



**Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"**

**ANDREIA BUNGENSTAB**

**AÇÃO PARA DIMINUIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS  
DEPOSITADOS NO ATERRO EM VALAS DO MUNICÍPIO DE  
MARACÁI/SP**

**Assis - SP  
2014**

ANDREIA BUNGENSTAB

AÇÃO PARA DIMINUIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS  
NO ATERRO EM VALAS DO MUNICÍPIO DE MARACÁI/SP

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação.

Orientadora: Gilcelene Bruzon.  
Área de Concentração: Química Industrial.

Assis  
2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

BUNGENSTAB, Andreia

Ação para diminuição dos resíduos sólidos depositados no aterro em valas do município de Maracá/SP / Andreia Bungenstab. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2014.

69p.

Orientadora: Gilcelene Bruzon.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Aterro. 2.Resíduos. 3.Reciclagem. 4.Conscientização Ambiental.

COD. 660  
Biblioteca da FEMA

# AÇÃO PARA DIMINUIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS NO ATERRO EM VALAS DO MUNICÍPIO DE MARACÁI/SP

ANDREIA BUNGENSTAB

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientadora: Ms. Gilcelene Bruzon

Analisadora: Ms. Patricia Cavani Martins de Mello

Assis  
2014

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha família, ao meu namorado e aos meus avôs que hoje se encontram com Deus.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concebido a graça de estar aqui e poder concluir mais uma etapa da minha carreira. E depois a minha família que mesmo não demonstrando, estiveram ao meu lado nesta caminhada. Ao meu namorado Thiago que esteve a todo o momento, ao meu lado, me compreendendo nos momentos mais estressantes e me incentivando, nos mais difíceis.

A professora, Gilcelene Bruzon, pela orientação, compreensão, dedicação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos meus colegas e alguns verdadeiros amigos de classe, aos quais passamos juntos grandes momentos de dificuldades, auxiliando uns aos outros, fazendo com que o cansaço se tornasse cada vez mais fácil de enfrentar.

Agradeço aos meus companheiros de trabalho, atuais e passados, que não mediram esforços para me ajudar na execução deste trabalho. A empresa Agro BM por ter me cedido a balança para realização da pesagem dos resíduos utilizados. A Escola “Coronel Azarias Ribeiro”, em especial a Flávia Renata pela ajuda e por cederem espaço para o meu trabalho dentro de sua escola.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente me incentivaram a chegar até aqui.

“Na natureza nada se cria e nada se perde, tudo se transforma”.

Antoine Laurent Lavoisier  
(1743-1794)

## RESUMO

Este trabalho descreve uma ação realizada para diminuição da quantidade dos resíduos gerados pelos moradores do distrito de São José das Laranjeiras, Maracáí/SP, e descartados no aterro em valas deste município. Tendo como objetivo qualificar, quantificar e diminuir os resíduos descartados neste aterro, sendo realizado trabalho de conscientização aos moradores a respeito dos problemas causados pelo aterro e alternativas para diminuí-los. O Trabalho foi dividido em 4 etapas, onde na primeira foram realizadas pesagem e classificação dos resíduos gerados no distrito de São José das Laranjeiras, no mês de Março de 2014, obtendo a média de 592,5Kg de resíduos/dia de coleta. Nos meses de Setembro e Outubro foi realizada a segunda etapa, conscientização ambiental com visitas nas residências da população local, entrega de panfletos educativos, e realização de palestra na escola “Coronel Azarias Ribeiro”, localizada neste distrito, abordando sobre a geração de gases e outros poluentes pelo aterro e conscientizando-os sobre a importância da coleta seletiva para a minimização dos resíduos descartados. Esteve presente a Presidente da Cooperativa de Materiais recicláveis de Maracáí, que colaborou com a realização de uma dinâmica, onde os alunos puderam aplicar o que ouviram na palestra. Na terceira etapa foi realizada uma simulação, dos possíveis impactos provocados pelo lixo descartado. Na primeira pesagem, verificamos que o lixo produzido pode gerar 121,46 m<sup>3</sup> de biogás. Na quarta etapa foi realizada uma nova pesagem e classificação dos resíduos e novos cálculos dos poluentes, e então pudemos observar que houve diminuição dos resíduos para 479Kg de resíduos/dia de coleta, gerando aproximadamente 98,19m<sup>3</sup> de biogás. Através destes resultados concluímos que a conscientização ambiental aplicada neste distrito foi satisfatória, pois houve diminuição dos resíduos descartados no aterro e conseqüentemente na geração de poluentes. Porém, por não terem sido monitorados periodicamente para total clareza dos resultados encontrados, podem ter sofrido influência de sazonalidade, e podem ter sofrido influência no peso encontrado, já que cada material possui volumes e densidades diferentes, e não foram separados por tipo de material para pesagem. É importante que este trabalho de conscientização tenha continuidade e seja realizado por outras localidades, para que possamos chegar próximo a 100% dos materiais recicláveis enviados á reciclagem, diminuindo a necessidade de envio ao aterro e poluição ambiental.

**Palavras-chave:** Aterro, Resíduos, Reciclagem e Conscientização Ambiental.

## ABSTRACT

This paper describes an action taken to reduce the amount of waste generated by the residents of the District of St. Joseph of Orange, Maracaí / SP, and disposed of in landfill trenches in this county. Aiming to qualify, quantify and reduce the waste disposed in this landfill, awareness work being done to the residents about the problems caused by the landfill and alternatives to decrease them. The work was divided into four steps, where the first weighing and sorting of waste generated in the district of St. Joseph of Orange, in the month of March 2014 were performed by obtaining the average 592,5Kg waste / collection day. During September and October the second stage, environmental awareness with visits took place in the homes of local people, delivering educational pamphlets and conducting lecture at school "Colonel Azariah Ribeiro", located in this district, covering about generating gases and other pollutants from the landfill and making them aware about the importance of selective collection for the minimization of waste discarded. Was present the President of the Cooperative of recyclable materials Maracaí, who collaborated with the realization of a dynamic in which students were able to apply what they have heard in the lecture. In the third stage, a simulation of the possible impacts caused by discarded trash was performed. In the first weighing, we found that the waste produced can generate 121.46 m<sup>3</sup> of biogas. In the fourth step a new weighing and sorting of waste and pollutants from new calculations, was performed, and then we noticed that there was a reduction of waste to 479Kg of waste / day of data collection, generating approximately 98,19m<sup>3</sup> biogas. Through these results we conclude that environmental awareness applied in this district is satisfactory, because there was a reduction of waste disposed in landfills and thus the generation of pollutants. However, because they have not been monitored periodically to complete clarity of the findings may have been influenced by seasonality, and may have been influenced in weight found, since each material has different volumes and densities, and were not separated by type of material weighing. It is important that this work be continued awareness and is performed in other locations, so we can get close to 100% of recyclable materials sent to recycling, reducing the need to send to landfill and environmental pollution.

