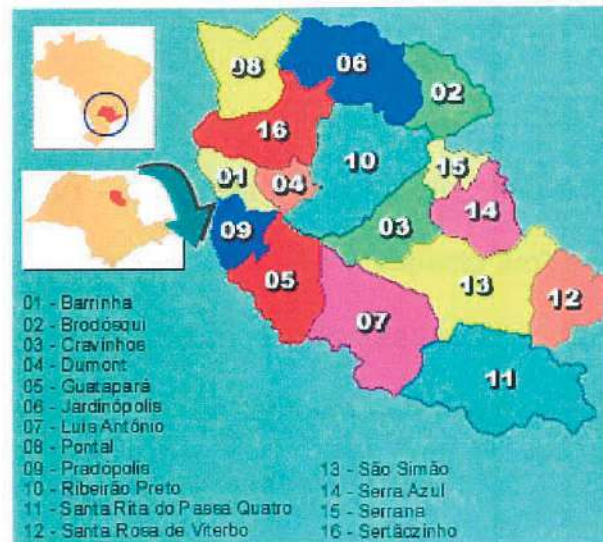


Figura 6 – Região de Ribeirão Preto
Fonte: City Brazil (s/d)

Se considerada toda a região, certamente a quantidade de resíduos sólidos produzida ultrapassaria a casa das mil toneladas por dia. Assim sendo, um aterro sanitário que pudesse atender a toda essa região precisaria estar equipado e preparado para dar continuidade na disposição final dos resíduos sólidos gerados pelo município sede, bem como fornecer uma destinação final correta dos resíduos sólidos urbanos gerados por alguns municípios do entorno.

1 Características

O aterro sanitário da região de Ribeirão Preto será projetado para receber até mil toneladas de resíduos sólidos por dia, entre lixo doméstico e lixo industrial, com uma vida útil projetada para vinte anos.

A empresa encarregada da instalação, operação e gerenciamento desse aterro deverá selecionar uma área de aproximadamente vinte hectares, inserida na região.

Essa área deverá ficar a cerca de dez quilômetros de áreas urbanas e de dois a três quilômetros da rodovia principal e de fácil acesso.

2 Justificativa

O aterro sanitário a ser instalado na região deverá estar de acordo com a Resolução nº 001/86 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Essa resolução exige que seja elaborado um estudo sobre o impacto ambiental e que seja elaborado um relatório sobre as atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras do meio ambiente. A resolução exige também que sejam realizados estudos sobre os sistemas de tratamento e disposição dos resíduos.

A instalação do aterro se apóia em três aspectos principais:

2.1 Oportunidade

Nas últimas décadas vem ocorrendo um aumento considerável na produção de resíduos sólidos urbanos, devido, principalmente, ao crescimento da população, à intensificação das atividades humanas nas cidades, além de novos hábitos de consumo.

Esse processo pode ser sentido nas cidades maior porte onde a destinação final do elevado volume de resíduos domiciliares, constitui um grande problema, agravando ainda mais a situação nada satisfatória do seu gerenciamento, dentro dos padrões ambientais almejados.

De acordo com a CETESB (2007), as cidades que compõem a região de Ribeirão Preto alcançaram o IQR (índice de Qualidade de Resíduos) mostrado no Quadro 6, a seguir:

MUNICÍPIO	Lixo Ton/d	IQR
Barrinha	11.7	3.8
Brodósqui	7.7	6.0
Cravinhos	13.0	3.6
Dumont	2.8	4.2
Guatapar	1.8	5.3
Jardinópolis	13.6	10.0
Luís Antnio	3.1	9.7
Pontal	14.0	3.9
Pradópolis	5.9	5.4
Ribeirão Preto	398.3	6.2
Santa Rosa de Viterbo	8.8	9.2
São Simão	5.3	8.9
Serra Azul	3.2	6.2
Serrana	16.6	6.2
Sertãozinho	52.3	6.2
Total	564.1	6,32

Quadro 6 – IQR dos municípios da região de Ribeirão Preto
Fonte: CETESB, 2007

Calcula-se o ndice de Qualidade de Resíduos (IQR) aplicando-se um questionário padronizado com o objetivo de analisar a localizao, a estrutura e o nível operacional do aterro sanitário – ou equivalente. Esse questionário é preenchido por ocasião da inspeo técnica da CETESB.

Os três sub-itens juntos representam 130 pontos que d a nota máxima ao IQR 10. Se a pontuao ficar entre 0 e 6, o aterro é considerado Inadequado. De 6,1 até 8 é considerado controlado e acima de 8,1 aterro adequado, o que significa que atende padrões de engenharia, como em qualquer outro empreendimento produtivo. (CETESB, 2008, p.3)

O Quadro 6 revela que a região de Ribeirão Preto produziu no ano de 2007 próximo de seiscentas toneladas de resíduos ao dia. Mostrou também que os municípios em questão alcançaram uma média de 6,32, o que significa que a maioria desses municípios opera seus aterros sanitários de forma controlada ou adequada. No entanto, analisando-se cada um dos municípios, observa-se que em sete deles, o IQR está abaixo da média considerada boa (acima de 6.0), o que vale afirmar que nesses municípios o aterro sanitário opera em situação inadequada.

2.1.1 Situação da Destinação Final de Resíduos Sólidos no Município de Ribeirão Preto

O município de Ribeirão Preto, sede da região, possui um aterro sanitário, desde 1990, localizado às margens da Rodovia Mário Donega que liga esse município a Dumont e Pradópolis. A responsabilidade pelo aterro sanitário é do DAERP – Departamento de Água e Esgotos de Ribeirão Preto. Após quase dezenove anos de atividade, o aterro sanitário de Ribeirão Preto está com sua vida útil esgotada.

De acordo com Henrique (2008), a CETESB autorizou o transporte das quase quinhentas toneladas diárias do lixo produzido em Ribeirão Preto para o Centro de Gerenciamento de Resíduos (CGR) em Guatapará, a sessenta e cinco quilômetros da cidade sede da região.

O transporte do lixo recolhido na cidade para o aterro do município vizinho implica em mais despesas para a prefeitura, tais como a aquisição de caminhões adequados para o transporte e gastos com combustível, já que a distância a ser percorrida diariamente é de sessenta quilômetros. Além disso, as demais cidades da região, que poderiam utilizar o aterro sanitário de Ribeirão Preto, não podem fazê-lo, o que acarreta mais dificuldades para a região.

2.1.2 Área de Influência mercadológica do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto

Quando se trata da disposição de resíduos sólidos domiciliares e industriais, além das condições das unidades de recebimento, ou seja, se estas se encontram devidamente licenciadas e aprovadas pelo órgãos ambientais, tem-se que a distância é o fator preponderante para a escolha do local de destinação final.

De acordo com estudos mercadológicos realizados para empreendimentos similares, verifica-se que geradores de resíduos que estejam localizados a distâncias que extrapolem um raio de aproximadamente 50 km em linha reta da entidade destinadora, que equivale a cerca de 70 km de trajeto, não encaminham seus resíduos para esta entidade destinadora pelo custo do transporte, principalmente se existirem outras opções de destinação mais próximas e se houver malha viária adequada para acessá-las.

