

# **Implantação de uma Usina de Triagem e Compostagem de Lixo Domiciliar Urbano em Adamantina-SP, na área de Aterro Sanitário, com ênfase na avaliação ambiental**

*Implantation of a factory of selection and compounding of urban domiciliary garbage in Adamantina-SP, in the sanitary earthwork area, with emphasis in the environmental evaluation*

**Washington Angelo Ríssoli, Cristhiane Vicentini Gavazzi,  
João Dimas Gavazzi, Myrian Rodrigues e Milton G. Torres Filho**

Discentes de Pós Graduação "Latus Sensu" na FAI - Identificação de Agentes Poluidores Avaliação de Impactos Ambientais

**Rogério Menezes de Mello**

Mestre em Oceanografia Biológica pela Universidade do Rio Grande e docente na FAI

## **Resumo**

Este trabalho tem por objetivo principal a avaliação, com ênfase na variável ambiental, da transferência da usina de triagem e compostagem de lixo domiciliar urbano para a área do aterro sanitário da cidade de Adamantina - SP. Elaborou-se para a conclusão do curso de Especialização em Identificação de Agentes Poluidores e Avaliação de Impactos Ambientais da FAI - Faculdades Adamantinenses Integradas um RAP-Relatório de Avaliação Preliminar-que é o primeiro documento a ser apresentado para o Licenciamento Ambiental no estado de São Paulo. Sua função é instrumentalizar a decisão de exigência ou não do Estudo de Impacto Ambiental – EIA para obtenção de Licença Prévia, ou de avaliar o empreendimento quando este for dispensado do EIA. Em caso de exigência, juntamente com outros instrumentos, subsidiará a definição do termo de referência do Estudo de Impactos Ambientais. Quando ocorre a dispensa do EIA a avaliação do empreendimento é feita baseada no conteúdo do RAP.

O RAP deve abordar a interação entre elementos dos meios físico, biológico e socio-econômico, buscando-se a elaboração de um diagnóstico integrado da área de influência do empreendimento, possibilitando a avaliação dos impactos resultantes da implantação do empreendimento, e a definição das medidas mitigadoras, de controle ambiental e compensatórias, necessárias a sua viabilização ambiental.

Este estudo tem fundamentos muito próximos da realidade: são apresentadas a descrição do empreendimento, a disponibilidade da matéria-prima. Os Impactos Ambientais que este empreendimento pode

gerar foram identificados e as medidas mitigadoras, compensatórias e de controle ambiental apresentadas.

### **Palavras-chave**

Usina de triagem e compostagem, lixo domiciliar, aterro sanitário, RAP (Relatório Ambiental Preliminar), medidas mitigadoras e compensatórias.

### **Abstract**

This work has for main objective to evaluate, with emphasis in the environmental variable, the transference of an urban residential garbage recycling mill on the area of the sanitary earthwork in the city of Adamantina – SP. One elaborated for the conclusion of the course of Specialization in Identification of Polluting Agents and Evaluation of Environmental Impacts of the FAI - Adamantinenses Faculties Integrated. The RAP- a Preliminary Environment Report (PER) - which is the first document to be presented to the Environment License – EIA, for previous attainment, or to evaluate the enterprise when this will be excused from the EIA. In requirement case, it will subsidize the definition of the term of reference for the EIA. When the EIA excuse happens the evaluation of the enterprise is done based on PER content.

The PER must approach the interaction among physical, biological and social-economic where withal elements, searching for an elaboration of a complete diagnoses of the importance enterprise area. The PER must facilitate the evaluation of the impact resulted by the enterprise implant, and the definition of the mitigating measures, of environment control and compensatory, essential for its operation.

The study done has tenet very close to the district reality, all the productive process, the survey about the raw material assets was carefully appraised .

The Environment Impacts which this enterprise might cause were identified; mitigating measures, compensatory and environmental control were presented.

### **Key words**

Urban residential garbage recycling mill; sanitary embankment, the sanitary earthwork; RAP- Preliminary Environmental Report (PER); environmental control and compensatory measures.

### **Introdução**

Em 1994, por meio da Resolução SMA nº. 42 que normatizou os procedimentos para o licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, foi criado o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), como um documento inicial que pode tornar dispensável a elaboração do EIA/RIMA para a obtenção das três licenças previstas - licença prévia / licença de instalação / licença de operação. O conteúdo mínimo do RAP compreende: objeto do licenciamento; justificativa do empreendimento; caracterização do empreendimento; diagnóstico ambiental preliminar da área de influência; identificação dos impactos ambientais; medidas mitigadoras. Como trabalho de conclusão do curso de Especialização em Identificação de Agentes Poluidores e Avaliação de Impactos Ambientais procurou-se realizar um estudo preliminar de avaliação de impactos em relação à proposta de transferência da Usina de Triagem e Compostagem de lixo Domiciliar Urbano para área anexa ao Aterro Sanitário da cidade de Adamantina, S.P.

Este estudo tem fundamentos muito próximos da realidade, toda a descrição sobre a implantação e funcionamento do empreendimento, a disponibilidade dos materiais foram levantados; com o apoio da

Prefeitura Municipal de Adamantina através de seu Departamento de Engenharia.

Consideraram-se os detalhes do empreendimento, com ênfase nos impactos ambientais previsíveis, para que se pudesse discutir a viabilidade ou não da implantação dessa unidade nas circunstâncias estabelecidas.