Keywords: Landfill, Waste, Recycling and Environmental Awareness.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Modelo de um aterro convencional.....	18
Figura 2	– Modelo de um aterro em trincheiras.....	19
Figura 3	– Aterro em valas do Município de Maracaí.....	20
Figura 4	– Planilha de acompanhamento do aterro.....	22
Figura 5	– Análise do histórico do IQR do município de Maracaí.....	22
Figura 6	– Rejeitos Urbanos.....	23
Figura 7	– Resíduos Industriais.....	24
Figura 8	– Resíduos do Serviço de Saúde.....	24
Figura 9	– Resíduos da atividade rural.....	24
Figura 10	– Resíduos da construção civil.....	25
Figura 11	– Esquema de como deve ser um aterro controlado.....	29
Figura 12	– Esquema de captação e queima de gases gerados no aterro.....	29
Figura 13	– Decomposição de materiais.....	31
Figura 14	– Papel usado.....	32
Figura 15	– Tecidos.....	33
Figura 16	– Filtro de cigarro a ser descartado.....	34
Figura 17	– Restos de Madeira.....	34
Figura 18	– Restos de metais.....	35
Figura 19	– Materiais de plástico.....	36
Figura 20	– Vidros.....	36
Figura 21	– Materiais de borracha.....	37
Figura 22	– Chicletes.....	38
Figura 23	– Isopor Picado.....	38
Figura 24	– Código de cores para diferentes tipos de resíduos.....	40

Figura 25	– Fotos da Cooperativa COOPASCAM. a) Prensa; b) Lado externo; c) Lado interno; d) Coletando o material na cidade.....	41
Figura 26	– Localização do distrito de São José das Laranjeiras.....	47
Figura 27	– Imagem de satélite do distrito de S.J. das Laranjeiras.....	47
Figura 28	- a) materiais utilizados; b) bexiga colocada na boca da garrafa após esvaziar a água; c) bexiga começando a encher; d) bexiga cheia dentro da garrafa.	50
Figura 29	– Materiais descartados no Aterro.....	54
Figura 30	– Panfleto entregue aos moradores.....	55
Figura 31	– Alunos da Escola “Coronel Azarias Ribeiro” .....	56
Figura 32	– Presidente da COOPASCAM.....	57
Figura 33	– Fichas entregues aos alunos.....	57
Figura 34	– Dinâmica com os alunos I.....	58
Figura 35	– Dinâmica com os alunos II.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Relação Mensal de coleta.....	42
Tabela 2	- Média Mensal de Coleta.....	43
Tabela 3	- Primeira Pesagem dos Resíduos levados ao aterro.....	52
Tabela 4	- Segunda Pesagem dos Resíduos levados ao aterro.....	59

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.</b>	<b>ATERRO SANITÁRIO.....</b>	<b>17</b>
2.1.	TIPOS DE ATERROS.....	18
2.1.1	Aterro Sanitário Convencional.....	18
2.1.2	Aterro Sanitário em Trincheiras.....	18
2.1.3	Aterro em Valas.....	19
2.2.	EXIGÊNCIAS NA CONSTRUÇÃO DE ATERROS.....	20
2.3.	CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS SANITÁRIOS.....	21
2.4.	RESÍDUOS DEPOSITADOS NO ATERRO.....	23
2.5.	DECOMPOSIÇÃO DOS MATERIAIS.....	26
2.6.	GERAÇÃO DE GASES NO ATERRO.....	28
2.7.	GERAÇÃO DE CHORUME.....	30
<b>3.</b>	<b>TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DOS MATERIAIS.....</b>	<b>31</b>
3.1.	PAPEL.....	31
3.2.	TECIDO.....	33
3.3.	FILTRO DE CIGARRO.....	33
3.4.	MADEIRA.....	34
3.5.	METAL.....	34
3.6.	PLÁSTICO.....	35
3.7.	VIDROS.....	36
3.8.	BORRACHA.....	37
3.9.	CHICLETE.....	37
3.10.	POLIESTIRENO EXPANDIDO.....	38
<b>4.</b>	<b>A RECICLAGEM E A REUTILIZAÇÃO.....</b>	<b>39</b>
4.1.	SEPARAÇÃO DOS MATERIAIS.....	40
4.1.1.	Associação X Cooperativa.....	41
4.1.2.	Como Devemos Separar Nosso Lixo em Casa.....	43

<b>5.</b>	<b>EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>45</b>
<b>6.</b>	<b>CIDADE DE MARACÁI E DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS.....</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>48</b>
7.1.	MATERIAIS.....	49
7.2.	MÉTODOS.....	49
<b>8.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
8.1.	PRIMEIRA PESAGEM DOS RESÍDUOS.....	51
8.2.	CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL.....	51
8.3.	SIMULAÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LIXO GERADO PELO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS.....	52
8.4.	SEGUNDA PESAGEM DOS RESÍDUOS.....	52
<b>9.</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
9.1.	PRIMEIRA PESAGEM DOS RESÍDUOS.....	53
9.2.	CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL.....	54
9.3.	SIMULAÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LIXO GERADO PELO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS.....	58
9.4.	SEGUNDA PESAGEM DOS RESÍDUOS.....	59
9.5.	GRÁFICOS EXPLICATIVOS.....	61
<b>10.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Aterro sanitário é o local em que são depositados todos os tipos de rejeitos gerados pela população de um município, sendo enterrados sempre que depositados, não podendo ficar a céu aberto. O aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, de tal modo a confinar o lixo no menor volume possível (MANSOR *et al.*, 2010, p.33).

O aterro produz o chorume, líquido escuro que contém uma alta carga poluidora, sendo previsto então, que ao construir um aterro, deve-se isolar a área, e proteger sua superfície para que não afetem a qualidade do solo e não alcancem o lençol freático. O chorume é um líquido enriquecido pela matéria orgânica e inorgânica original ou advinda de uma biodegradação dos resíduos (GIORDANO, *et al.*, 2011, p.5).