Desta forma, é possível inferir que os municípios e/ou entidades geradoras mais próximas à unidade destinadora são mais prováveis para destinar seus resíduos, independentemente da região metropolitana em que estes estão inseridos.

Assim sendo, tanto para os resíduos domiciliares como para os resíduos industriais, pode-se definir como área de influência mercadológica do empreendimento em pauta, os municípios situados a um raio de 50 Km do município de Ribeirão Preto, independentemente da Bacia Hidrográfica que esteja localizado.

É importante destacar que outras localidades não devem ser descartadas, principalmente se houver uma otimização do custo de transporte como, por exemplo, transbordo para veículos de maior capacidade que viabilizaria a destinação.

Quando se trata de resíduos sólidos domiciliares, o que se percebe é que os municípios com menor índice populacional apresentam maiores deficiências no que diz respeito à destinação adequada de resíduos. Na região de Ribeirão Preto, a situação é a mesma. Dos quinze municípios que compõem a região de Ribeirão Preto, oito produzem abaixo de dez toneladas diárias de resíduos sólidos. Desses oito, cinco municípios receberam avaliação de "inadequados" por parte da CETESB, em relação à destinação desses resíduos.

A implantação do aterro sanitário de Ribeirão Preto se mostra necessária e oportuna, já que boa parte dos municípios da região, que se utilizam de lixões ou aterros controlados para depositarem seus resíduos sólidos poderão melhorar suas condições ambientais, sanitárias e de saúde pública se passarem a encaminhá-los para um sistema adequado.

Considerando-se que a região toda, em 2007, de acordo com a CETESB, produziu aproximadamente seiscentas toneladas diárias de resíduos e considerando-se, ainda, que a capacidade diária do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto giraria em torno de mil toneladas/dia, tem-se que haveria capacidade para que pudessem ser atendidas outras cidades que, embora não façam parte da região administrativa de Ribeirão Preto, estejam geograficamente próximas da cidade sede como, por exemplo, Batatais (45 km), Orlândia (54 km), Pitangueiras (53 km), Sales Oliveira (51 km) e Santa Cruz da Esperança (47 km).

Diante do exposto, tem-se que a implantação do empreendimento se apresenta como uma opção bastante interessante e viável, não somente para Ribeirão Preto, mas também para a melhoria da destinação final dos resíduos gerados nos municípios do entorno que ainda não possuem destinação adequada.

2.2 Justificativa da alternativa locacional

A área destinada ao empreendimento será uma área de cinquenta alqueires localizada a aproximadamente 20 km da área urbana de Ribeirão Preto.

Os critérios para a escolha da área onde será instalado o aterro sanitário da região de Ribeirão Preto são:

- a) a área, atualmente, deve ser destinada ao cultivo agrícola, não havendo, portanto, necessidade de supressão de vegetação de interesse;
- b) deve ser uma área grande o suficiente para que seja implantado o aterro sanitário, mantendo-se uma distância suficiente dos núcleos habitacionais mais próximos;
- c) as vias de acesso devem estar disponíveis e adequadas, o que facilitará o transporte seguro dos resíduos;
- d) não devem existir interferências, tais como linhas de transmissão, gasodutos, oleodutos entre outros, que possam ser elementos de restrição ou que possam exigir remoção para que a área seja utilizada;
- e) A área destinada ao aterro, deve possuir condições naturais geológicas e geotécnicas extremamente favoráveis;
- f) Não deve apresentar nenhum tipo de conflito com o tipo de uso e ocupação do solo.

Será escolhida, então, uma área com todas estas características, com as dimensões significativas e adequadas para receber o sistema proposto e, que obedeça aos critérios técnicos, ambientais e legais.

2.3 Justificativa da alternativa tecnológica

A exemplo de outros países, o Brasil vem adotando critérios e procedimentos voltados para o gerenciamento dos resíduos de origem urbana, de forma que esses materiais não se constituam em impactos adversos para a qualidade ambiental e não se transformem em passivos ambientais.

Assim, surgiram regulamentações técnicas sobre o assunto sempre visando à garantia da manutenção e melhoria da qualidade ambiental das regiões sob influência dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos.

Nesse sentido devem ser citadas as normas brasileiras, editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, que estabeleceram critérios técnicos para a elaboração e apresentação de projetos dos sistemas de tratamento e disposição de resíduos sólidos, para a norma NBR 8419, que dá as diretrizes para a apresentação de projetos de Aterros Sanitários, segundo a Norma 10.004 da ABNT.

O aterro sanitário da região de Ribeirão Preto será construído segundo parâmetros estabelecidos por essa norma e obedecendo a critérios que privilegiem a manutenção da qualidade ambiental da região sob sua influência.

Em relação à escolha das alternativas tecnológicas merecem destaques os seguintes aspectos:

- o aterro será preconizado de maneira que as obras necessárias à implantação sejam de baixa magnitude;
- o aterramento dos resíduos deverá ser executado em área com topografia previamente preparada, para assegurar a estabilidade do maciço, e devidamente impermeabilizada, para impedir que líquidos percolados atinjam o solo e as águas subterrâneas;

- os líquidos percolados do interior do maciço, serão recolhidos em um reservatório e, daí, serão encaminhados para tratamento em uma estação de terceiros, devidamente licenciada;

- nesse sistema, todos os elementos voltados para a segurança ambiental, como os taludes, bermas, dispositivos de drenagem de líquidos e gases e outros, terão seu desempenho periodicamente monitorado e qualquer não conformidade poderá ser detectada e corrigida antes que acarrete conseqüências danosas à integridade física do maciço e ao meio ambiente.

No entanto, a implantação desse sistema de gerenciamento traz algumas desvantagens, perfeitamente administráveis, tais sejam:

- Necessidade de área com características apropriadas;
- Solução temporária (importante quando a capacidade é pequena);
- Necessidade de controle operacional rigoroso, para assegurar os padrões sanitários e ambientais do projeto.

Por outro lado, a implantação desse aterro sanitário trará como vantagens:

- Baixos custos de implantação, operação e manutenção;
- Grande flexibilidade de adaptação às quantidades a serem dispostas;
- Não requer pessoal altamente treinado, oferecendo empregos para pessoal local.

A tecnologia a ser aplicada não impede a busca futura de outras formas para o tratamento de resíduos sólidos gerados nos domicílios ou nas indústrias. E, mesmo com a implantação de um sistema de coleta seletiva ou outro programa que vise a

redução da produção de resíduos sólidos, o aterro não sofrerá qualquer tipo de alteração em sua estrutura e, pelo contrário, terá sua vida útil prolongada.

A opção escolhida pode ser sustentada, ainda, no fato de que, mesmo quando forem preliminarmente adotados sistemas de incineração, compostagem e/ou programas de coleta seletiva, sempre resultará uma parcela dos resíduos não passíveis de aproveitamento, devendo estes rejeitos ser obrigatoriamente encaminhados a aterros.

Dessa forma, considerando os vários aspectos citados anteriormente, conclui-se que é plenamente justificável a adoção da tecnologia de Aterro Sanitário como o principal elemento para a continuidade do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares do município de ribeirão Preto e região.

