

GESTÃO DE RESÍDUOS INTERNOS EM ATERRO SANITÁRIO PRIVADO EM FASE DE EXPANSÃO.

Thaís do Amaral

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental de Sorocaba

Gerson Araujo de Medeiros

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental de Sorocaba, Professor, Doutor em Engenharia de Água e Solo.

Sandro Donnini Mancini

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental de Sorocaba

Manuel Enrique Gamero Guandique

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental de Sorocaba

Vinícius Pedreira Coimbra

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus Experimental de Sorocaba

Email do Autor Principal: (gerson@sorocaba.unesp.br)

RESUMO

Em agosto de 2011 entrou em vigor a Política Nacional de Resíduos Sólidos em resposta a problemática de disposição de lixo existente no Brasil, evidenciando a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos. Sendo os aterros sanitários considerados a maneira mais aceita de disposição e pela expansão observada nos últimos anos, torna-se necessária a gestão sustentável de resíduos gerados por esse tipo de empreendimento. Esse trabalho propõe um diagnóstico da geração de resíduos em um aterro sanitário privado, em fase de expansão, localizado na região de Sorocaba-SP. O diagnóstico qualitativo foi feito por observação no local e os resíduos levantados foram quantificados por 6 meses, de agosto de 2011 a janeiro de 2012. O diagnóstico foi feito considerando-se a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem, nesta ordem. Foram encontrados diversos resíduos sólidos e efluentes líquidos nos seis meses de levantamentos, dentre eles o de maior geração foi a Manta PEAD utilizada na impermeabilização do aterro com aproximadamente 7t, seguido por canos de PVC, o qual atingiu 850Kg. Ambos foram destinados para a reciclagem. Em relação aos efluentes líquidos o maior volume foi de chorume com 11.500 m³ que foram enviados para tratamento. Assim, este trabalho evidencia a necessidade da gestão sustentável dos resíduos gerados num aterro sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: gestão ambiental; redução; reciclagem.

INTRODUÇÃO

Os aterros sanitários são considerados a única alternativa de disposição do lixo, devido ao controle de engenharia existente. Esse controle envolve a impermeabilização do solo e a separação dos produtos da decomposição do lixo; chorume e gás natural. Por outro lado, afetam o meio ambiente e utilizam grandes extensões de terra.

Mansor et al (2010) citam algumas vantagens e desvantagens dos aterros em comparação a outras formas de destinação de resíduos. Dentre as vantagens destacam-se:

- a) Custo de Investimento muito menor que o requerido por outras formas de tratamento de resíduos;
- b) Custo de Operação muito menor que o requerido pelas instalações de tratamento de resíduos;
- c) Apresenta poucos rejeitos ou refugos a serem tratados em outras instalações;
- d) Simplicidade operacional;
- e) Flexibilidade operacional, sendo capaz de operar bem mesmo ocorrendo flutuações nas quantidades de resíduos a serem aterradas;

Os mesmos autores apontam as seguintes desvantagens do uso dos aterros sanitários:

- a) Não trata os resíduos, consistindo em uma forma de armazenamento no solo;
- b) Requer áreas cada vez maiores;
- c) A operação sofre ação das condições climáticas;
- d) Apresenta risco de contaminação do solo e da água subterrânea.

Tais empreendimentos não recebem somente o “lixo”, ou seja, o que não pode mais ser reaproveitado, e sim todo o resíduo que é descartado pela comunidade, incluindo aqueles que poderiam ser reutilizados ou reciclados.

Segundo o PNRS, cerca de 32% dos resíduos gerados no Brasil são recicláveis e 51% são de matéria orgânica que poderia estar sendo utilizada para compostagem, demonstrando o potencial da redução da disposição do lixo em aterros sanitários.

Esses resultados estão em conformidade com aqueles observados por Mancini et al. (2007), no aterro sanitário do município de Indaiatuba, próximo a Iperó. Os referidos autores levantaram que cerca de 40% em massa do lixo gerado nesse município (54 toneladas/dia) correspondiam a restos de alimento; seguido de lixo de jardim (18,5 toneladas/dia). Dos resíduos inertes, destaca-se o entulho (5,0 toneladas/dia). As embalagens longa vida corresponderam a 1,5 toneladas/dia ou 45 toneladas/mês. Vale destacar que os autores estimaram que 90% do lixo depositado no aterro sanitário de Indaiatuba é reciclável.