Apesar de retirar os lixos da área urbana e ajuntá-los tudo em um só local para que se decomponha naturalmente, segundo Landim *et al.* (2006), os aterros sanitários têm como subproduto a emissão de gases provenientes da decomposição de matéria orgânica, portanto grande gerador de gases poluentes da atmosfera, ou seja, um grande poluidor do meio ambiente.

A produção de gás metano é gerada de maneira natural, ou seja, sem que seja necessária a intervenção de outros processos em sua fabricação. Somente pelo fato dos lixos serem enterrados no solo, em seu processo de decomposição natural, geram-se gases, que se não captados, são descartados perigosamente, na natureza, ou se nem ao menos possuir uma maneira de escape, podem gerar explosões perigosíssimas. “O gás metano, gerado pelo lixo, é grande fator de poluição, e contribui poderosamente para o aquecimento global” (ABREU *et al.*, 2006, P.02).

Uma das soluções vistas por vários municípios é a implantação da coleta seletiva, na qual alguns trabalhadores são designados a coletar (recolher diretamente dos geradores, ex: nas residências), separar por tipo de material, e então poder reciclar, ou seja, reutilizar para outros fins. Segundo Galbiati (2003), os resíduos sólidos

quando separados, e destinados à reciclagem não podem ser considerado como lixo, e sim matéria prima ou insumo para a indústria ou outros processos de produção. Esta solução contribui para que o aterro receba menos rejeitos, aumentando sua perspectiva de vida útil, e conseqüentemente diminuindo a quantidade de gases gerados.

O reaproveitamento desses materiais acarreta um bem enorme a natureza, pois além de não serem depositados nos aterros para que se decomponham sozinhos, também fazem com que fabricantes não precisem retirar matéria prima (recursos naturais) diretamente da natureza, pois sabemos que produtos retirados diretamente da natureza, levam longos anos para se renovarem. “As transformações provocadas pelo homem no meio ambiente trazem, muitas vezes, repercussões negativas” (VIDAL *et al.* 2005).

Segundo Landim *et al.* (2006), a emissão descontrolada do biogás ameaça o meio ambiente causando danos à vegetação, gerando odores desagradáveis e oferecendo riscos de explosões. Pode também ser considerado como um problema global, por ser um grande gerador dos gases causadores do efeito estufa. Portanto faz necessária a diminuição da disposição de resíduos sólidos nestes locais, sendo assim, deve-se conscientizar a população para que os resíduos gerados sejam destinados aos locais adequados, podendo reciclá-los, reutilizá-los e conseqüentemente fazer com que o número de resíduos depositados no aterro sanitário diminua.

Segundo Vidal *et al.* (2005), mais do que falar da preservação do Meio Ambiente é ter a consciência de que esta preservação acontece em nosso dia-a-dia, na vida prática, obtendo assim, um ótimo ambiente para se viver.

Este trabalho tem como objetivo classificar e quantificar os resíduos sólidos gerados pelo Bairro de São José das Laranjeiras, depositados no aterro sanitário de Maracaí, e conscientizar os moradores a respeito dos problemas ambientais que o lixo pode causar e as alternativas para sua redução.

## 2. ATERRO SANITÁRIO

Segundo Mansor *et al.* (2010), o aterro sanitário é o local que recebe os resíduos sólidos gerados pelo município, armazenando-os de forma a sofrerem decomposição natural em meio ao solo, sendo que esta forma de destinação dos resíduos gera várias vantagens e desvantagens. Como vantagens, temos o baixo custo no tratamento dos resíduos, poucos rejeitos a não serem descartados neste local e o processo simples e de fácil operação; e de desvantagens temos o não tratamento desses resíduos, a necessidade de áreas cada vez maiores, a variações junto às condições climáticas e o risco de contaminação do solo e da água.

Mesmo sendo o método sanitário mais simples de destinação final dos resíduos urbanos, o aterro exige cuidados especiais e técnicas específicas a serem seguidas, selecionando e preparando, desde a área até a sua operação e monitoramento. “O monitoramento do aterro sanitário, durante sua operação e após o seu encerramento, é importante para a detecção de conformidades e para reduzir eventuais danos ambientais, bem como custos com intervenções necessárias” (NETO *et al.*, 2010, p.17).

Segundo Lange *et al.* (2008), quando uma área para implantação de um aterro não é bem selecionada, pode-se provocar grandes prejuízos para as espécies animais e vegetais daquela determinada região, portanto para a construção de um aterro primeiramente deve-se avaliar minuciosamente o local a ser instalado, sendo necessária saber a quantidade aproximada de resíduos gerados pelos munícipes, e se o local escolhido contempla as exigências necessárias para não prejudicar a população local.

Segundo Landin *et al.* (2006), o aterro não pode ser considerado como uma solução definitiva para disposição dos resíduos sólidos gerados, sendo que tem um grau elevado em impacto ambiental, no que se refere a poluição das águas superficiais e subterrâneas e do solo, quando não há impermeabilização.

Após o estudo deve-se escolher o tipo de aterro a ser instalado, podendo ser convencionais ou em trincheiras para aterros controlados e em valas para quando

não necessite de controle rigoroso ambiental. “O aterro sanitário exige cuidado e técnicas especiais, que visam mesmo ao uso futuro da área e que incluem a seleção e o preparo da área, sua operação e monitoramento” (LANDIN *et al*, 2006, p.72).

## 2.1 TIPOS DE ATERROS

### 2.1.1 Aterro sanitário convencional

Segundo Mansor *et al.* (2010), os aterros sanitários convencionais (figura 1) são construídos acima do nível do terreno se assemelhando a uma pirâmide, formando camadas de rejeitos que se sobrepõem, podendo ter um melhor aproveitamento do espaço e menor custo de implantação.



**Figura 1 – Aterro Sanitário Convencional de Canhanduba/Itajaí. (In: GEO - CONCEIÇÃO, 2014)**

### 2.1.2 Aterro sanitário em trincheiras

Segundo Mansor *et al.* (2010), o aterro sanitário em trincheiras (figura 2), são construídos no interior de grandes escavações projetadas para a recepção de rejeitos, tendo os resíduos enterrados e cobertos com terra, preenchendo o local do terreno e voltando a sua topografia original. São recomendados para qualquer

quantidade de rejeitos, porém com pequena quantidade diária dificulta a operação, podendo causar desvirtuamento da técnica construtiva, transformando-o em simples lixões, se não houver máquinas e/ou equipamentos apropriados para serem trabalhados diariamente. Este tipo de aterro apresenta custos de implantação relativamente maiores devido à necessidade de grandes volumes de escavações.