3 Elementos do projeto

O Aterro Sanitário projetado será dotado dos seguintes sistemas de proteção ao meio ambiente:

- Sistema de impermeabilização e regularização da base: será feito por camadas de solo argiloso compactado;
- Sistema de drenagem de líquidos percolados: tem como função básica, captar, conduzir e levar este líquido para fora da área do aterro sanitário.
- Sistema de drenagem de gases: tem como objetivo controlar a geração e a migração dos gases gerados pela decomposição da fração orgânica do resíduo sólido confinado nas camadas do aterro sanitário.

- Sistema de drenagem superficial: o sistema será composto por elementos provisórios, que têm como objetivo básico desviar as águas das chuvas das frentes operacionais mais atuais, e por elementos definitivos, que têm como finalidade interceptar e desviar o escoamento superficial dessas águas quando da conclusão do aterro sanitário.
- Sistema de acumulação de líquidos percolados: o líquido recolhido pelo sistema de drenagem sub-superficial, será vazado em um tanque de acúmulo, e daí será esgotado, através de bomba, para um caminhão tanque, sendo em seguida transportada até a Estação de Tratamento de Esgotos.
- Cinturão verde: tem como objetivo, além do isolamento visual, impedir que animais, tais como cães e gatos, acessem facilmente a área; impedir que possíveis odores atinjam o entorno imediato; impedir que poeiras geradas durante a implantação e operação do Aterro ultrapassem a área de intervenção etc.
- Sistema viário de acessos permanentes e provisórios: para garantir a trafegabilidade nas vias de acesso e nas vias internas, serão tomadas medidas tais como: preparo e compactação do sub-leito; espalhamento de cascalho ou brita em quantidade suficiente ao suporte dos caminhões e máquinas; implantação correta da drenagem de águas pluviais; cuidados para evitar-se a erosão da pista e dos taludes e freqüente manutenção preventiva e corretiva.

3.1 Estruturas de apoio administrativo e controle

O local será dotado de uma estrutura administrativa e de controle que inclui: guarita; balança tipo rodoviária, para se efetuar o controle de pesagem dos caminhões transportadores dos resíduos sólidos; refeitório; vestiários e sanitários e

escritório de apoio. Além desta infra-estrutura será construído, também, um laboratório operacional e uma oficina de manutenção.

4 Estimativa de investimento para a implantação do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto

O Quadro 7, a seguir, mostra os investimentos estimados para a implantação desse empreendimento:

Item	Serviço	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total
IMPLANTAÇÃO					
1	Base do Aterro				1.846.650,00
1.1	Escavação comum ≤ -7	m ³	350.000	3,27	1.144.500,00
1.2	Argila Compactada (K 1 x 10)	m ³	55.000	2,35	129.250,00
1.3	Geomembrana PEAD 2mm c/ proteção	m ²	43.000	12,80	550.400,00
1.4	Camada de proteção da Geomembrana	m ²	11.250	2,00	22.500,00
2	Drenos de Percolado				77.361,40
2.1	Drenos Horizontais Principais	m	1.100	26,70	29.370,00
2.2	Drenos Horizontais Secundários	m	1.420	13,12	18.630,40
2.3	Caixa de Passagem	un	1	200,00	200,00
2.4	Implantação reservatórios de chorume	un	1	29.161,00	29.161,00
3	Dreno de Gás				6.370,40
3.1	Rachão	m ³	100,00	32,00	3.200,00
3.2	Tela	m ²	280,00	6,18	1.730,40
3.3	Tubo	m	60,00	24,00	1.440,00
4	Drenagem Superficial				206.463,50
4.1	Canaleta meia-cana ϕ 40	m	2.650,00	13,00	34.450,00
4.2	Canaleta meia-cana ϕ 60	m	1.259,00	28,30	35.629,70
4.3	Canaleta meia-cana ϕ 80	m	256,00	37,90	9.702,40
4.4	Canaleta Trapezoidal	m	580,00	80,00	46.400,00
4.5	Descida em Rachão	m	293,00	32,00	9.376,00
4.6	Tubo de Concreto	m	410,00	112,00	45.920,00
4.7	Caixa de Passagem	un	80	128,00	10.240,00
4.8	Muro de Ala	m ²	20	737,27	14.745,40
OPERAÇÃO					

5	Equipamentos					1.880.000,00
5.1	Trator de Esteira CAT-D6	1	1	9.000,00		700.000,00
5.2	Retroescavadeira Case 590H	1	1	5.000,00		200.000,00
5.3	Motoniveladora CAT 120	1	1	9.000,00		330.000,00
5.4	Rolo Compactador CA-25	1	1	3.000,00		100.000,00
5.5	Caminhão Basculante de 6 m ³	1	2	5.000,00		300.000,00
5.6	Caminhão Irrigadeira	1	1	5.000,00		250.000,00
6	Encerramento					117.939,00
6.1	Hidrossemeadura	m ²	20.050	1,95		78.195,00
6.2	Grama em placa	m ²	16.560	2,40		39.744,00
Total Geral						4.128.413,90

Quadro 7 – Investimentos Estimados

Fonte: Elaborado pelo aluno

Além do total mostrado no quadro acima, haverá um investimento adicional para aquisição de um módulo de terra de cinquenta alqueires na região de Ribeirão Preto, estimado em R\$ 2.500.000,00, ou seja, R\$ 50.000,00 por alqueire.

5 Aspectos socioeconômicos do município de Ribeirão Preto

O município de Região de Ribeirão Preto é o maior da região. Esta é servida por uma extensa rede viária, composta de rodovias, estradas vicinais, ferrovia e aeroporto. A rede viária regional é articulada pela via Anhangüera, que faz a ligação com Campinas e São Paulo e prossegue para São Joaquim da Barra, Triângulo Mineiro e Brasília, possibilitando o acesso fácil a diferentes regiões do Estado e do país.

Em Ribeirão Preto, as rodovias compõem um anel, que faz o contorno completo do perímetro da cidade, em uma extensão de 40 km, facilitando as ligações intra-urbanas.

Situada a nordeste do Estado, a região apresenta solos de terra roxa, em relevo plano ou suavemente ondulado, possuindo amplos vales fluviais. Há, também, grande potencial hídrico na região, pois cerca de 80% da água utilizada, para uso público ou em atividades produtivas, são captadas no Aquífero Guarani, que abrange os quatro países do Mercosul – Uruguai, Paraguai, Argentina e Brasil – e constitui um dos maiores reservatórios de água doce subterrânea do mundo. (PERFIL REGIONAL, 2008)

5.1 Demografia

A cidade de Ribeirão Preto está localizada a 313 km da capital paulista. Tem uma população estimada em 2006 de, aproximadamente, 560 mil habitantes, distribuídos numa área 652km². É considerado o nono município mais populoso do estado.

Ribeirão Preto é um dos mais importantes centros urbanos do interior do estado de São Paulo, exercendo atividades importantes como o cultivo e a industrialização da cana-de-açúcar. Possui um campus da Universidade de São Paulo (USP), que devido ao seu excelente centro de pesquisas científicas.

De acordo com dados do Censo de 2000, Ribeirão Preto possui uma população total de 504.923 habitantes, sendo 243.032 homens e 261.891 mulheres. Do total da população, o Censo mostrou que 502.760 constituem a população urbana e 2.163 a população rural.