Os métodos disponíveis para a avaliação de impactos ambientais, em sua maioria, resultam de evolução de outros já existentes. Alguns são adaptações de técnicas do planejamento regional, de estudos econômicos ou de ecologia, como por exemplo, a análise de potencialidade de utilização do solo e de usos múltiplos de recursos naturais, análise de custo e benefício, modelos matemáticos etc. Outros foram concebidos no sentido de considerar os requisitos legais envolvidos, como é o caso dos Métodos das Matrizes e das Redes de Interação. Esses métodos têm em comum a característica de disciplinarem os raciocínios e os procedimentos destinados a identificar os agentes causadores e respectivas modificações decorrentes de uma determinada ação ou conjunto de ações (BRAGA, 2002).

Á medida que a avaliação de impactos ambientais passou a ser uma atividade institucionalizada e regulamentada pelo poder público nacional, estadual e inclusive local, um dos critérios essenciais para a formulação ou a utilização de um método é o da verificação das particularidades dessa ação pública, a começar pela definição do que é legalmente considerado impacto ambiental. No Brasil, no âmbito de União, por exemplo, essa definição esta contida no artigo 1º da Resolução CONAMA nº. 001/86: “Para efeito desta resolução, considera-se Impacto Ambiental 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; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”.

Finalmente, considera-se ainda desejável que o método caracterize os impactos quanto a sua relevância/importância e sua magnitude. Utilizamos neste estudo o Método das Matrizes de Interação, que é uma evolução das listagens de controle, podendo ser considerado listagens de controle bidimensionais. Dispondo em coluna e linha os fatores ambientais e as ações decorrentes de um projeto, é possível relacionar os impactos de cada ação nas quadrículas resultantes do cruzamento das colunas com as linhas, preservando as relações de causa e efeito. Se percorrermos as filas das matrizes correspondentes a cada uma das ações é possível detectar as que são potencialmente responsáveis pelo maior número de impactos. Utilizando-se indicadores que quantificam ou qualificam esses impactos pode-se configurar o potencial de impacto de cada ação, de modo útil para fixar medidas mitigadoras de impactos adversos ou amplificadoras de impactos benéficos.

## **Empreendimento**

### **Objetivo do licenciamento**

A reimplantação da atual Usina de Triagem e Compostagem de Lixo Domiciliar Urbano (resíduo classe II – NBR 10004) de Adamantina, transferindo-a para área anexa ao aterro sanitário; esta Usina tem a capacidade de processamento de até 20 ton/dia em jornada de 08 horas.

O aterro sanitário foi planejado de acordo com as normas técnicas estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR – nº. 8416 e licenciado junto à CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), com a licença de operação nº. 12000227.

### **Justificativa**

Existe a necessidade da transferência da Usina de Triagem e Compostagem de Lixo Domiciliar Urba-

no que se encontra em condições precárias de operação, situada próximo ao córrego Tocantins, colocando-o em constantes riscos de contaminação, e distante 5 km do pátio de compostagem e do aterro sanitário de Adamantina-S.P, prejudicando a eficiência do tratamento e destinação dos resíduos sólidos domiciliares.

Desta forma, unificar-se-iam as atividades. Em hipótese, os problemas atuais seriam resolvidos de forma racional, ambientalmente viável e corrigindo-se as distorções das opções políticas da época da implantação desta unidade, realizada em área do antigo lixão da cidade pois acreditava-se que seria melhor instalar a usina numa área já degradada, independente da sua localização às margens do córrego Tocantins- fotos 1 e 2 - que já recebia, e ainda recebe, esgotos sanitários da cidade sem tratamento, águas pluviais contaminadas, esgotos do matadouro municipal, etc.



*Foto 1: Rejeitos da Usina na margem do córrego Tocantins aguardando para serem transportados.*



*Foto 2: Com o acúmulo de rejeitos, o chorume produzido contamina o córrego Tocantins.*

A completa transferência da usina para a nova área propiciaria uma administração mais efetiva de todo o sistema, evitando-se desvios operacionais, liberando-se a antiga área para a sua recuperação ambiental e posterior utilização por atividade menos agressiva. Com o sistema de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo operando em conjunto com o aterro sanitário e administrado corretamente seguindo-se as normas estabelecidas teríamos a forma mais racional de se tratar o lixo domiciliar, ainda mais na perspectiva da implantação de um projeto de coleta seletiva, com a coleta diferenciada dos recicláveis e do lixo úmido, pois:

- Aterrar-se-iam somente os materiais recicláveis sem interesse comercial no momento da triagem, diminuindo assim a quantidade de áreas sacrificadas e contribuindo para a ampliação da vida útil do aterro sanitário.

- Extrair-se-iam os materiais inorgânicos recicláveis de interesse comercial com muito mais qualidade, e iriam ser trabalhados e acondicionados de forma a atender a demanda das indústrias recicladoras.

- A recuperação da fração orgânica contida no lixo e sua posterior transformação em composto orgânico, pelo processo de fermentação aeróbia, poderiam ser feitas com ganhos de qualidade, evitando-se contaminações, e atendendo às necessidades de pequenos produtores rurais e do próprio poder público municipal e outras entidades.

- O tratamento de efluentes tornar-se-ia mais fácil e seguro, pois a área de maior concentração orgânica, o pátio de compostagem, já se encontra na área anexa ao aterro e é pavimentado, com drenagem do chorume para a lagoa de chorume.

- As valas do aterro de rejeitos também teriam seu sistema de coleta e retirada de gases e chorume, embora saibamos de antemão que os efluentes oriundos de um aterro de rejeitos são bem menos agressivos que aqueles gerados por um aterro sanitário de lixo cru, pois esses rejeitos são compostos basicamente de materiais inertes. O aterro de rejeitos receberia apenas eventualmente, materiais com concentrações orgânicas mais elevadas em casos de paradas para a manutenção dos equipamentos da Usina.