**Figura 2 - Modelo de um aterro em trincheira (In: KAWA, 2014)**

### **2.1.3 Aterro em valas**

Segundo Mansor *et al.* (2010), o aterro em valas (Imagem 1), é recomendado somente para municípios que geram até 10 toneladas de rejeitos por dia, por que se constitui em uma obra simples onde os resíduos são depositados em valas estreitas feitas por retroescavadeiras, sem a impermeabilização e a captação dos gases, não tem a necessidade de compactação dos resíduos e são cobertos por terra diariamente. Este tipo de aterro é o mais utilizado dentre os municípios, desde que se enquadrem nos requisitos necessários, por ser o de menor custo de implantação e manutenção.

No município de Maracaí é utilizado este modelo de aterro, pois são depositados em média 7 toneladas de rejeitos por dia, o que não obriga a construção de um aterro controlado.



**Figura 3 - Aterro sanitário em valas do Município de Maracá**

## 2.2 EXIGÊNCIAS NA CONSTRUÇÃO DE ATERROS

Segundo Mansor *et al.* (2010), ao pensar no tipo de aterro a ser implantado deve-se pensar também, nos sistemas de prevenção a poluição que deverão ser instalados. Para um bom funcionamento do aterro deve-se:

- Fazer a impermeabilização do local, para que o solo não seja contaminado pela lixiviação e pelo biogás gerado;
- A drenagem dos líquidos gerados no interior desse aterro;
- A drenagem de águas pluviais, objetivando em canaletas, em diversas regiões do aterro, para captar e conduzir as águas da chuva;
- A cobertura dos materiais, para que possa minimizar o espalhamento desses materiais, o acúmulo de animais peçonhentos em meio aos lixos, e vetando a possibilidade de instalação de catadores em suas proximidades;
- O automonitoramento, que deve ser realizado semestralmente para que se assegure que o mesmo está funcionando em perfeito estado;
- O isolamento físico e visual, dificultando a interferência de pessoas, animais e a disposição de objetos sem autorização;

- O tipo de solo deve ser argiloso e o mais impermeável e homogêneo possível;
- As áreas a serem instalados devem estar situadas entre 1 e 30 % em declividade;
- Profundidades iguais ou maiores que 3 metros, mais longe possível da superfície do terreno;
- Distâncias mínimas de 500 metros de distância isolada e 2000 metros de áreas urbanizadas;
- E no mínimo 200 metros de distância de corpos d'água.

Estas exigências citadas acima são exigidas pela CETESB, para municípios que geram em média acima de 20 toneladas de resíduos por dia, e para municípios que geram abaixo desta quantidade não é cobrado que se faça algumas destas exigências, como por exemplo, a impermeabilização do solo, a captação dos gases, etc.

### 2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS SANITÁRIOS

Os aterros devem ser projetados visando futuramente a utilização deste terreno, como por exemplo, para atividades de lazer, parques, centro poliesportivos sem edificações, dentre outros, desde que aprovados pelo órgão competente.

Para avaliar e monitorar o desempenho dos aterros do Estado de São Paulo há um Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR, designado pela Companhia Ambiental de São Paulo (CETESB), onde anualmente são divulgados e classificados em Inadequado, Controlado ou Adequado.

Esta classificação é realizada por meio de técnicos habilitados da CETESB, onde visitam o local do aterro, de tempos em tempos (período não informado) e preenchem um questionário (figura 4), atribuindo uma nota específica ao aterro em questão. Anualmente é realizada uma média, entre os questionários preenchidos e então designada ao município para conhecimento de todos. Abaixo está descrito, na forma de gráfico (figura 5), um histórico do IQR entre os anos de 2008 a 2012, do município de Maracáí.

ACOMPANHAMENTO DAS CONDIÇÕES DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS  
SOLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO

PARA MUNICÍPIOS ATÉ 25.000 hab. - (10T/DIA) ATERRO EM VALAS

MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	REGIONAL:
BACIA HIDROGRÁFICA:	RESPONSÁVEL:
LICENÇA DE INSTALAÇÃO:	ÁREA OCUPADA:
LICENÇA DE OPERAÇÃO:	

SUB-ÍTEM	AValiação	X
ISOLAMENTO FÍSICO	SIM/ SUFICIENTE	
	NÃO / INSUFICIENTE	
ISOLAMENTO VISUAL	ADEQUADO	
	INADEQUADO	
ACESSO Á FRENTE DE DESCARGAS	ADEQUADO	
	INADEQUADO	
RECEBIMENTO DOS RESÍDUOS	ADEQUADO	
	INADEQUADO	
	INEXISTENTE	
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	SUFICIENTE / DESNECESSÁRIO	
	INSUFICIENTE / INEXISTENTE	
PRESEÇA DE CATADORES	NÃO	
	SIM	
QUEIMA DE RESÍDUOS	NÃO	
	SIM	
OCORRÊNCIA DE MOSCAS E ODORES	NÃO	
	SIM	
PRESEÇA DE AVES E ANIMAIS	NÃO	
	SIM	
RECEB. DE RESÍDUOS NÃO AUTORIZADOS: INDUSTRIAIS/ CONSTRUÇÃO CIVIL/SERVIÇOS SAUDE	NÃO	
	SIM	
ATENDIMENTO AS ESTIPULAÇÕES DE PROJETO (DIMENSÕES DA VALA, ETC)	SIM	
	PARCIAL	
	NÃO	
ASPECTO GERAL	BOM	
	RUIM	

Figura 4 – Planilha de Acompanhamento do aterro (In: Prefeitura Municipal de Maracá, 2014).

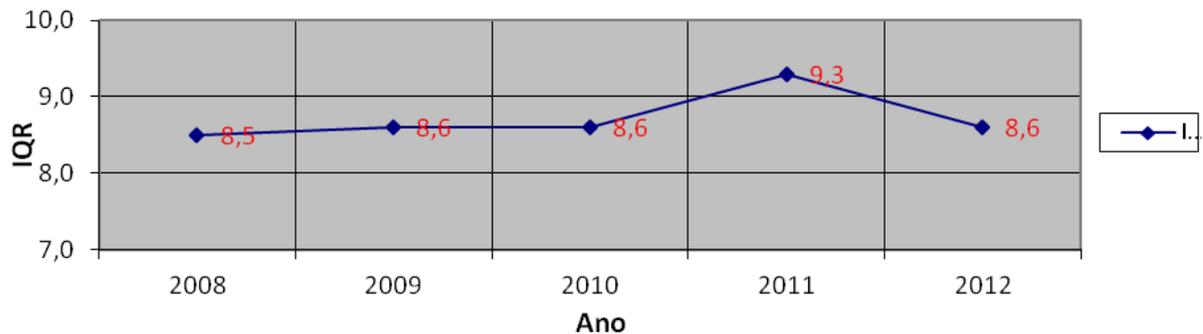


Figura 5 - Histórico do Índice de Qualidade do Aterro - IQR do município de Maracá – 2008 a 2012 (In: Prefeitura Municipal de Maracá, 2014).