Essa população produz, segundo informações da CETESB, 398.3 toneladas de resíduos domésticos ao dia. Essa quantidade, somada a outros tipos de resíduos, tais como os industriais, os da construção e do comércio, totalizam em torno de 500 toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia.

5.2 A economia do município

De acordo com a FIPASE (Fundação Instituto Pólo Avançado da Saúde), s/d, a região de Ribeirão Preto caracteriza-se como umas das principais regiões econômicas do país.

O município sede, em 2004, tinha um PIB de R\$ 5,5 bilhões e um PIB per capita de R\$ 10.229,00, representando um crescimento de 36,9% em relação ao de 2001, maior que o crescimento no estado. Dentre os setores que mais contribuíram para esse crescimento destaca-se o setor de serviços, seguido pela indústria e pela agropecuária.

Dentre as atividades agrícolas da região, destaca-se o cultivo da cana-de-açúcar, laranja, amendoim e soja. A região é a maior produtora de açúcar e álcool do país e tem se caracterizado pela produção de energia elétrica mediante a queima do bagaço da cana-de-açúcar.

Destacam-se, também, as indústrias de equipamentos médicos e odontológicos que geraram, em 2005, 1.212 empregos diretos. A FIPASE (s/d) afirma, ainda, que o conjunto das empresas ligadas às áreas de saúde humana e animal na região totalizou 95 empresas, as quais mantinham 2.895 empregos diretos. O setor de serviços empregava 54,37% do total de empregos ocupados, seguido pelo comércio com 27,05% e indústria com 12,43%.

5.3 Saneamento básico

De acordo com o DAERP (s/d) o município de Ribeirão Preto tem o maior percentual de saneamento básico entre as cidades com mais de 500 mil habitantes do Estado de São Paulo. Esse departamento afirma que “dados do último Censo do IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística mostram que nosso

município tem 96,3% dos domicílios com saneamento. Isto significa que 141.310 casas (incluindo favelas) possuem água encanada, coleta de lixo e de esgoto.”

5.4 Tráfego e Segurança Viária

O transporte dos resíduos sólidos entre as municipalidades de origem e o aterro sanitário da região de Ribeirão Preto acrescentará veículos de carga na composição do tráfego geral, influenciando nas condições de fluidez e segurança viária.

A principal via de acesso entre os municípios que poderão usar o aterro sanitário e o município sede é a SP 330 - Rodovia Anhanguera, cujo gabarito apresenta duas faixas de tráfego pavimentadas por sentido com aclives pouco acentuados.

Além dessa rodovia principal, poderão ser utilizadas a Rodovia Cândido Portinari - SP 334; a Rodovia Atílio Balbo - SP-322; a Rodovia Abrão Assed -SP 333, entre outras.

5.5 Pessoal e Máquinas

Para que seja colocado em operação, o aterro sanitário da região de Ribeirão Preto contará com:

- 02 tratores de esteira Tipo D-6;
- 01 retroescavadeira;
- 01 caminhão pipa de 10.000 l;
- 02 caminhões basculante de 6 m³
- 01 caminhão tanque
- 01 pá carregadeira e

01 rolo compactador

A mão-de-obra necessária para a implantação do empreendimento está estimada em 32 pessoas, compostas por:

- 1 Operador de Pá Carregadeira;
- 1 Operador de Retroescavadeira;
- 6 Motoristas de Caminhão;
- 1 Operador de Rolo Compressor;
- 1 Motorista de Caminhão Pipa;
- 15 Ajudantes Gerais e
- 3 Encarregado.
- 2 operadores de trator de esteira

A mão-de-obra necessária para a operação, manutenção e gerenciamento do Aterro Sanitário deverá ser construída pelos seguintes profissionais:

- 1 Engenheiro responsável;
- 3 Encarregado geral por turno de trabalho;
- 5 Operadores de máquina por turno de trabalho;
- 1 Motorista para caminhão pipa;
- 3 Motorista para caminhão basculante por turno de trabalho; e
- 4 Vigia.
- 6 serviços gerais

6 Análise dos impactos ambientais

A Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente ou a qualidade dos recursos ambientais.

O estudo do impacto ambiental produzido pelo projeto em análise será a ferramenta necessária para se verificar a capacidade do meio em receber o empreendimento pretendido e terá caráter preventivo.

Empreendimentos como o Aterro Sanitário pretendido, podem ser geradores de impactos de pequenas e médias magnitudes, relacionados a cada meio, seja o meio físico, biótico ou antrópico. Uma análise preventiva permitirá conhecer o grau desses impactos para adotar medidas que atenuem e até, em alguns casos, impeçam esses impactos.

7 Monitoramento

O Plano de Monitoramento de um empreendimento deve objetivar fundamentalmente o acompanhamento da qualidade dos recursos naturais envolvidos, além do bem estar da população do entorno, considerando as atividades a serem desenvolvidas na localidade.

Com o resultado do monitoramento, é possível adotar medidas preventivas e corretivas, referentes aos efeitos ambientais adversos causados por um determinado empreendimento. Assim sendo, deve-se acompanhar continuamente a evolução dos

efeitos do empreendimento sobre o ambiente sujeito à sua influência, comparando-se as condições originais do local com aquelas detectadas durante as fases de implantação, operação e encerramento. No caso do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto, serão propostos os seguintes programas de monitoramento e controle ambientais descritos na Figura 7, a seguir:

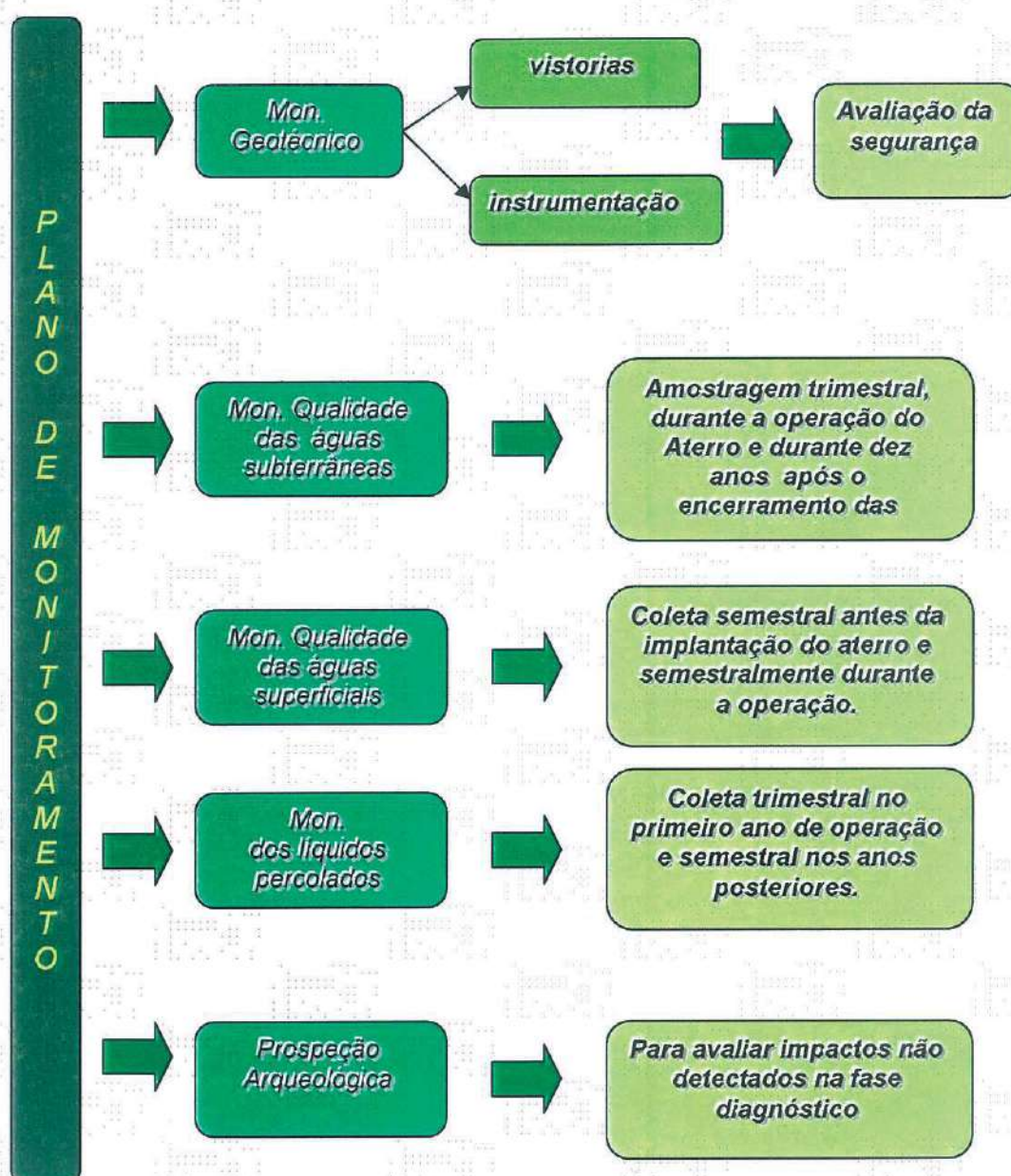


Figura 7 – Plano de monitoramento do aterro sanitário
Fonte: RAP Seleta (2006)

A implantação do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto representará um avanço do ponto de vista ambiental e sanitário, uma vez que será uma opção viável para a adequada disposição dos resíduos sólidos da cidade sede e dos municípios vizinhos, mais precisamente aqueles que não possuem locais adequados para tanto.

Sob o ponto de vista da oportunidade, da localização, da acessibilidade e do controle dos possíveis impactos ambientais, é perfeitamente viável a instalação desse empreendimento.

CAPÍTULO 4 – VIABILIDADE ECONÔMICA DO ATERRO SANITÁRIO DE RIBEIRÃO PRETO

A Engenharia Econômica provê critérios que possibilitam ao investidor tomar decisões entre possibilidades de investimento. Esses critérios baseiam-se em fatores econômicos e têm como objetivo possibilitar a escolha de melhor alternativa em termos de rentabilidade. No entanto, deve ser sempre levada a efeito a Análise Financeira dos Investimentos que inclui a análise da disponibilidade dos recursos e dos encargos financeiros.

De acordo com Correa (2002), ao se deparar com uma oportunidade de investimento, o tomador de decisões se verá diante de um dilema: investir ou não os seus recursos. Isto leva à busca da melhor alternativa diante da situação, tendo-se em conta a reação própria do investidor em relação ao risco envolvido. Alguns investidores são capazes de assumir “riscos maiores com mais facilidades ou naturalidade do que outros, existindo ainda, a variável tempo que não pode ser desprezada.”

A análise de um projeto deve levar em consideração os fatores econômicos e financeiros, tais como a rentabilidade do projeto e a disponibilidade de recursos.

Entretanto

ao se elaborar a análise econômica e financeira, somente são considerados os fatores conversíveis em dinheiro. Um investimento pode ter repercussões que não sejam ponderáveis, tais como manter certo nível de emprego ou conseguir a boa vontade de um cliente ou fornecedor. (CASAROTTO & KOPITTKE, 1998, p. 104)

Para o presente trabalho serão considerados métodos tais como Taxa Interna de Retorno, do *PayBack* - ou Prazo de Retorno do Capital e o Valor Presente Líquido.

Este último servirá de base para os cálculos da viabilidade econômica de que trata o presente estudo.

1 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno – em inglês IRR (*Internal Rate of Return*), é a taxa usada em análise de investimentos e significa a taxa de retorno de um projeto. De acordo com o Instituto de Estudos Financeiros, é o percentual que se consegue obter como retorno sobre o saldo investido e ainda não recuperado em um projeto de investimento. O Instituto ensina, ainda que a TIR pode ser:

a) Maior do que a Taxa Mínima de Atratividade: significa que o investimento é economicamente atrativo;

b) Igual à Taxa Mínima de Atratividade: o investimento está economicamente numa situação de indiferença.

c) Menor do que a Taxa Mínima de Atratividade: o investimento não é economicamente atrativo pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento sem risco.

O melhor investimento será o que alcançar a maior TIR.

2 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do Valor Presente Líquido (VPL) baseia-se no fluxo de caixa, da mesma forma que o Método da Taxa Interna de Retorno. É considerado, segundo Rodrigues (2007), um método moderno já que leva em conta “o valor do dinheiro no tempo.”

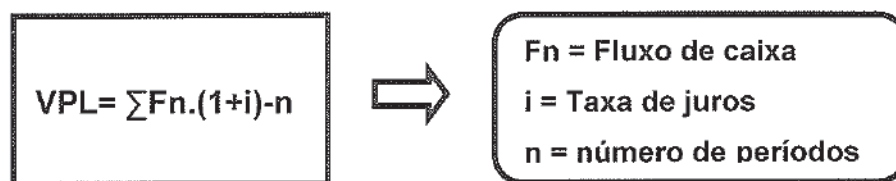
Gitman (1997), apud Balarini (2004), refere que o VPL é uma técnica considerada sofisticada de análise de orçamentos de capital, obtida subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa, descontado a uma taxa igual ao custo de capital da empresa. Esse autor afirma, ainda, que se pode utilizar como taxa de desconto dos fluxos de caixa tanto o custo de oportunidade como o custo de capital.

Fluxo de Caixa, na definição Martinovich (1996), é um instrumento gerencial, cujos objetivos "são a coleta e a organização dos dados e a geração de subsídios, para a análise de desempenho financeiro e para a realização de previsões orçamentárias."

O método do Valor Presente Líquido é bastante difundido devido ao fato de ser de "elaboração simples e com critérios claros e objetivos para a tomada de decisão." (CORREA, 2002)

Ele permite calcular qual o montante do ganho monetário líquido, depois que forem descontadas as entradas e os gastos futuros. É considerado com sendo um método exato, com "a característica de trazer para o tempo presente, após estabelecida a taxa mínima de atratividade, os valores obtidos a partir de um determinado fluxo de caixa." (CORREA, 2002). Sua função é medir o saldo atual, descontado o investimento e o juro que, depois de efetivado o projeto, voltará ao investidor.