*Foto 3: Guarita da atual Usina de Triagem e Reciclagem de Lixo Domiciliar Urbano.*

#### **Recepção do lixo cru (Foto 4)**

Construção em estrutura metálica, equipada com ponte rolante, piso interno e excedente externo, pavimentado e dotado de drenagens pluviais, onde os caminhões descarregam o lixo proveniente de coleta diária.



*Foto 4 – Inicia-se a alimentação da moega, por meio de pá carregadeira.*

### Alimentação (Foto 5)

O lixo depositado na recepção é transferido para a moega dosadora através da ponte rolante equipada com garra hidráulica. Esta moega pode também ser alimentada diretamente por pá carregadeira, caso a ponte tenha que passar por algum período de manutenção. Tem a função de receber o lixo em sua forma bruta e efetuar, de maneira uniforme e continuada, a transferência do lixo para a esteira de triagem.



*Foto 5: Detalhe lateral da moega de recebimento do lixo cru.*

### Triagem (Foto 6)

A separação dos materiais inorgânicos recicláveis de interesse comercial é feita manualmente nesta seção por funcionários braçais, dispostos em ambos os lados da esteira transportadora, onde retiram em materiais recicláveis de 08 a 10% do peso do lixo bruto. Estes são recolhidos em carrinhos de mão, e transportados para o pátio de apoio, onde é feita uma separação mais fina (por cor, tipo, etc.) e ficam expostos ao sol durante certo período de tempo, tornando-se mais secos, o que melhora suas condições de enfardamento e estocagem.



*Foto 6: Esteira de triagem, com os carrinhos de recepção dos materiais separados.*

### Prensagem e estocagem dos recicláveis

Os papéis e os plásticos: (Fotos 7 e 12) são separados por famílias, prensados e enfardados, e armazenados em área coberta por estrutura metálica. Os metais e as latas (Foto 11) são prensados em fardos de 0,50 x 0,50 x 0,50 m utilizando-se prensa hidráulica de 45 ton, e estocados em pilhas a céu aberto.

Os vidros e outros (Foto 13) são separados por tipo e ficam acondicionados em baias à espera de sua comercialização (Foto 7).



*Foto 7: Materiais plásticos separados, coloridos e transparentes, em fase de secagem ao sol.*

### Peneiramento cambiável, fase primária: (Fotos 8 e 9).

Após a passagem pela esteira de catação, o lixo já sem os materiais recicláveis, é encaminhado através de uma esteira de elevação para a peneira primária, que faz a remoção mecânica de todos os materiais com granulometria superior a 3". Estes materiais removidos caem em um silo situado na extremidade da peneira primária, onde ficam armazenados por um curto período, até serem retirados por caminhão basculante e encaminhados ao aterro sanitário para rejeitos.

Os materiais que passam pela malha da peneira primária (menos que 3") são constituídos na sua quase totalidade de matérias orgânicas e caem também em um silo, onde ficam armazenados temporariamente até serem retirados por caminhão basculante e transportados até o pátio de compostagem, onde passariam pela fase de decomposição aeróbia, transformando-se em composto orgânico.



**Foto 8:** A esteira de alimentação da peneira



**Foto 9:** A peneira de separação

## Compostagem

O processo utilizado é o aeróbio em leiras, feito sobre um pátio pavimentado e ladeado por canaletas para a coleta de líquidos percolados ou pluviais. Neste processo são controladas as temperaturas, teor de umidade e pH. Em períodos de seca é feita a recirculação do chorume pelo interior das leiras como forma de aumentar a concentração orgânica no composto e conseqüentemente diminuir a quantidade que irá para o sistema de tratamento de chorume.

### Peneiramento cambiável, fase secundária

Após o período necessário ao processo de compostagem, o material orgânico, agora transformado em composto, é levado ao sistema de peneiramento conjugado, sendo processado pela peneira secundária, que remove do composto curado os materiais com granulometria superior a 3/8". Estes materiais removidos caem em um silo situado na extremidade da peneira onde aguardam para serem retirados por caminhão basculante e levados para o aterro sanitário de rejeitos. Este peneiramento cambiável tem uma dupla função. Executa-se em duas fases, anterior e posterior à compostagem.

Na fase anterior, o objetivo é remover materiais inertes (inorgânicos). O benefício deste procedimento é claro:

- As leiras conterão maior concentração de orgânicos, e conseqüentemente teremos um pátio de compostagem consideravelmente menor e mais barato.
- São diminuídos também os gastos com revolvimento e aeração das leiras, o que se faz usualmente com pá carregadeira, já que se estaria trabalhando com leiras menores.

Na fase anterior o peneiramento melhora a qualidade do composto, uma vez que eliminamos várias possibilidades de contaminações decorrentes do contato prolongado da matéria orgânica com inertes (tinta, metais, etc.) que acabarão se incorporando ao composto através da ação de microorganismos, ácidos e intemperismos.

As funções primária e secundária deste equipamento são obrigatoriamente desempenhadas em horários distintos, pois elas requerem a utilização dos mesmos equipamentos de alimentação da Usina, ou seja, da ponte rolante, garra hidráulica, esteira de catação, e esteira de elevação. O peneiramento cambiável conduz, dessa forma, a custos de implantação sensivelmente menores.

Com a adição de uma outra moega alimentadora e outra esteira de elevação, pode-se transformar este conjunto de cambiáveis para peneiramento conjugado, onde as duas operações poderiam ser efetuadas simultaneamente. Com isso teríamos um ganho em horas de disponibilidade dos equipamentos de triagem e de processamento de composto e, conseqüentemente, um aumento da capacidade de

processamento da unidade da ordem de 30%.