O IQR do município deve ser maior ou igual a 7 para que o aterro possa funcionar. Abaixo deste número, a CETESB não autoriza o funcionamento do mesmo, até que todos os problemas sejam solucionados não podem ser descartados nenhum tipo de resíduo. A solução geralmente é a construção de outro aterro, onde sejam atendidas todas as exigências possíveis para que possa funcionar.

## 2.4 RESÍDUOS DEPOSITADOS NO ATERRO

Com o crescimento demográfico e a inserção de novas tecnologias em nosso meio, é óbvio que tenhamos um aumento significativo de resíduos sólidos gerados, fazendo com que as políticas públicas sejam obrigadas a pensar com um pouco mais de atenção no manejo adequado desses resíduos. Segundo Galbiati (2003), na Agenda 21, formulada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), os governos assumiram a tomada de consciência sobre o papel ambiental, econômico, social e político que cada cidadão desempenha na sua comunidade, exigindo integração de toda a sociedade no processo de construção do futuro, consolidando o conceito de desenvolvimento sustentável, como diretrizes para mudança no desenvolvimento global.

Já pensando neste problema, foram elaborados novos Planos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos dentro dos municípios, contemplando a Lei Federal 12.305/2010, que visa maior cuidado e manejo dos resíduos sólidos gerados pelos munícipes.

Segundo Mansor *et al.* (2010), os resíduos gerados se dividem nas seguintes categorias:

- Urbanos: provenientes de residências, comércios, varrição, poda, sistema de drenagem urbana, etc. (figura 6);



**Figura 6 – Rejeitos urbanos (In: NASCENTES, 2014).**

- Industriais: provenientes de atividades de pesquisa e transformação de matéria em novos produtos, resíduos do tratamento de água e esgoto, etc. (figura 7);



**Figura 7 – Resíduos industriais (In: MARCA AMBIENTAL, 2014).**

- De serviços de saúde: provenientes de atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal, medicamentos vencidos, advindos de necrotérios, funerárias, serviços de medicina, etc. (figura 8);



**Figura 8 – Resíduos do Serviço de Saúde (In: AHEG, 2014).**

- Da atividade rural: provenientes da atividade agropecuária, resíduos do insumos, etc. (figura 9);



**Figura 9 – Resíduos da atividade rural (In: SICOOB, 2014).**

- Da construção civil: provenientes de construções, reformas, reparos e demolições, escavação de terrenos, etc. (figura 10).



**Figura 10 – Resíduos da construção civil (In: SH, 2014).**

Os resíduos ainda são classificados pela periculosidade, que segundo a Norma NBR 10.004/04 estão divididos da seguinte maneira:

- Resíduos classe I – *Perigosos*: como os resíduos que apresentam risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente, quando são manuseados de forma inadequada ou que possuem características como inflamabilidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e patogenicidade.
- Resíduos classe II – *Não Perigosos*: Classe II A – *Não inertes*: Esses resíduos podem apresentar propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Classe II B – *Inertes*: São aqueles que submetidos ao teste de solubilização (NBR-10.006), não apresentam nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações

superiores aos padrões de potabilidade da água (Anexo “H” da NBR-10.004), assim como também não lixiviam, excetuando-se os padrões de cor, turbidez e sabor. Exemplos: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente (ABNT, 2004).

Ainda sobre a classificação do lixo, D’Almeida e Vilhena (2000) informam que o lixo pode ser classificado como seco ou molhado, sendo que essa disposição depende da classe física, conforme descrito abaixo:

- Seco – composto por materiais potencialmente recicláveis;
- Molhado – constitui a parte orgânica dos resíduos, como as sobras de alimentos, cascas de frutas, restos de poda, entre outros.

Entre os fatores que exercem influência na composição do lixo, os que mais se destacam devido a sua importância são a densidade populacional, o poder aquisitivo e os costumes com relação ao consumo de uma população (D’ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Vários resíduos podem ser encaminhados para a reciclagem ou a reutilização, dando a eles uma destinação adequada, sem que seja necessária a deposição no aterro sanitário.

## 2.5 DECOMPOSIÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais descartados pelos municípios, sem maior preocupação, em qualquer local, ou até mesmo nos aterros, tendem a se decompor, regenerar-se, dando espaço para que surjam outros objetos a ocuparem seu lugar no espaço. É comum vermos que as valas no aterro sanitário, onde são enterrados os rejeitos, após algum tempo diminuem de volume. Isso se dá, pelo fato de que os lixos ali presentes estão se decompondo, graças ao processo natural de biodegradação, onde as bactérias, leveduras, fungos e outros micróbios se alimentam de matéria orgânica do lixo, transformando-se em compostos mais simples, devolvidos ao meio ambiente (Super Abril, 1993). Segundo Fernandes (2009), nos aterros sanitários de resíduos sólidos temos a presença de várias espécies de microrganismos, como bactérias, fungos e protozoários.

A matéria orgânica é formada de cadeias carbônicas longas, o qual se encontram outros átomos variados ligados a ela. Os microrganismos quebram estas cadeias e aproveitam a energia encerrada na ligação química. Portanto tendem a quebrarem o maior número de ligações possíveis para arrancar do composto original a maior quantidade de energia possível. Restando no final da decomposição, materiais extremamente simples. Os microrganismos desempenham a tarefa de reciclar a maior parte das moléculas da biosfera, participando dos principais ciclos biogeoquímicos e representando, portanto, o suporte de manutenção da vida na terra (GAYLARD *et al.*, 2005).

Segundo a ANVISA (2014), a degradação desses materiais se dá de forma biológica, onde pode ocorrer tanto na presença de oxigênio ( $O_2$ ) livre, quanto na sua ausência.