Esse mesmo autor mostra, ainda, que para se calcular o VPL, pode-se usar a seguinte expressão:

$$\text{VPL} = \sum F_n \cdot (1+i)^{-n}$$


The diagram consists of a rectangular box on the left containing the formula $\text{VPL} = \sum F_n \cdot (1+i)^{-n}$. An arrow points from this box to a rounded rectangular box on the right. Inside the rounded box, the variables are defined: F_n = Fluxo de caixa, i = Taxa de juros, and n = número de períodos.

E ele completa afirmando que a expressão acima “mostra a relação inversa entre a taxa mínima de atratividade e o valor presente líquido, ou seja, a medida que a taxa mínima de atratividade se eleva o valor presente líquido diminui.”

O presente trabalho fará uso do método do Valor Presente Líquido associado à TIR. O VPL foi escolhido pela sua transparência e simplicidade e, também, por se tratar de um método de fácil compreensão para se analisar a viabilidade econômica do projeto em estudo.

O Quadro 8, a seguir, mostra a planilha de investimentos necessários para a viabilização do empreendimento em questão, com seus fluxos de caixa que serão locados de acordo com a necessidade do projeto.

Anos do projeto	2008	2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E
		1	2	3	4	5	6
Receita Bruta	-	-	1.560.000,0	2.340.000,0	3.978.000,0	6.364.800,0	9.547.200,0
Lixo/dias	0,0	0,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0
Quantidade	0,0	0,0	100,0	150,0	255,0	408,0	612,0
R\$/ton	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(-) Custo	-	-	1.029.600,0	1.450.800,0	2.466.360,0	3.691.584,0	5.537.376,0
Lixo/dias	0,0	0,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0
Quantidade		0,0	100,0	150,0	255,0	408,0	612,0
R\$/ton		35,0	33,0	31,0	31,0	29,0	29,0
(=) Lucro Bruto	-	-	530.400,0	889.200,0	1.511.640,0	2.673.216,0	4.009.824,0
(-)JSS		5,00%					
(-)Pis/Cofins		3,65%					
Total Impostos Indiretos		8,65%	45.879,6	76.915,8	130.756,9	231.233,2	346.849,8
(=) Lucro Operacional Líquido			484.520,40	812.284,20	1.380.883,14	2.441.982,82	3.662.974,22
(-) Investimento em Terra	R\$ 2.500.000,0						
malqueires	50:	0,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Custo/ha	50000:	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0
(-) Investimento em Projeto	R\$ 580.000,0						
(-) Investimento em Equipamentos			1.880.000,0				
(-) Investimento em Implantação			2.284.414,0				
(=) Geração de Caixa Após Investimento	(3.080.019,0)	(2.284.414,0)	(1.349.600,0)	889.200,0	1.511.640,0	2.673.216,0	4.009.824,0
(-) IR - Lucro presumido	-	-	74.880,0	112.320,0	190.944,0	305.510,4	458.265,6
Alíquota sobre a Receita Bruta		32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%
Base IR		-	499.200,0	748.800,0	1.272.960,0	2.036.736,0	3.055.104,0
Alíquota IR		15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
(-) CS - Lucro presumido	-	-	44.928,0	67.392,0	114.566,4	183.306,2	274.959,4
Alíquota sobre a Receita Bruta		32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%
Base IR		-	499.200,0	748.800,0	1.272.960,0	2.036.736,0	3.055.104,0
Alíquota IR		9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
(=) Geração de Caixa para o Acionista	(3.080.019,0)	(2.284.414,0)	(1.515.287,6)	632.572,2	1.075.372,7	1.953.166,2	2.929.749,3

Anos do projeto	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
	15	16	17	18	19	20	21	22
Receita Bruta	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0	14.702.688,0
Lixo/dias	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0
Quantidade	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5
R\$/ton	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(-) Custo	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0	8.527.559,0
Lixo/dias	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0	312,0
Quantidade	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5	942,5
R\$/ton	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
(=) Lucro Bruto	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0
(-) ISS								
(-) Pis/Cofins								
Total Impostos Indiretos	534.148,7	534.148,7	534.148,7	534.148,7	534.148,7	534.148,7	534.148,7	534.148,7
(=) Lucro Operacional Líquido	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30	5.640.980,30
(-) Investimento em Terra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salgueiros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Custo/ha	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0	50.000,0
(-) Investimento em Projeto								
(-) Investimento em Equipamentos								
(-) Investimento em Implantação								
(=) Geração de Caixa Após Investimento	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0	6.175.129,0
(-) IR - Lucro presumido	705.729,0	705.729,0	705.729,0	705.729,0	705.729,0	705.729,0	705.729,0	705.729,0
Alíquota sobre a Receita Bruta	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%
Base IR	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2
Alíquota IR	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
(-) CS - Lucro presumido	423.437,4	423.437,4	423.437,4	423.437,4	423.437,4	423.437,4	423.437,4	423.437,4
Alíquota sobre a Receita Bruta	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%	32,0%
Base IR	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2	4.704.860,2
Alíquota IR	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
(=) Geração de Caixa para o Acionista	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9	4.511.813,9

Quadro 8 – Planilha de Investimento.
Fonte: Elaborado pelo aluno

O quadro 9, a seguir, mostra as premissas macroeconômicas, obtidas junto à gerência do UNIBANCO.

Premissas Macroeconômicas																					
	Histórico								Projeção												
	2005	2006	2007	2008E	2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
PIB - Geral (%)	2,9%	3,7%	4,5%	4,3%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Inflação - Brasil																					
IPCA	5,7%	3,1%	4,0%	4,2%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
IGP-M	1,2%	3,8%	5,9%	4,2%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
Inflação - EUA																					
	3,5%	3,2%	2,8%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%
Câmbio (BRL/USD)																					
Início do Período	2,7	2,3	2,1	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4
Câmbio Médio	2,5	2,2	2,0	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
Final do Período	2,3	2,1	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
Desvalorização Nom n/a	-10,3%	-12,1%	-7,9%	1,6%	1,6%	1,6%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
Taxa de Juros																					
SELIC - Média	19,0%	15,1%	11,9%	11,1%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%
SELIC - Final do Pe	18,0%	13,3%	11,3%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%	10,5%
TJLP - Anualizada	9,7%	7,9%	6,3%	5,9%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%

Quadro 9 - Premissas Macroeconômicas
Fonte: UNIBANCO

De acordo com essas premissas, as taxas de juros brasileiras girarão em torno de 10,5%. No entanto, como margem de segurança, o presente estudo considerará taxas de 12% anuais para efeito de análise da viabilidade econômica do projeto em questão.

CONCLUSÕES

O objetivo do presente trabalho era descobrir qual a viabilidade da implantação de um aterro sanitário na região de Ribeirão Preto, considerando seu impacto social e ambiental para população.

O estudo revelou que a cidade de Ribeirão Preto produz cerca de quinhentas toneladas de lixo por dia, em média, encaminhadas para o aterro sanitário. Este, no entanto, está com sua capacidade de operação esgotada o que significa a necessidade de um novo aterro sanitário que possa cumprir a função de receber e tratar os resíduos sólidos gerados pela população de Ribeirão Preto e da região.