### **Tratamento de efluentes líquidos (chorume)**

A geração de chorume acontece em cinco setores: proveniente do pátio de compostagem, das valas do aterro de rejeitos, da área de recepção, da lavagem dos equipamentos, da lavagem do pátio de apoio e estoque de material. Esta subdivisão permite a recirculação entre dois destes setores:

· O chorume proveniente do pátio de compostagem é aspergido de volta sobre as leiras de compostagem com o auxílio de um sistema especialmente projetado para este fim: caixa coletora, bomba, etc. Desta forma o chorume fica mais tempo exposto ao sol aumentando sua taxa de evaporação. Isso faz com que sua fração orgânica não evaporada seja reincorporada ao composto. Os benefícios obtidos com esta recirculação são em resumo:

- Aumento da concentração de orgânicos no composto e, conseqüentemente diminuição da concentração de orgânicos que vai para a lagoa de tratamento de efluentes;

- A lagoa de tratamento só receberá efluentes em períodos de chuva.

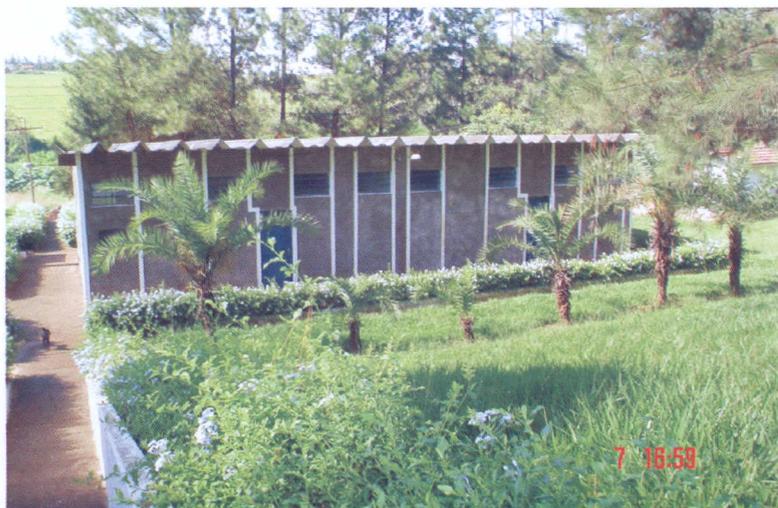
Os efluentes oriundos das valas do aterro de rejeitos são, de forma semelhante, recirculados entre as próprias valas, das mais novas para as mais antigas. Os benefícios obtidos são os mesmos da recirculação no pátio de compostagem.

### **Setor de composto acabado**

Faz-se necessário uma área para a estocagem do composto acabado, pois o mesmo obedece algumas considerações de ordem econômico-administrativa, tais como: 52 fins de semana (104 dias); Chuvas anuais (80 dias); Feriados (10 dias), o que totaliza 194 dias, restando em dias úteis por ano para a operação de peneiramento apenas 171 dias.

### **Setor administrativo (Foto 10)**

O setor administrativo é composto de áreas necessárias para escritório, sala de reuniões, almoxarifado, cozinha, refeitório, sanitários e vestiários e áreas para estacionamento.



**Foto 10:** Atual prédio administrativo da Usina de Triagem e Reciclagem de Lixo

## Estimativa quantitativa e caracterização qualitativa dos resíduos

O sistema receberia somente resíduos classe II (não inertes) e classe III (inertes); NBR-10004, ou seja, resíduos domiciliares urbanos. Com o sistema de peneiramento proposto, em substituição ao moinho triturador, esta divisão de resíduos fica mais bem caracterizada, pois mesmo recebendo a massa de lixo bruto proveniente da coleta regular (não seletiva) a peneira primária faz a separação da fração orgânica (classe II) da inorgânica (classe III).

São conduzidos ao pátio de compostagem quase que exclusivamente materiais orgânicos (classe II). Os materiais que não passam pela malha da peneira primária (rejeitos) são classificados como inertes (classe III), e conduzidos para as valas do aterro de rejeitos.

### No aspecto quantitativo considera-se:

- A população	= 35.000 habitantes;
- A produção de lixo /hab./dia	= 0,5 kg/hab./dia;
- A produção total de lixo por ano	= 6.387,50 ton/ano;
- A fração orgânica (composto pronto para uso agrícola)	= 1.920 ton/ano;
- Os reciclados	= 827 ton/ano;
- A evaporação + percolação	= 929 ton/ano;
- Os rejeitos aterrados	= 2.711,50 ton/ano.

(Fonte: SCHALCH, V; et al – Gerenciamento de Resíduos Sólidos – EESC-USP-2000).

## Identificação e caracterização das fontes geradoras de resíduos

As fontes geradoras consistem basicamente de residências, comércio, resíduos do sistema de saúde e farmácias. Somente passará pela triagem os resíduos provenientes de domicílios e comércio. Os resíduos gerados pelas farmácias e serviços de saúde devem ser coletados separadamente e aterrados em valas especiais, recebendo cal e cobertura com solo e identificação.

## Geração de efluentes líquidos

A água proveniente da lavagem de pisos e equipamentos, o chorume do pátio de compostagem, e dos fundos de valas de aterro e todas as águas pluviais que tiverem contato com o lixo são considerados efluentes líquidos. Na estimativa dos volumes destes efluentes consideram-se os seguintes valores:

### No pátio de compostagem

- Percolação (10% de 929 ton/ano)	= 93 ton/ano.
- Densidade do chorume (1 ton/m <sup>3</sup> )	
- Volume percolado	= 93 m <sup>3</sup> /ano.