Em agosto de 2010 foi instituída a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em resposta a essa problemática apresentada, visando à mudança de hábitos com força de lei. A nova política promove o paradigma do aumento da eficiência do uso de recursos, obrigando o setor empresarial a rever suas atividades.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos diz no sétimo artigo seus objetivos. Um deles é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A base da gestão deste trabalho se baseará nesses conceitos, nessa ordem.

Segundo Peixoto, Campos e D’Agosto (2005), inicialmente, deve-se reduzir o volume de lixo gerado. Isso é obtido com a diminuição do nível de consumo, adquirindo-se apenas o necessário.

Entretanto, mesmo reduzindo o volume de lixo é essencial reaproveitar o que foi descartado. Isso se faz dando preferência aos bens duráveis ao invés dos descartáveis e aumentando a vida útil dos produtos utilizados.

O lixo que não pode ser evitado nem reutilizado é encaminhado para a reciclagem. Este processo é caracterizado por operações de transformação de certos materiais em matéria prima para a produção de novos produtos.

A gestão sustentável de resíduos possibilita o reaproveitamento de matérias primas, a diminuição de impactos ambientais e o aumento da vida-útil dos aterros. Do ponto de vista social, movimenta o comércio de recicláveis, gerando renda para populações carentes e agrega conhecimento, criando uma cultura de sustentabilidade. Por fim, aumenta o lucro e/ou diminui desperdícios financeiros das iniciativas públicas e privadas, reduzindo a necessidade de receita para compra de matéria prima ou disposição final.

Concomitantemente o mercado está cada vez mais exigente e atitudes ambientalmente corretas estão sendo cobradas pelos clientes e consumidores, principalmente de empresas ligadas diretamente a questões ambientais, incluindo os aterros sanitários particulares.

O aumento significativo na geração de resíduos sólidos de origem doméstica e industrial leva a sua gestão para outro patamar, passando da disposição em locais adequados para o incentivo da redução, da reutilização e da reciclagem dos materiais.

Nesse contexto, os próprios aterros sanitários tem sido desafiados a gerir os seus próprios resíduos gerados.

O presente trabalho tem por objetivo realizar um diagnóstico da geração de resíduos de um aterro sanitário privado, em fase de expansão, localizado na região de Sorocaba - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em aterro sanitário particular, na região de Sorocaba, estado de São Paulo.

A área do aterro é de aproximadamente 63 ha, sendo 52% desse total destinado à disposição de resíduos, e os outros 48% correspondendo a área de reserva legal.

O aterro possui licença de Operação da CETESB para o recebimento de 1000t/dia de resíduos classe IIa e IIb, tendo sua vida útil calculada para 20 anos, com uma capacidade de quase 7 milhões de m³.

A impermeabilização utilizada é composta de várias camadas, começando por argila compactada seguida de manta bentonítica e de PEAD, Geotextil e, por fim, solo argiloso (Figura 1).