Quando ocorridas na presença de  $O_2$  livre, são chamadas de degradação aeróbica, ou seja, as moléculas orgânicas complexas são degradadas por bactérias, onde ao final do processo o  $O_2$  livre é totalmente consumido pelos microrganismos, gerando gás carbônico ( $CO_2$ ), metano ( $CH_4$ ), ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), amônia ( $NH_3$ ) e água ( $H_2O$ ), este processo é muito eficiente, sendo uma fase curta, onde normalmente tem a duração de dois meses. O calor e a umidade do solo influenciam no crescimento e na atividade dos microrganismos aeróbicos, variando assim, o período de decomposição da matéria (LIMA, 2010, pg 16).

Já a decomposição anaeróbica, ocorre na ausência de oxigênio, onde a matéria orgânica é decomposta por bactérias, produzindo além de  $CO_2$  e  $H_2O$ , compostos orgânicos ainda mais complexos, como por exemplo, amônia, hidrogênio, e compostos orgânicos parcialmente degradados, como os ácidos orgânicos (principalmente o ácido acético) e um pouco de calor (SILVA, 2009, pg 26). Este processo é menos eficiente, pois com a presença destes compostos e substâncias tóxicas prejudicam as bactérias, podendo até matá-las. A digestão anaeróbia apresenta um sistema ecológico delicadamente balanceado, onde cada microrganismo tem uma função essencial. A decomposição dos resíduos é um dos principais fatores que influenciam a geração de biogás (FERNANDES, 2009, pg 6).

## 2.6 GERAÇÃO DE GASES NO ATERRO

A disposição final de resíduos sólidos urbanos produz emissões de gases causadores do efeito estufa (LANDIM *et al.*, 2006, p01). A decomposição anaeróbica da matéria orgânica dos resíduos sólidos gera o biogás, que é constituído por vários gases, tendo que os principais, totalizando 99% do biogás é CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e CH<sub>4</sub> (metano), e 1% dos gases nitrogênio (N<sub>2</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>) e gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S).

O metano (CH<sub>4</sub>), hidrocarboneto de cadeia curta, é o gás combustível, responsável pela geração de energia, se captado de maneira adequada (figuras 11 e 12). A presença de metano em um gás caracteriza sua qualidade e determina seu poder calorífico.

Segundo Vanzin *et al.* (2005), através do metabolismo anaeróbico de algumas bactérias, são transformadas as matérias orgânicas em produtos combustíveis, como o gás metano e o hidrogênio.

A produção do biogás pode variar de acordo com a composição dos resíduos, a umidade, o tamanho das partículas, a temperatura, o pH, a idade dos resíduos, o projeto do aterro e a sua operação.

“Uma captação de forma não adequada pode acarretar no aumento da perda do biogás para a atmosfera, assim como encurtar o tempo de extração potencial do poço quando se afeta a vida bacteriana envolvida nas regiões de entorno de influência” (SILVA, 2008, p.96).

A geração do biogás pode ocorrer ainda nos três primeiros meses da deposição dos resíduos, e podendo continuar a ser gerado em até 20, 30 ou mais anos após o término do aterro. Estes gases gerados no aterro contribuem muito para a emissão global de metano na atmosfera, além de serem tóxicos e possuírem odores extremamente desagradáveis. Segundo Abreu *et al.* (2006), ao ser captado e utilizado de maneira correta, ele contribui para que decresça de maneira significativa a poluição da atmosfera.

A decomposição anaeróbica ocorre após o oxigênio ali presente se esgotar, como por exemplo, no momento em que as máquinas realizam seus serviços no aterro,

compactando os rejeitos. A presença de bactérias que alimentam-se de matéria orgânica transformando em outros compostos mais simples também contribui para que esse processo ocorra. “Os três principais grupos de microorganismos atuantes no processo são os organismos hidrolisantes fermentativos, acetógenos e metanógenos, que são responsáveis pela quebra das ligações dos polímeros e produção de gás carbônico, produção de ácido acético e produção de metano respectivamente” (TEIXEIRA, p.35).



**Figura 11 – Esquema de como deve ser um aterro controlado (In: RUMO SUSTENTÁVEL, 2014).**



**Figura 12 – Esquema de captura e queima dos gases gerados no aterro (In: SANTEC, 2014).**

## 2.7 GERAÇÃO DE CHORUME

Com a decomposição dos resíduos no aterro, além dos gases, há também a geração de chorume, líquido mal cheiroso, de coloração negra com grande demanda química de oxigênio (Morais *et al.*, 2005).

O chorume apresenta grande variabilidade de sua composição, pois depende da composição do material encontrado no aterro, o tempo em que está disposto, a maneira de disposição dos resíduos e as condições climáticas do local, como a temperatura e a quantidade de chuva. Pode conter altas concentrações de metais pesados, sólidos suspensos e compostos orgânicos, como carboidrato, proteínas e gorduras (Celere *et al.* 2007).

Segundo Morais *et al.* (2005), no Brasil este líquido, nos aterros sanitários controlados, são captados e transportados para estações de tratamento de esgotos, submetidos a degradação biológica, e depois descartados, juntamente com o esgoto tratado, nas águas superficiais.

### 3. TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DOS MATERIAIS

Segundo Mello (2011), figura 13, cada material tem um tempo de decomposição específico, dependendo da sua composição de fabricação e do solo em que estão dispostos.

<b>Decomposição de materiais</b>	
<b>Materiais</b>	<b>Tempo de decomposição</b>
Papel	De 3 a 6 meses
Panos	De 6 meses a 1 ano
Filtro de cigarro	Mais de 5 anos
Madeira pintada	Mais de 13 anos
Náilon	Mais de 20 anos
Metal	Mais de 100 anos
Alumínio	Mais de 200 anos
Plástico	Mais de 400 anos
Vidro	Mais de 1.000 anos
Borracha	Indeterminado

**Figura 13 – Decomposição de Materiais. Fonte: SMA, 1998.**

#### 3.1 PAPEL

A matéria prima básica na fabricação do papel (figura 14) é a celulose, seja ele papel virgem ou reciclado. A celulose pode ser dividida em dois grupos: a fibra longa (obtida das espécies de pínus e da araucária) utilizada para papéis de embalagem e a fibra curta (originada dos eucaliptos, acácias gmelia, bétula, entre outros), utilizada

na fabricação principalmente de papéis para impressão e escrever e para fins sanitários (Salamoni *et al.*, 2008, pg. 47).

Junto a celulose está ligada a lignina, substância presente nas plantas, que tem a função de proteger os componentes vasculares, reduzindo a permeabilidade desta. A lignina não se decompõe facilmente, pois as bactérias que as destroem são menores que suas moléculas. Em local úmido o papel demora em média 3 meses para se decompor totalmente, já em local seco esse período aumenta, o tipo do papel e sua rigidez também influenciam no tempo de sua decomposição.