### Nas áreas expostas, sujeitas a chuva.

- Área de recebimento de lixo – 25 x 30 m	= 750 m <sup>2</sup>
- Área da esteira de catação – 15 x 15 m	= 225 m <sup>2</sup>
- Área do peneiramento – 6 x 10 m	= 60 m <sup>2</sup>
- Área de apoio – 18 x 25 m	= 450 m <sup>2</sup>
- Pátio de compostagem	= 3.360 m <sup>2</sup>
- Índice pluviométrico – média anual (IAC de Adamantina)	= 1.380 mm/ano
- Volume total de efluentes (4.845 m <sup>2</sup> x 1.380 mm/ano)	= 6.686 m <sup>3</sup> /ano

### Na lavagem semanal da usina

- Uso de lava jato com vazão de	= 10 litros/min.
- Duração da lavagem	= 3 horas
- Freqüência da lavagem	= 1 por semana
- Volume gerado: 10l/min x 3 h x 60 min/h x 52 sem/ano	= 94m <sup>3</sup> /ano

## Nas valas do aterro de rejeitos

O rejeito contém relativamente pouca matéria orgânica devido à ação da peneira primária. Conseqüentemente o volume de chorume gerado nas valas do aterro de rejeitos é pequeno, da ordem de 5% do peso dos rejeitos aterrados = 5.229 toneladas/ano.

- Seção transversal das valas.....	= 21 m <sup>2</sup> .
- Comprimento das valas.....	= 20 m
- Volume das valas.....	= 420 m <sup>3</sup>
- Densidade do rejeito compactado.....	= 0,9 t/m <sup>3</sup>
- Peso do rejeito por valas 420 x 0,9.....	= 378 t/vala
- Quantidade necessária de valas - 5.229/378.....	= 14 valas/ano
- Chorume gerado: 2,5% x 5.229.....	= 131 t/ano
- Densidade do chorume.....	= 1 t/m <sup>3</sup>
- Volume gerado.....	= 131 m <sup>3</sup> /ano

## Total de efluentes gerados

Será o resultado da soma dos seguintes volumes:

- Lavagem da usina/nas valas do aterro de rejeitos/no pátio de compostagem 94 + 131 + 180 + 6.686	= 7.096 m <sup>3</sup> /ano
- Evapotranspiração da região (IAC - Adamantina)	= 1.177 mm/ano
- Evaporação: 1.177 mm/ano x 4,845 m <sup>2</sup>	= 5.703 m <sup>3</sup> /ano.
- Efluentes p/ a lagoa de tratamento: 7.095 - 5.703	= 1.392 m <sup>3</sup> /ano
- Tempo de residência dos efluentes na lagoa	= 60 dias
Volume teórico da lagoa: 1.392 / 365 x 60	= 230 m <sup>3</sup>
Volume da lagoa com 20% de reserva	= 280 m <sup>3</sup>

Na disposição final, os efluentes seriam retirados da lagoa e transportados por caminhões pipa até a estação de tratamento de esgotos de Adamantina. O volume médio diário a ser retirado seria de: 1.392 / 365 dias/ano = 3,80 m<sup>3</sup>/dia.

## Emissão de odores e a geração de ruídos

A emissão de odores se dá em sua maior parte na lagoa anaeróbia de tratamento de chorume. A fração orgânica do lixo será trabalhada de forma aeróbia, com revolvimentos periódicos (2 vezes por semana no 1º mês e 1 vez por semana no 2º mês). Com isso a geração de odores no pátio de compostagem é minimizada. O nível de ruído gerado pelos equipamentos mecânicos da usina é inferior a 80 dBA. Abaixo, portanto do limite recomendado pela ABNT para áreas de produção (90dBA). Quanto a esse aspecto lembramos que esta concepção de Usina de Lixo não utiliza moinhos trituradores, que seria o equipamento mais ruidoso em uma Usina. O trânsito e a operação de caminhões e pá carregadeiras gera ruídos típicos do trânsito urbano e dentro dos limites estabelecidos.

## Sistema de transporte de resíduos

Todo o lixo coletado é hoje transportado por caminhões compactadores, com capacidade de 10 m<sup>3</sup>. O número de viagens pode ser estimado como segue: 17,50 toneladas por dia / 4,5 ton/viagem = 3 a 4 viagens /dia. Na perspectiva da implantação da coleta seletiva esses dados devem ser revistos. Num primeiro momento implicaria no transporte dos recicláveis para a atual Usina e do lixo úmido para o pátio de compostagem na área anexa ao aterro sanitário.

## Estimativa de mão de obra

Se a operação da Usina fosse terceirizada seria utilizado o seguinte quadro de pessoal:

Se a operação da Usina fosse terceirizada seria utilizado o seguinte quadro de pessoal:	
- Na área da recepção	= 01
- Na esteira de catação	= 10
- No peneiramento	= 01
- No enfardamento	= 02
- No refeitório	= 01
- Na pá carregadeira	= 01
- Na balança	= 01
- Na administração	= 01
- Na limpeza geral	= 01
- Total.....	= 19 funcionários.

### Obras de implantação

- Limpeza da área, terraplanagem, compactação do solo, preparação de bases e fundações para receber os equipamentos mecânicos da Usina;
- Montagem mecânica dos equipamentos da Usina;
- Montagem mecânica dos barracões em estrutura metálica na área de recepção do lixo e sobre a esteira de triagem;
- Construção de cerca em tela metálica e plantio de mudas para a cerca viva ao redor da Usina;
- Reflorestamento ciliar do córrego Tocantins;
- Construção do prédio administrativo, refeitório, guarita e balança;
- Sistema de abastecimento de água, energia elétrica e sanitários;
- Instalação do sistema elétrico da Usina;
- Construção do barracão de enfardamento em estrutura metálica;
- Construção de baias de reciclados;
- Construção e preparo dos pátios e sistema de drenagem;
- Terraplanagem, compactação do solo e preparo do sistema de drenagem para aterro de rejeitos;

### Recicláveis

A quantidade média dos recicláveis é a seguinte:

- Metais ferrosos (19,60 %)	= 444 kg/dia
- Metais não ferrosos (2,10%)	= 47 kg/dia
- Papéis (43,90%)	= 994 kg/dia
- Plásticos (16,50%)	= 373 kg/dia
- Outros (17,90%)	= 407 kg/dia
TOTAL.....	= 2.265 kg/dia (100%).