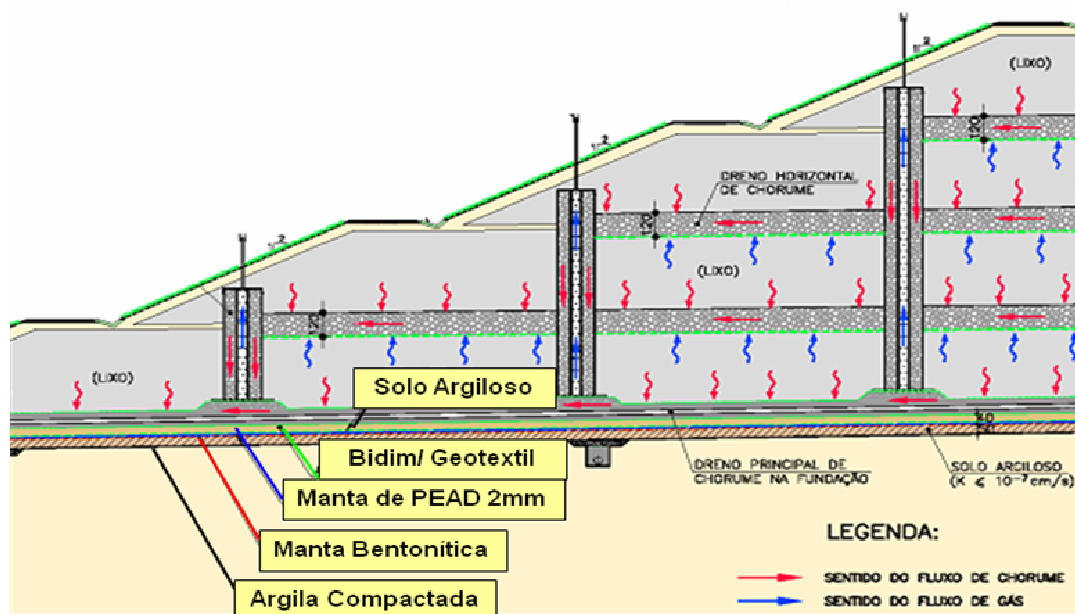


Figura 1: Esquema do sistema de impermeabilização do aterro sanitário, na região de Sorocaba – SP.

Para fins de implantação e licenciamento, o aterro foi dividido em oito fases diferentes, denominadas 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3, 4 e 5. Esse estudo ocorreu durante a implantação da fase 1B.

As áreas de implantação de impermeabilização conforme e os volumes de cada fase estão na Tabela 1.

Tabela 1: Áreas e volumes das fases de implantação do aterro sanitário na região de Sorocaba – SP.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|
| 1A | 32,918 | 518 315,49 |
| 1B | 16,459 | 253 163,03 |
| 1C | 16,459 | 253 163,03 |
| 2A | 17,854 | 431 593,28 |
| 2B | 17,854 | 386 223,93 |
| 3 | 60,201 | 1 686 156,39 |
| 4 | 50,531 | 1 674 947,58 |
| 5 | 40,824 | 960 204,69 |
| Total | 253,098 | 6.163 767,43 |

O levantamento dos resíduos gerados, no próprio aterro, foi feito por observação em cada setor. Esses resíduos foram classificados segundo a NBR 10.004 e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Definiu-se também a forma

como deveriam ser acondicionados, de acordo com sua periculosidade. Seguiu-se também o esquema de cores para fins de reciclagem, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Esquema de cores para separação e armazenamento de resíduos recicláveis.

| COR | RESÍDUO |
|-----------------|---|
| Azul | Papel/papelão |
| Vermelho | Plástico |
| Verde | Vidro |
| Amarelo | Metal |
| Preto | Madeira |
| Laranja | Resíduos Perigosos |
| Branco | Resíduos ambulatoriais |
| Roxo | Resíduos radioativos |
| Marrom | Resíduos orgânicos |
| Cinza | Resíduo geral não reciclável ou misturado ou contaminado não passível de separação. |

Os resíduos foram quantificados durante seis meses consecutivos, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012. Todos os resíduos gerados foram separados, classificados e pesados úmidos.

Primeiramente foi avaliada a possibilidade de diminuição ou não geração do resíduo em questão.

Quando não foi possível, a possibilidade de reutilização foi o próximo item a ser avaliado.

Como terceira opção, foram adquiridos coletores das diferentes cores para a separação dos resíduos para reciclagem. Sensibilizações e treinamentos ajudaram os colaboradores a contribuir com a coleta seletiva.

Por fim, nos casos que nenhuma das opções anteriores era possível foi considerada como última alternativa a destinação no próprio aterro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos gerados no período de estudo estão evidenciados na Tabela 3, por setor da empresa, assim como sua classificação segundo a Norma NBR 10004. Já a Tabela 4 apresenta os resultados da quantificação desses resíduos, sendo que os resíduos não recicláveis incluem papéis sujos e restos de alimento.

Os resíduos não recicláveis começaram a ser pesados somente em outubro de 2011 devido à dificuldade inicial para o seu armazenamento e pesagem diariamente. Em relação ao óleo lubrificante, a pesagem se iniciou em novembro de 2011, pois foi necessário um acordo com a terceirizada responsável pela manutenção do maquinário. Os resíduos de manta bentonítica e de Geotextil não puderam ser quantificados, pois no início do estudo estes já haviam sido descartados.