O estudo mostrou que a região de Ribeirão Preto produziu, no ano de 2007, próximo de seiscentas toneladas de resíduos ao dia e que os municípios da região alcançaram uma média de 6,32 na avaliação da CETESB, o que significa que a maioria desses municípios não opera adequadamente seus aterros sanitários. Mostrou, ainda, que sete municípios da região obtiveram um IQR abaixo da média considerada boa (acima de 6.0), o que confirma que nesses municípios o aterro sanitário opera em situação inadequada. O aterro sanitário proposto viria ao encontro da necessidade de tratar adequadamente os resíduos sólidos tanto no município de Ribeirão Preto como nos municípios que compõem a região.

Estudos mercadológicos permitem concluir que os municípios que se localizam a uma distância de cerca de setenta quilômetros não encaminham seus resíduos para a entidade destinadora pelo custo do transporte, principalmente se existirem outras opções de destinação mais próximas e se houver malha viária adequada para acessá-las, o que é exatamente o caso do aterro sanitário a ser implantado.

A implantação do aterro sanitário de Ribeirão Preto se mostra necessária e oportuna, já que boa parte dos municípios da região, que se utilizam de lixões ou aterros controlados para depositarem seus resíduos sólidos, poderão melhorar suas condições ambientais, sanitárias e de saúde pública, se passarem a encaminhá-los para um sistema adequado, gerando, ainda, economia aos cofres municipais.

Economicamente falando, o empreendimento se mostra razoavelmente viável quando aplicado o método TIR – Taxa de Retorno Interno, pois, exigindo uma taxa mínima de atratividade de 12%, conforme demonstrado nas Premissas Macroeconômicas Estimadas (Quadro 9), o investimento traz um retorno do mesmo de 27% ao ano. Porém, de acordo com Santos e Pamplona (2001) o “é mais fácil obter maiores TIR’s se o volume de capital a ser investido é pequeno e a vida útil do projeto é curta” (p. 3). Como o projeto de implantação do aterro sanitário na região de Ribeirão Preto requer um volume maior de capital a ser investido e a vida útil do projeto está projetada para vinte anos, o VPL – Valor Presente Líquido se mostra o método mais eficaz para real análise da viabilidade do projeto.

Considerando-se um montante de R\$ 7.244.433,00 de recursos investidos e, aplicando-se a fórmula do VPL no fluxo de caixa demonstrado no Quadro 8, e aplicando taxas de desconto de 12% ao ano (considerado o custo do capital investido), vê-se que o VPL obtido foi da ordem de R\$ 11.801.013,56, o que representa 62,89% sobre esse investimento.

Concluindo, a implantação desse empreendimento é uma opção interessante e viável, quer se considere sua estrutura ou sua viabilidade econômica.

Sob o ponto de vista da oportunidade, da localização, da acessibilidade, do controle dos possíveis impactos ambientais e, também do ponto de vista da viabilidade

econômica, é perfeitamente viável a instalação do aterro sanitário da região de Ribeirão Preto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos - **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/noticia_destaque_panorama.php> Acesso em: 27 maio 2008.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: www.abnt.org.br. Acesso em: 26 maio 2008

AGÊNCIA BRASIL (ABr). **No Brasil os aterros sanitários têm baixa qualidade**. 2001. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2001/materia_080601_2.htm> Acesso em: 28 maio. 2008.

AMBIENTE BRASIL – **Resíduos**. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&cont_eudo=./residuos/residuos.html> Acesso em: 20 maio 2008.

BALARINE, O. F. O. **O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias**. Revista Produção v. 14 n. 2 2004. p. 47-57.

BARROS, R. T. V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

BERTUSSI FILHO, L.A. **Saneamento Básico: a Realidade Nua e Crua**. 2004. Disponível em: <<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo=temas&cd=373>> Acesso em: 29 maio 2008.

CAVALCANTE, F.; ZEPÉLINI, P. D. **Quando usar o PayBack para analisar novos investimentos**. 2002 Disponível em: <www.expresstraining.com.br/scripts/action_UpToDate190.pdf>. Acesso em: 05 setembro 2008.

CAVALCANTI, J. E. **A década de 90 é dos resíduos sólidos**. Revista Saneamento Ambiental – nº 54, p. 16-24, nov./dez. 1998.

CASAROTTO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 8ª Ed. São Paulo: Atlas, 1998.

CORREA, E. L. **A viabilidade econômica do gás natural**. 2002 .89P. Dissertação (Tese de mestrado em Engenharia de Produção). Faculdade de engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COUTO, M. C. L.; BRAGA, F. S. **Tratamento de Chorume de aterro sanitário por associação de reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo e reator anaeróbio por infiltração rápida.** IN: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/cdlxxi.pdf>> Acesso em: 17 agosto 2008.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Resíduos sólidos.** São Paulo. 1990.

_____. **Resíduos sólidos. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos.** São Paulo. CETESB, 2006.

_____. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares.** São Paulo. CETESB. 2007

_____. **Inventário de Resíduos 2007 mostra que maior parte do lixo no Estado está com destino adequado.** 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2008/06/26_aterro.htm>. Acesso em: 12 junho 2008

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em: 27 maio 2008.

CONDER - Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Manual de Operação de Aterros Sanitários.** s/d. Disponível em: <www.conder.ba.gov.br/manual_aterro.pdf> Acesso em: 05 setembro 2008

CRUZ, M. L. F. R. **A caracterização de resíduos sólidos no âmbito da sua gestão integrada.** Tese de mestrado em Ciências do Ambiente, ramo de Qualidade Ambiental - Universidade do Minho. 2005. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/dspace/handle/1822/4882>> Acesso em: 22 maio 2008

DE FRANCISCO, W. **Matemática financeira.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

ECOL NEWS. **Resíduos sólidos.** 2008. Disponível em: <<http://www.ecolnews.com.br/lixo.htm>> Acesso em: 26 maio 2008.

ERTHAL, J.M. **Reféns do lixo.** 2001. Revista Carta Capital. Disponível em: <<http://www.cartanaescola.com.br/edicoes/21/refens-do-lixo>> Acesso em: 25 maio 2008.

FERREIRA et al. **Uma revisão das técnicas de tratamento de chorume e a realidade do Estado do Rio de Janeiro.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2001, p.26-34.

FIPASE - Fundação Instituto Pólo Avançado da Saúde. s/d. **Informações sobre Ribeirão Preto.** Disponível em: <[www.fipase.org.br/default2.asp?active_page_id=143 - 203k](http://www.fipase.org.br/default2.asp?active_page_id=143-203k)>. Acesso em: 03 junho 2008.

FREUDENRICH, C. **Como funciona a compostagem.** Trad. HowStuffWorks Brasil 2007. Disponível em: <<http://casa.hsw.uol.com.br/compostagem2.htm>> Acesso em: 28 maio 2008.

GITMAN, L. **Princípios de Administração Financeira.** 7 ed. São Paulo: Harbra, 1997.

HAMADA et al. **Aplicabilidade de processos físico e físico-químico no tratamento do chorume de aterros sanitários.** IN Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxiii.pdf>>. Acesso em: 19 agosto 2008

HENRIQUE, B. **Após discussões, lixo de Ribeirão Preto é levado para Guatapará.** 2008. O Estado de S. Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/cidades/not_cid231249,0.htm>. Acesso em 13 junho 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** 2000. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm - 12k](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm-12k)> Acesso em: 24 maio 2008.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.
JURAS, I.A.G.M. **Destino dos Resíduos Sólidos e legislação sobre o Tema.** 2000. Disponível em: <<http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/pdf/010371.pdf>> Acesso em: 24 maio 2008.