O composto orgânico produzido seria vendido aos agricultores da região, principalmente aos pequenos e utilizados em projetos de recuperação de matas ciliares da sub-bacia que recebe o empreendimento e das adjacentes.

**Foto 11:** Os metais e latas prensados em fardos de 0,50 x 0,50 x 0,50 e estocados a céu aberto.



**Foto 12:** Os papéis são prensados e armazenados em barracão coberto.



**Foto 13:** Os vidros são separados e ficam acondicionados em baias à espera de comércio.



**Fotos 14:** Os fardos de PET e baias de vidros quebrados aguardando comercialização.



Fotos 15: Os fardos de vidros quebrados aguardando comercialização.



Foto 16: Os vidros separados por cor e tipo à espera de comercialização.



*Foto 17: Os plásticos separados por cor e tipo em secagem ao sol.*



### **Sistema de proteção ambiental**

Como forma de proteção ambiental todas as águas pluviais não incidentes nas áreas anteriormente descritas, serão retidas em curvas de nível, de forma a não provocar erosões. Os 150 metros próximos à margem do córrego Taipús serão arborizados de acordo com esquema de plantio em quincôncio, conforme as normas e os aspectos técnicos para o reflorestamento de matas ciliares, visando a proteção da água, o controle das erosões e o anteparo de ventos.

Toda água pluvial e de lavagem que incide sobre as áreas consideradas de contaminação serão coletadas através de canaletas e conduzidas para a lagoa de tratamento. O pátio de compostagem seria em concreto armado com espessura de 12 cm, com canaletas coletoras de efluentes em todo o seu contorno.

### **Localização e descrição da área de rejeitos**

A disposição dos rejeitos e refugos seria feita em valas especialmente preparadas com volume aproximadamente de 430 m<sup>3</sup> cada, apioladas e impermeabilizadas com produtos utilizados em pavimentação asfáltica; com caimento do fundo em torno de 2% para facilitar a remoção de líquidos no seu interior. O número de valas necessárias para 10 anos de funcionamento será de: 14 x 10 anos = 140 valas.

Após o décimo ano de operação da usina seriam estudadas as condições de compactação e recalques, de forma viabilizar o aterramento de rejeitos em forma de células superficiais sobre as áreas das valas já utilizadas.

### **Diagnóstico ambiental da área de influência**

#### **Delimitação da área de influência**

A área escolhida encontra-se distante de moradias, cujos ocupantes poderiam ser incomodados pela usina, seja pelo aumento de tráfego, pela emanção de odores ou ruídos produzidos por veículos e pela própria operação da usina.

A vizinhança é formada principalmente pela Escola Agrícola de Adamantina, com aulas nos períodos diurno e noturno. Nesta região residem 106 alunos e 03 famílias de funcionários, a escola possui 02 poços para irrigação da horta e consumo da escola; a Prefeitura possui uma área dentro da escola municipal e a utiliza para a produção de mudas, mas a água é captada do córrego. Existem criações de suínos, caprinos, bovinos, coelhos e aves para o consumo da escola, sendo o excedente da produção vendida.



*Foto 18: O aterro sanitário de Adamantina*



*Fotos 19 e 20: A área do aterro escolhida para a transferência da Usina.*

A área situa-se fora do cone de aproximação do aeroporto de Adamantina. A predominância dos ventos é do quadrante Nordeste, o que reduz mas não elimina o risco de incômodos aos alunos da escola vizinha.

### **Compatibilidade com a legislação incidente**

Com base na resolução 4 do CONAMA de 09 de outubro de 1995 e na Lei nº 6.938, artigo 3: “As atividades de natureza perigosa deverão adequar sua operação de modo a minimizar seus efeitos atrativos ou riscos em conformidade com as exigências normativas de segurança e/ou ambientais”.

Em termos médios, entre 30% a 40% do peso do material que entra na Usina, sai na forma de com-

posto orgânico. Cerca de 20% a 30% representa perda de gases e umidade por evaporação e/ou infiltração e cerca de 5 a 10% é comercializado no mercado de recicláveis. A parcela a ser descartada situa-se entre 30 a 35 % do total coletado, cuja disposição é o aterro sanitário em valas, evidenciando substancial redução do espaço físico para disposição, além de corresponder economia de operação do aterro (NARDINI, 1987).

O potencial de contaminação de solos e águas subterrâneas pelos materiais descartados pelas usinas é consideravelmente menor que aqueles dos resíduos brutos, devido ao fato de serem constituídos, principalmente por rejeitos inertes da triagem e rejeitos inertes ou bioestatizados do peneiramento ao final do processo de compostagem (SCHALCH, 2000).

Quanto aos efluentes líquidos produzidos em pátios de compostagem (Foto 22), são encaminhados para a lagoa de tratamento de chorume (foto 20) que capta todo líquido produzido, podendo seu potencial poluidor ser reduzido através de medidas de controle, como por exemplo, a impermeabilização das fundações, a drenagem em superfície e abaixo dela e a coleta e análise periódica de amostras da água do lençol freático para monitoramento.



*Foto 20: A lagoa de tratamento de chorume*

### **Coleta regular**

O serviço de coleta regular é executado pela administração pública municipal, três vezes por semana, durante o período diurno, ou seja, segunda, quarta e sexta feira ou, terça, quinta e sábado.