Os resíduos de papel sulfite que seriam reutilizados como rascunhos, por exemplo, não foram quantificados por não entrarem no sistema de gestão como resíduos com necessidade de destinação. Assim que descartados, foram inseridos nas pesagens de papel.

O mesmo aconteceu com os resíduos de madeira e de cartuchos de tinta, devido à reutilização, por esse motivo não houve quantificação desses resíduos. Todavia, eles foram considerados no sistema de gestão.

Tabela 3. Qualificação dos resíduos gerados no aterro de Iperó, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

| Área/ Atividade | Resíduo | NBR 10004 | Acondicionamento | Destino |
|--------------------|--|-----------|------------------------|---------------------------------|
| Escritório | Papel sulfite/papelão | IIa | Coletores azuis | Reaproveitamento/ Reciclagem |
| | Cartuchos de tinta para impressão | I | Caixas próprias | Recarga |
| | Pilhas e Baterias | I | Coletores Laranjas | Logística Reversa |
| Laboratório | Restos de Amostras* | IIa e IIb | Armário do Laboratório | Aterro |
| | Efluente Laboratorial | I | Bombonas | Piscina de Chorume |
| Refeitório | Restos de Alimentos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Embalagens e Papéis Sujos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Garrafas, copos e talheres de plástico | IIa | Coletores Vermelhos | Reciclagem |
| Implantação | Retalhos e Cavacos de Mantas de PEAD | IIa | Área de Implantação | Reciclagem |
| | Bidim/Geotextil | | | |
| | Retalhos de Manta Bentonítica | | | |
| | Canos de PVC | IIa | | Reciclagem |
| | Madeira | IIb | | Reutilização |
| Operação | Óleo Lubrificante | I | Não se aplica | Rerrefino |
| | Chorume | IIa | Lagoa de Chorume | Tratamento de Efluentes |
| Geral | Papéis sujos | IIa | Coletores Cinzas | Aterro |
| | Efluente líquido** | IIa | Fossa | Tratamento |
| | Lâmpadas fluorescentes | I | Local seco e seguro | Logística Reversa |

Tabela 4. Quantificação dos Resíduos, no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

| Resíduo | Total | Média por mês |
|---|----------|---------------|
| Papel/Papelão (Kg) | 207,1 | 34,514 |
| Plástico (Kg) | 93,1 | 15,51 |
| Pilhas e Baterias (unidades) | 4 | 0,667 |
| Lâmpadas fluorescentes (unidades) | 5 | 0,833 |
| Retalhos e Cavacos de Mantas de PEAD (Kg) | 7.305,9 | 1.217,642 |
| Canos de PVC (Kg) | 850 | 141,667 |
| Restos de Amostras (Kg) | 100 | 16,667 |
| Efluente Laboratorial(L) | 9 | 1,5 |
| Não recicláveis (Kg) | 338,3*** | 84,575 |
| Óleo Lubrificante (L) | 441**** | 147 |
| Chorume (m ³) | 11.499 | 1.916,48 |
| Efluente líquido(m ³) | 167 | 27,833 |

Total referente a quatro meses; *Total referente a três meses.

Avaliando-se os resíduos perigosos gerados, aqueles que não apresentaram uma quantidade significativa incluíram as pilhas e baterias, provenientes da área de escritórios; as lâmpadas fluorescentes e o efluente laboratorial.

A redução de qualquer desses resíduos influencia diretamente na operação do aterro, e não podem ser reutilizados. Portanto, optou-se pelo envio das pilhas e baterias para pontos de coleta populares, devido a geração de somente 4 unidades no período avaliado. As lâmpadas foram enviadas a empresas licenciadas que efetuam a reciclagem.

A geração de efluente laboratorial alcançou 9 L e está vinculada ao controle do laboratório, antes da entrada de resíduos no aterro, garantindo as propriedades físicas padrão para a segurança do empreendimento. Sendo assim, não pode ser reduzido, nem reutilizado, sendo enviado para tratamento.

As amostras para controle dos resíduos que entram no aterro ficam armazenadas por seis meses, e por serem de materiais diversos e misturados são destinadas como lixo comum a área do aterro.

O óleo lubrificante descartado alcançou um volume de 441 L, no período avaliado, e sua destinação foi o envio para uma empresa terceirizada de rerrefino.