Quanto a sua fabricação, a água é um ingrediente essencial, tanto como ingrediente para a massa (polpa), quanto na remoção de impurezas da celulose. A emissão dessas impurezas na água é um impacto ambiental muito significativo causado na fabricação do papel.

Segundo Salamoni *et al.* (2008), a indústria de papel e celulose é um dos setores que mais polui o meio ambiente, isso em razão de que dependem das fibras florestais naturais e recicladas; exige uso intensivo de energia; emite grande quantidade de poluentes tóxicos e convencionais; e é grande produtora de resíduos sólidos.

A indústria de papel reciclado tem menor impacto visto que diminui a extração de fibras naturais, porém as outras fontes de poluição não deixam de serem geradas.



**Figura 14 – Papel usado (In: SAMPEX, 2014).**

### 3.2 TECIDO

O tecido, complexo têxtil (figura 15), é formado por diversas fibras, e segundo Vezzá *et al.* (2006), elas podem ser divididas em naturais ou químicas. As fibras naturais podem ser encontradas na natureza, sendo de origem vegetal (linho, sisal, algodão, etc.) ou animal (a lã, a seda, etc.), elas demoram em torno de 6 meses a 1 ano para se decomporem inteiramente. As fibras químicas são fabricadas a partir de processos industriais de material vegetal ou petroquímico, e são divididas em artificiais, produzidas a partir da celulose, e os sintéticos originados da petroquímica, como o poliéster, a poliamida, o acrílico, o elastano e o polipropileno (OLIVEIRA, 1995).



**Figura 15 – Tecidos (In: SPILL, 2014).**

### 3.3 FILTRO DE CIGARRO

O acetato de celulose é um dos componentes do filtro do cigarro (figura 16), e as bactérias e fungos demoram cerca de 5 anos para digerirem este composto, já o cigarro sem filtro, ou seja, somente o tabaco e a celulose levam apenas 4 meses para se decompor.

Segundo Ebespacher (2010), áreas verdes são desmatadas para a plantação de tabaco, as bitucas poluem e podem causar incêndios, a fumaça libera substâncias tóxicas no ar e as embalagens são jogadas fora, isso poluindo muito mais do que as pessoas imaginam.



**Figura 16 – Filtro de cigarro a ser descartado (In: REBECA, 2014).**

### 3.4 MADEIRA

A madeira (figura 17) pode sofrer ação dos agentes físicos, químicos e biológicos, por exemplo, quando exposta ao tempo sofre deterioração fotoquímica, promovida pela radiação ultravioleta, atuando principalmente na lignina, causando alterações na estrutura celulósica, sendo um processo lento. A madeira pintada possui maior resistência, pois a tinta protege a superfície da madeira a essas ações, demorando em média 13 anos para se decomporem. O tipo de ambiente e a consistência da madeira influenciam na degradação da mesma (TREVISAN, 2006, pg. 30).



**Figura 17 – Restos de madeira (In: ZAP, 2014).**

### 3.5 METAL

Os metais (figura 18) são inicialmente extraídos das rochas e solos formadores da crosta terrestre, que são constituídas principalmente de minerais. Eles podem ser

divididos em metais ferrosos (ex: aço, ferro fundido, etc.) e não ferrosos (ex: alumínio, cobre, bronze, etc.), onde normalmente os metais ferrosos possuem maior dureza e resistência em relação aos não ferrosos que possuem as características de se deformarem mais facilmente facilitando o trabalho de moldagem e possuem maior resistência quanto a corrosão (MIRANDA, 2000,pg. 8).

Como exemplo temos que uma lata de aço se desintegra convertendo-se em óxido de ferro, em uns dez anos, já uma lata de alumínio, não se corrói facilmente, pois a oxidação do alumínio é mais lenta, demorando entre 100 a 200 anos para decompor.



**Figura 18 – Restos de metais (In: Recilux, 2014).**

### 3.6 PLÁSTICO

O plástico (figura 19) é um material constituído de polímeros, principalmente orgânico (biodegradável) e sintético (derivados de petróleo), sólido em sua condição final (como produto acabado) e que em alguma fase de sua produção foi transformado em fluido, adequado à moldagem por ação de calor e/ou pressão (PIATTI *et al.*, 2005, pg. 12). Os plásticos biodegradáveis se desintegram com maior facilidade que os sintéticos.

Em geral, os plásticos, possuem grande durabilidade e resistência à umidade e aos produtos químicos que impedem sua decomposição. Estima-se que o plástico demorara em média 400 anos para decompor-se totalmente. Por exemplo, as sacolas plásticas soterradas duram em média 200 anos, já expostas às luzes do sol somem em aproximadamente um ano, sofrendo agressões dos raios UV.

Segundo Cangemi *et al.* (2005), polímeros sintéticos puros são geralmente resistentes ao ataque microbiano devido a uma série de fatores, como dureza, absorção limitada de água e tipo de estrutura química.



**Figura 19 – Materiais de plástico (In: JUNIOR, 2014).**

### 3.7 VIDROS

Vidro (figura 20) é um sólido não cristalino, ou seja, com ausência de simetria e periodicidade de transição vítrea, podendo ser obtido a partir de materiais orgânicos, inorgânicos e metálico, através de técnicas de preparação distintas.

Por serem compostos geralmente por areia, sódio, cal e vários aditivos, os microrganismos não conseguem absorver. Segundo arqueólogos, os vidros podem demorar mais de 1000 anos para decomporem-se.

Vidros também vêm fazendo parte das preocupações com o ambiente, dado o fato de a indústria vidreira ser intensiva, o que faz com que produza emissão de partículas sólidas e gases, além de subprodutos descartados na forma de lixo industrial (ALVES *et al.*, 2001, p.24).



**Figura 20 – Vidros (In: Bordon, 2014).**

### 3.8 BORRACHA

A borracha natural é constituída basicamente por látex, líquido viscoso esbranquiçado, raramente amarelado, produzido por algumas plantas, como a seringueira, o mamoeiro, entre outras. É aplicada a fabricação de diversos materiais utilizados pelo homem (figura 21), formada por processo de vulcanização de polímeros com outros constituintes ou aditivos da borracha crua natural.

Segundo Mattoso *et al.* (2009), através do processo de vulcanização a borracha perde suas propriedades plásticas e sensibilidade ao calor e obtêm um corpo elástico capaz de retornar a sua dimensão inicial mesmo em temperaturas elevadas.