A população atendida pela coleta regular corresponde a mais de 98% dos habitantes da área urbana da cidade, em função da inexistência de favelas e existência de uma malha viária pavimentada que cobre mais de 95% da cidade.

Os caminhões coletores são do tipo caçamba compactadora, Vegalix, e caminhões basculantes, suficientes para o volume de resíduos produzidos. A frota deve ser mantida limpa e desinfetada, com o pessoal devidamente uniformizado.

Os resíduos dos serviços de saúde são recolhidos separadamente por veículo apropriado (tipo saveiro), forrado com chapa de aço inoxidável. Neste caso os resíduos são encaminhados às valas específicas para a sua disposição e cobertos com camadas de terra e cal.

### **Uso e a ocupação atual do solo**

A área é definida como área de pastagem. Não há qualquer infraestrutura com relação a água para

abastecimento, disposição dos dejetos humanos, energia elétrica, que possa ser alterada pela instalação da Usina. A cobertura vegetal do local é predominantemente constituída por gramíneas rasteiras. Existe alguma vegetação nativa às margens do córrego, vegetação do tipo ciliar bastante degradada, com poucos espécimes na área de preservação permanente. Conforme o Departamento Estadual de Recursos Naturais a área não apresenta a necessidade de supressão de vegetação natural.

### **Informações geológicas e hidrogeológicas**

O mapeamento geológico em escala 1:500.000 executado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, localiza a zona de interflúvio das bacias dos rios do Peixe e Aguapeí em domínios da formação Adamantina do grupo Bauru, cretáceo superior da bacia sedimentar do Paraná. Pela seqüência ainda considerada como a mais aceita, o grupo Bauru é subdividido nas formações, Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

A formação Adamantina é caracterizada litologicamente pela ocorrência de bancos de arenito de gradação fina a muito fina de cor rósea a castanha, com espessuras variáveis entre 2 e 20 m, em alternância com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanha avermelhado a cinza castanho. Quanto à estrutura, as estratificações cruzadas são próprias dos estratos mais areníticos, ao passo que, nos lamíticos subordinados a eles, são mais comuns os bancos maciços ou dispostos em acamamento plano paralelo, com a presença freqüente de mareas de ondas e microestratificação cruzada.

Do ponto de vista hidrogeológico, a formação Adamantina comporta-se como aquífero livre. Como característica geral, a zona freática é encontrada a mais de 12 metros de profundidade nos topos aplainados, entre 08 à 12 metros a meia encosta, tendo na área de sopé e áreas alagadiças profundidades em geral inferiores a 08 metros. Os cursos de água não influem na oscilação do nível freático. As reservas de água subterrânea no oeste do estado de São Paulo são consideradas como importante opção para o abastecimento de água, tanto da população em geral quanto para o suprimento das necessidades de unidades industriais, hospitais, etc.

Com relação ao nível do lençol freático, considera-se que em toda a área analisada, o aquífero livre é encontrado a profundidades superiores a 10 metros em relação à superfície, em qualquer estação do ano hidrológico ( Depto. de Engenharia da Prefeitura Municipal).

### **Caracterização da infra-estrutura básica existente**

O local dispõe apenas de rede de energia elétrica, que passa na divisa do terreno, próximo à estrada vicinal, um pequeno poço caipira para abastecimento de água e a aproximadamente 600 metros se encontram as instalações do Colégio Técnico Agrícola de Adamantina.

### **Condições climáticas**

#### **Ventos:**

Os ventos predominantes são do quadrante Nordeste.

Temperatura

Média anual = 25,6 °C

Máxima anual = 32,6 °C

Mínima anual = 18,6°C

**Pluviometria:** Os dados são originários da CATI de Adamantina, SP

MÊS	EVAPORAÇÃO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Janeiro	131,7	260,0
Fevereiro	112,8	179,3
Março	115,6	178,5
Abril	88,2	76,4
Mai	67,3	76,7
Junho	57,4	51,2
Julho	59,9	19,0
Agosto	78,9	34,3
Setembro	97,8	98,2
Outubro	113,2	99,2
Novembro	121,9	124,7
Dezembro	132,7	183,4
<b>TOTAL</b>	<b>1.117,1</b>	<b>1.380,9</b>

### Níveis de ruídos

O maior nível de ruído é aquele provocado pela operação da pá-carregadeira, em torno de 80 dBA.

### Identificação dos impactos ambientais

Os principais impactos ambientais previstos na área do empreendimento são:

- O aterramento diário de rejeitos em valas, sacrificando permanentemente estas áreas (Foto 21);
- A concentração de matéria orgânica no pátio de compostagem (Foto 22);
- A geração de líquidos percolados nas leiras de compostagem (Foto 23);
- A existência de lagoa para o tratamento de líquidos percolados (Foto 24);
- O trânsito contínuo de veículos e de pessoal no local;
- A contaminação de águas pluviais pelo contato destas com o lixo in natura, determinando o acréscimo do volume de efluentes a ser tratado.



*Foto 21: O aterramento de rejeitos em valas.*



*Foto 22: O pátio de compostagem.*



*Foto 23: Os líquidos são escoados pela canaleta.*



*Foto 24: A lagoa de chorume*

## Medidas mitigadoras

O potencial de contaminação de solos e águas subterrâneas pelos materiais descartados pela usina é menor que aquele dos resíduos brutos, devido ao fato de serem constituídos principalmente por rejeitos inertes da triagem e rejeitos inertes ou bioestabilizados do peneiramento no final do processo de compostagem. Desta forma, aterros desses materiais não requerem os mesmos rigores de projetos receptores de resíduos brutos, pois fica bastante reduzida a produção de chorume. Isso é assegurado através de um perfeito monitoramento das leiras e triagem dos materiais não biodegradáveis.