O efluente de maior volume do aterro foi o chorume, atingindo um total de 11.499 m³, no período avaliado. Por ser originado da decomposição do lixo esse efluente não é passível de redução dentro do empreendimento, a menos que cesse a sua operação ou exista uma impermeabilização superior nos taludes que evite que a água da chuva percole no solo, aumentando seu volume.

Sendo um líquido altamente poluente deve ser tratado antes de ser despejado em corpos hídricos. Assim, o chorume é transportado semanalmente a uma empresa autorizada que faz o seu tratamento.

Observa-se, no período de monitoramento, um incremento mensal nessa geração, desde agosto de 2011 a janeiro de 2012, variando de 729,1 m³ a 4.069,7 m³ respectivamente. Esse fenômeno deve estar relacionado a expansão da área de disposição do aterro e ao aumento do volume de chuva, nesse período.

Observou-se que a quantidade de resíduos de papéis e papelões gerados apresentou uma variação durante os meses de pesagem, de 10,0 kg a 62,8 kg, sendo que o total atingiu 207 kg, no período avaliado. Essa variação ocorreu devido à compra de matérias e equipamentos que renderam aumento na quantidade de papelão descartado. Já os plásticos sofreram uma menor variação, sendo em sua maioria copos, garrafas e talheres.

Diante da medida de adoção de copos de vidro pela área administrativa e a impossibilidade de utilização de recipientes reutilizáveis pela área operacional, devido à preocupação com a higiene dos mesmos, o consumo já está reduzido a seu limite. Assim, a doação desses resíduos para uma cooperativa de reciclagem foi à medida de gestão adotada.

Em relação ao consumo de papel, a substituição de toalhas de papel pelas de tecido não foi efetuada, também em detrimento da preocupação com a higiene. O consumo de folhas de papel sulfite e envelopes foram reduzidos pela reutilização e, após o consumo total, foram enviados também a cooperativa para posterior reciclagem.

Os resíduos da manta de PEAD que foi utilizada para a impermeabilização do aterro, foi o resíduo com a segunda maior geração, alcançando cerca 7,5 t.

Devido à quantidade medida e os dados de evolução do aterro, apresentados na Tabela 5, foi possível inferir sobre a geração futura desse resíduo, em cada fase, até o fim da implantação do empreendimento. Considerando a densidade como sendo de 950 kg/m³, também foi calculado o volume que esse resíduo ocupará no aterro, como mostra a Tabela 5.

Nota-se que até o fim do empreendimento, cerca de 113 t de manta serão descartadas, ou seja, 0,44Kg/m² ou 4,6t/ha, ocupando um espaço mínimo de aproximadamente 120 m³, o que corresponde a 0,001% do volume total do aterro.

Nesse caso, não é possível identificar como seria possível uma redução dessa geração ou reutilização sem um estudo específico prévio. Assim, a solução encontrada foi o envio dos retalhos e rebarbas de PEAD para a mesma cooperativa que coleta e destina os resíduos a reciclagem.

No caso dos canos de PVC, o mesmo estudo de proporcionalidade foi realizado para se inferir a geração desse resíduo nas fases posteriores de implantação do aterro sanitário. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 5. Inferência sobre a geração de resíduos de manta durante as fases de implantação do aterro de Iperó.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) | Resíduo de Manta (kg) | Resíduo de Manta (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1A | 32,918 | 518 315,49 | 14.611,702 | 15,381 |
| 1B | 16,459 | 253 163,03 | 7.305,851* | 7,690 |
| 1C | 16,459 | 253 163,03 | 7 305,851 | 7,690 |
| 2A | 17,854 | 431 593,28 | 7 925,066 | 8,342 |
| 2B | 17,854 | 386 223,93 | 7 925,066 | 8,342 |
| 3 | 60,201 | 1 686 156,39 | 26.722,130 | 28,129 |
| 4 | 50,531 | 1 674 947,58 | 22.429,793 | 23,129 |
| 5 | 40,824 | 960 204,69 | 18.121,032 | 19,075 |
| Total | 253,098 | 6.163.767,43 | 112.345,603 | 118,259 |

*Dados mensurados

Tabela 6. Inferência sobre a geração de resíduos de tubos de PVC durante as fases de implantação do aterro de Iperó.