KRIEGER, Instituto. **Destinação.** 2008. Disponível em: http://www.kriegerambiental.com/sustentabilidade/pgn_destinacao.php. Acesso em 01 junho 2008

LEITE, J. C. **Estudos laboratoriais em misturas de solos lateríticos compactados com vista à utilização como liners.** São Carlos, 2000. 223p. Tese (doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. 2000.

LIXO.COM.BR. **Classificação.** 2000. Disponível em: <http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=143&Itemid=250>. Acesso em: 21 maio 2005.

MARTINOVICH, M. **Como gerenciar o capital de giro.** Agenda do Empresário. São Paulo, nO 11, p. 1-6, 1996.

MEDEIROS, O. R. de. **API – Avaliação de Projetos de Investimento**. 2008. Disponível em: <br.geocities.com/otaviomedeiros/API_1.ppt> Acesso em: 28 agosto 2008.

MOISÉS, H. N. **O Município-Rede - Planejamento, desenvolvimento político e sustentabilidade**. 1999. Disponível em: <www.ufcg.edu.br/~cedrus>. Acesso em: 23 maio 2008.

MORAES, P. B.; BERTAZZOLI, R. **Degradação Fotoeletroquímica de chorume de lixo gerado em aterros sanitários**. 2005. Disponível em: <www.cori.rei.unicamp.br> Acesso em: 14 agosto 2008.

MORITZ J.M. **Current Legislation Governing Clinical Waste Disposal**. J. Hosp. Infect. Ática, 1995. p.521-30.

MUÑOZ, S.I.S. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto – SP: avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

NAHAS, C. M. **Aterros Sanitários – Técnicas Construtivas e Métodos Operacionais**. (2005). Disponível em: <etg.ufmg.br/~gustavo/geotecniaaplicada/p10.pdf>. Acesso em: 12 agosto 2008.

NILANDER; R.A.; MATHIS, A. **Gestão integrada de resíduos sólidos: o lixo de Barcarena-Pará: analisado sob a ótica do meio ambiente**. 2002. Disponível em: <www.inicepg.univap.br/INIC_2004/trabalhos/epg/pdf/> Acesso em: 03 junho 2008.

OLIVEIRA, A. B. et al. **Projeto gerenciamento de resíduos sólidos na comunidade Jocum**. Trabalho de pesquisa elaborado e implantado na comunidade pelos alunos do Curso de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, da Faculdade UNIRON em Porto Velho/RO. 2006. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos/projeto-residuos/projeto-residuos3.shtml>> Acesso em: 26 maio 2008.

OLIVEIRA, S. **A poluição do ar e as alterações climáticas na cidade de São Paulo**. Polis n. 3. p. 37-44. 1991

PERFIL REGIONAL. **Região Administrativa de Ribeirão Preto**. 2008. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/ASS_REG/textos8/Ribeirao_Preto.pdf> Acesso em: 02 junho 2008

PORTILHO, F. **Profissionais do lixo: um estudo sobre as representações sociais de engenheiros, garis e catadores**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1997

RÊGO, R.C.F.; BARRETO, M.L.; KILLINGER, C.L. **O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano**. Cad. Saúde Pública vol.18 no.6 Rio de Janeiro Nov./Dec. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>> Acesso em: 01 junho 2008.

RODRIGUES, A. **A importância do tratamento do lixo na preservação da natureza.** 2003. Disponível em: <<http://360graus.terra.com.br/ecologia/default.asp?did=6630&action>> Acesso em: 29 maio 2008.

RODRIGUES, P. R. **Estudo da viabilidade econômica para implantação de uma linha de transmissão.** (2007). Disponível em: <http://www.ietec.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/383>. Acesso em: 05 setembro 2008

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. **Captando o Valor da Flexibilidade Gerencial Através da Teoria das Opções Reais.** XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, Bahia, outubro de 2001. Disponível em: <<http://www.iepg.unifei.edu.br>>. Acesso em: 19 julho 2008.

SILVA, D. S. de O. **Lixões do Brasil. Conceitos do lixo, seu histórico e especificidades.** Disponível em: <<http://asassolidarias.blogspot.com/2007/07/conceitos-sobre-o-lixo.html>> Acesso em 02 junho 2008.

SILVA, F. C. da **Reciclagem e compostagem do lixo urbano.** Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Curso_Reciclagem/2_Fabio_Compostagem.pdf> Acesso em: 29 maio 2008.

_____. **Características dos efluentes líquidos e sistemas de tratamento (chorume).** s/d. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Agua/CaracteristicasdosEfluentesLiquidosSistemasTratamento.ppt..>> Acesso em: 05 setembro 2008.

SILVA, G. da **Compostagem: quando o lixo vira adubo.** 2003. Disponível em: <http://www.partes.com.br/especial_sp_450/compostagem.htm> Acesso em: 28 maio 2008.

SILVA, J. A. da. **Análise da qualidade da coleta e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Ivaiporã – Estado do Paraná.** 2000. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7662.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2008

SILVEIRA; I. R. da; MORAES, L. R. S. **Redefinindo o conceito de lixo.** 2007. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/III-215.pdf>> Acesso em: 01 junho 2008.

SPINELLI, E. **Ribeirão Preto (SP) perde R\$ 7,2 mi por ano com lixo.** 2003. Jornal Folha de São Paulo (Caderno Cotidiano). Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/foha/cotidiano/ult95u74657.shtml>> Acesso em 30 maio 2008.

TEIXEIRA, E.N. **A problemática do lixo urbano no Brasil**. 2006. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/Curso_Reciclagem/EgleIAC1.pdf>. Acesso em: 03 junho. 2008.

URBANO, J. **Disposição de Resíduos**. 2007. Disponível em: <<http://www.universoambiental.com.br/novo/artigos.>> Acesso em: 23 maio 2008.

VALLE, C. **Qualidade Ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira Editora, 1995. 305 p.

Aterro ganha 'sobrevida' de 45 dias Jornal A Cidade de 3/11/2007. Disponível em: <<http://www.jornalacidade.com.br/noticias/60706/prefeitura-de-ribeirao-estuda-criar-%E2%80%98ecopontos%E2%80%99-na-cidade.html>> Acesso em: 29 maio 2008.

Portal Nosso São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.nossosaopaulo.com.br/>>. Acesso em 1 junho 2008.

Prefeitura da Cidade de São Paulo. Disponível em: <www.prefeitura.sp.gov.br/ - 59k.> Acesso em: 24 maio 2008.

RAP – Relatório Ambiental Preliminar. Seleta Tecnologia em Tratamento de Resíduos. Jardinópolis. 2006.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1. 1986. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br.>> Acesso em: 28 maio 2008

TR – Termo de Referência para a elaboração dos projetos básicos e executivos para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos. SECTMA - Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente; SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://74.125.45.104/search?q=cache:Otl2SroRHCoJ:www.sudema.pb.gov.br>> Acesso em: 03 setembro 2008.

<www.vivercidades.org.br/publique222/media/far.>. Acesso em: 22 maio 2008.

< www.urbam.com.br/imgs/hora-agora/img_cont3.jpg > Acesso em 28 maio 2008.