Os efluentes líquidos produzidos por águas pluviais que incidem sobre o lixo *in natura* nas áreas citadas anteriormente, assim como aqueles efluentes gerados no processo de compostagem aeróbia e nas valas do aterro de rejeitos, serão encaminhados à lagoa anaeróbia de tratamento. Os rejeitos aterrados nas valas devem receber a cobertura com solo diariamente, evitando-se assim exposição prolongada de resíduos a céu aberto.

Como medida preventiva e compensatória a Prefeitura Municipal deve instalar na escola técnica um laboratório com todos os equipamentos necessários para o controle da qualidade da água para consumo e irrigação, bem como implantar no local um viveiro de mudas de nativas para permitir a ação de recomposição permanente da mata ciliar do córrego Taipús, o que se deve fazer na faixa de 30 metros a partir de suas margens.

Outras medidas compensatórias seriam as aquisições de livros técnicos sobre meio ambiente, recomposição de matas ciliares, análise e qualidade de águas, etc. e a implantação de um laboratório de computação para uso dos alunos em pesquisas escolares.

## Monitoramento e controle

O sistema de monitoramento compreenderia tarefas diárias de controle sobre:

- O número de caminhões recebidos e seus respectivos pesos;
- A quantidade de fardos de recicláveis produzidos por dia e seus respectivos pesos;
- As quantidades vendidas de materiais recicláveis e de composto orgânico;
- A umidade das leiras no pátio de compostagem;
- A quantidade de chorume produzido no pátio de compostagem;
- A quantidade de chorume recirculada entre as leiras no pátio de compostagem;
- A compactação do rejeito nas valas, e sua cobertura.

Devem ser perfurados 04 poços para coleta das amostras de água visando avaliar a possível infiltração de poluentes, a montante e a jusante das valas do aterro de rejeitos. Deve ser mantido no Colégio Técnico Agrícola um laboratório para análises continuadas da potabilidade da água, avaliando-se os principais parâmetros físico-químicos, inclusive da água das nascentes e dos poços, rotina esta que pode e deve ser utilizada para a capacitação dos alunos do Colégio Técnico. Os materiais para as análises devem ser fornecidos pela Prefeitura Municipal, mediante a aprovação de lei municipal específica.

## Conclusão

A *partir* dos levantamentos deste trabalho podemos concluir que a implantação e transferência da Usina de Triagem e Compostagem de Lixo Domiciliar Urbano de Adamantina, SP, com o aproveitamento dos equipamentos existentes, para a área anexa ao aterro sanitário, ao pátio de compostagem e

lagoa de tratamento de chorume, todos devidamente licenciados pela CETESB e em operação, é viável do ponto de vista ambiental e contribuiria sobremaneira para a solução de um problema antigo, uma vez que a atual Usina de Triagem encontra-se precariamente em operação, situada próxima ao córrego Tocantins e colocando-o em constantes riscos de contaminação, bem como acha-se distante do pátio de compostagem e do aterro sanitário, aumentando os custos e prejudicando a eficiência do tratamento e destinação dos resíduos.

A transferência da Usina deve ser priorizada pois constata-se “*in loco*” na atual Usina que:

- O acúmulo de rejeitos inorgânicos, na saída da peneira de lixo cru, indica claramente que a operação de remoção desta massa de rejeitos não está sendo executada a contento;
- O acúmulo de matéria orgânica nova nas dependências da usina indica que o transporte da mesma para o pátio de compostagem também não esta sendo executado com eficiência.

A transferência da Usina é iniciativa de extrema necessidade, pois o desmembramento “provisório” das atividades afins está se estendendo por um tempo demasiadamente longo, causando impactos ambientais e prejuízos econômicos, elevando custos com transporte, e deixando-se de produzir e comercializar o composto orgânico, uma das maiores receitas numa usina como esta, sem falar na ocupação acelerada das valas do aterro de rejeitos, e conseqüente redução de sua vida útil.

A fim de se garantir à população o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida recomendam-se ainda a prioridade máxima para a implantação da coleta seletiva no município, o que otimizaria ainda mais o funcionamento do sistema proposto. Neste processo deve-se garantir o envolvimento de toda a comunidade e dos setores privados, com ênfase a realização de atividades de educação ambiental no ensino formal, prioritariamente para crianças e adolescentes. A coleta seletiva, mesmo antes de efetivada a transferência da Usina, contribuiria para a melhora qualitativa da atual operação do sistema de destinação dos resíduos sólidos domiciliares.

## Referências

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental** – São Paulo- SP, Prentice Hall, 2002.

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, NBR 10004 – Resíduos Sólidos; São Paulo- S.P., 1987.

BRASIL, CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução 001/20 – Brasília 1986.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 12/29/42 – 1994.

RAP – Tupi Paulista. **Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólido Integração** – 2001.

ALCEU DE CASTRO GALVÃO JUNIOR. Dissertação de Mestrado USP - São Carlos; “**Aspectos Operacionais Relacionados com Usinas de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Domiciliares no Brasil**” -abril de 1994.

NARDINI M. et al. “**Usina de Reciclagem de Lixo: Aspectos Sociais e Viabilidade Econômica**”; 1987.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares** – Relatório de 2003. SP.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ADAMANTINA. Secretaria de Planejamento, Departamento de engenharia.

Dados da quantidade e qualidade dos resíduos/ dados populacionais.

SCHALCH, V; ALEITE, W.C; FERNANDES JR, CASTRO, M.C. AA- **Gerenciamento de Resíduos Sólidos** – EESC-USP ; 2000.