| Fase | Área (m ²) | Volume (m ³) | Resíduo de Tubo (Kg) | Resíduo de Tubo (m ³) |
|-------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1A | 32,918 | 518 315,49 | 1700 | 1,214 |
| 1B | 16,459 | 253 163,03 | 850* | 0,607 |
| 1C | 16,459 | 253 163,03 | 850 | 0,607 |
| 2A | 17,854 | 431 593,28 | 922,043 | 0,659 |
| 2B | 17,854 | 386 223,93 | 922,043 | 0,659 |
| 3 | 60,201 | 1.686 156,39 | 3.108,989 | 2,221 |
| 4 | 50,531 | 1.674 947,58 | 2.609,597 | 1,864 |
| 5 | 40,824 | 960 204,69 | 2.108,293 | 1,506 |
| Total | 253,098 | 6.163 767,43 | 13.070,861 | 9,336 |

*Dados mensurados

Considerando somente os canos de PVC, até o fim da implantação do aterro sanitário, pode ser gerado cerca de 13 t desse resíduo, ocupando um volume mínimo de 9 m³ no aterro.

Juntamente com os resíduos de manta, os tubos de PVC foram doados a cooperativa para encaminhamento a reciclagem.

Os resíduos não recicláveis incluíram os papéis utilizados nos banheiros, embalagens e guardanapos com restos de alimentos, os quais totalizaram uma geração de 338,3 kg, no período de outubro de 2011 a janeiro de 2012, o que corresponde a 1,41 kg.(colaborador.mês)⁻¹. Devido à inexistência de cozinha no empreendimento, cada colaborador era responsável pela sua alimentação, não possibilitando a interferência na quantidade de comida desperdiçada.

A redução de consumo de papéis nos banheiros ou no refeitório também não é viável devido a medidas de higiene. A reutilização e reciclagem também não são viáveis para este tipo de resíduo, assim foram enviados para aterramento.

Uma outra opção para os restos de alimentos seria a sua separação e a posterior compostagem, no próprio empreendimento. Porém, na época do levantamento, estando em fase de estudos.

O efluente líquido gerado é semelhante ao doméstico, pois é proveniente dos banheiros e do refeitório. Sua quantidade não é significativa, totalizando 167 m³ no período avaliado, todavia deve ser considerado no sistema de gestão ambiental da empresa. Devido à inexistência de sistema de coleta e tratamento de esgoto no local, o armazenamento foi feito em fossas e o tratamento é feito externamente por empresa licenciada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta um diagnóstico da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos num aterro sanitário privado, como forma de subsidiar a implementação de estratégias de gestão ambiental do empreendimento.

Foi identificada uma grande variedade de resíduos, em sua maioria passíveis de redução, reutilização e reciclagem, evitando a disposição direta no próprio empreendimento, e aumentando sua vida útil.

Pelo momento histórico do empreendimento, que passa por uma fase de expansão, destacaram-se os retalhos e cavacos de mantas de PEAD e os canos de PVC, os quais são considerados recicláveis.

Outro importante fator é a ajuda social que foi dada a cooperativa em questão, auxiliando famílias carentes a obterem uma renda a partir da venda dos recicláveis doados.

Por fim, é necessário frisar que a gestão de resíduos é um trabalho não apenas dos envolvidos diretamente, mas de todos os colaboradores do empreendimento que participam diariamente na redução, reutilização e separação dos resíduos para reciclagem. Sendo assim, um trabalho constante de educação ambiental e conscientização é de suma importância para fazer a gestão funcionar plenamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mancini, S. D.; Nogueira, A. R.; Kagohara, D. A.; Schwartzman, J. A. S.; Mattos, T. Recycling potential of urban solid waste destined for sanitary landfills: the case of Indaiatuba, SP, Brazil. **Waste Management & Research**, v. 25, p. 517-523, 2007.
2. Mansor, M. T. de C.; Camarão, T. C. R. C.; Capelini, M; et al. **Resíduos Sólidos**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 2010.
3. Peixoto, K. Campos; V.B.G., D'Agosto; M.A. **A Coleta Seletiva e a Redução dos Resíduos Sólidos**. Instituto Militar de Engenharia, [2005] Disponível em: [http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(7\)coletaresiduossolidos.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(7)coletaresiduossolidos.pdf). Acessado em 24/11/2011.