A sua composição influencia no tempo de decomposição no meio ambiente, como por exemplo, os pneus, os solados de tênis e as bolas de basquete levam até 80 anos para decompôr-se.



**Figura 21 – Materiais de borracha (In: Trigueiro, 2014).**

### 3.9 CHICLETE

Segundo Victor (2012), o chiclete (figura 22) nada mais é que polímeros de borracha natural ou sintética, misturados a flavorizantes, plastificantes, edulcorantes, glicerina, acidulantes e corantes, que conferem cor, sabor e durabilidade ao alimento. Em contato com a luz e com o oxigênio do ar, o chiclete vai perdendo a elasticidade e a viscosidade. A estes polímeros é designado o nome de gomas de resinas naturais e/ou artificiais, a qual o processo de degradação pode durar até 5 anos.



**Figura 22 – Chicletes (In: MACENA, 2014).**

### 3.10 POLIESTIRENO EXPANDIDO

O poliestireno expandido (EPS), mais conhecido como isopor (figura 23), é um plástico derivado do petróleo, formado a partir do termoplástico poliestireno. É muito utilizado nos setores de embalagens, artigos de consumo, refrigeração, construção civil, agricultura, dentre outros.

É resistente ao envelhecimento e quimicamente deve ter-se em consideração a radiação solar direta, bem como outros tipos de radiações ricas em energia, que deterioram o EPS por alterarem a sua estrutura química. Este processo é, porém, lento e dependente da intensidade de radiação e do tempo de exposição embora em conjunto com as intempéries, o processo possa ser acelerado (CASTELLANI, 2007).

Mesmo com toda a leveza e praticidade, o isopor se desmancha em aproximadamente 500 anos.



**Figura 23 – Isopor picado (In: ORCHIDÓPHILO, 2014).**

## 4. A RECICLAGEM E A REUTILIZAÇÃO

O aumento nos número de resíduos que está sendo gerado cada vez mais pelas pessoas está causando grandes preocupações nos municípios. Uma das alternativas que ainda está se desenvolvendo, é a reciclagem e a reutilização de alguns materiais.

A sociedade moderna rompeu os ciclos da natureza, extraindo cada vez mais, as matérias primas e conseqüentemente, aumentando a quantidade de lixo descartado pelas pessoas (SMA, 1998).

A reutilização de materiais consiste em usar o material a ser descartado, sem que o mesmo passe por um tratamento físico ou químico, para a mesma finalidade ao qual foi fabricado, como por exemplo, o uso de garrafas de vidro, retornável e tambores recondicionados.

Já na reciclagem é feito o tratamento, alterações físico-químicas, dos materiais para que possam ser utilizados para outros fins, nesse processo os resíduos podem ser separados por tipo de composição, para que possam ser utilizados na fabricação de novos produtos, como por exemplo, a reciclagem de garrafas plásticas para produzir novas garrafas ou tecidos.

Os principais materiais que podem ser reutilizados ou reciclados são:

- Vidros;
- Papéis;
- Metais;
- Plásticos;
- Pneus;
- Óleos usados;
- Lâmpadas;
- Eletroeletrônicos;
- Pilhas e baterias;

Apesar de termos uma grande quantidade de materiais que já podem ser reciclados, ainda enfrentamos a problemática de vários resíduos serem descartados no aterro. Deparamo-nos com vários materiais que são descartados diretamente no aterro, sem a possibilidade de serem reciclados, e com a falta de conscientização das pessoas que não separam os resíduos para que sejam reciclados, assim não conseguimos extinguir o aterro sanitário, devendo, portanto, nos preocuparmos com as suas consequências.

#### 4.1 SEPARAÇÃO DOS MATERIAIS

Com a separação dos resíduos a serem enviados para a reciclagem, além de facilitar o serviço de quem trabalha nas cooperativas de reciclagem, ganhando tempo para mexer com esses resíduos, também aumenta a qualidade dos materiais a serem reutilizados.

Para incentivar, facilitar e expandir a reciclagem, o CONAMA estabeleceu um código de cores (figura 24) para os diferentes tipos de resíduos. As cores correspondentes são:

Cores	Materiais correspondentes
Azul	Papel / Papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos perigosos
Branco	Resíduos do serviço de saúde
Roxo	Radioativo
Marrom	Resíduos orgânicos
Cinza	Resíduo geral, não reciclável, ou misturado, ou contaminado não passivo de separação

**Figura 24 – Código de cores para diferentes tipos de resíduos**

#### 4.1.1 Coopascam

Na cidade de Maracáí, viam-se muitos problemas com catadores recolhendo resíduos no próprio lixão, e por conta de ser um serviço desonesto, e indigno, criou-se, no ano de 2007, a ASCAM (Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Maracáí), uma associação que ofereceu serviço digno a pessoas de baixa renda com o intuito de se beneficiarem, financeiramente, dos materiais recicláveis produzidos neste município. Com o crescimento da associação e a necessidade de busca de recursos governamentais, ela passou a ser cooperativa (COOPASCAM).

A COOPASCAM trabalha nos dias de hoje com 20 cooperadas, recolhendo, triando e vendendo os materiais reciclados (Figura 25 a 28). Esta cooperativa tem grande importância no município de Maracáí, pois reaproveita os materiais que seriam destinados ao aterro sanitário em valas local, na forma de renda para os cooperados e ajuda na preservação do meio ambiente.



**Figura 25 – Fotos da Cooperativa COOPASCAM. a) Prensa; b) Lado externo; c) Lado interno; d) Coletando o material na cidade.**

Esta cooperativa funciona com apoio da Prefeitura Municipal de Maracá, onde em forma de retribuição aos serviços prestados pela cooperativa, paga-se R\$355,00 por quilo de material vendido a ela. Este recurso financeiro é utilizado pela cooperativa na realização do pagamento de salário das cooperadas. E o dinheiro recebido com a venda dos materiais é destinado à compra de equipamentos e gastos com o funcionamento da cooperativa.

Segundo dados da Cooperativa, são recolhidos em média 4850 Kg de materiais por dia de coleta, considerando que as coletas são realizadas três vezes por semana, totalizando aproximadamente 50 mil quilos de materiais recicláveis por mês, no município de Maracá. Segundo levantamento mensal entre os meses de Janeiro a Junho do ano de 2013 obteve os valores apresentados a seguir (Tabelas 1 e 2):

<b>Relação Mensal de Coleta (em kg)</b>						
<b>Material Coletado</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maió</b>	<b>Junho</b>
Papel	17.659,60	19.890,80	20.898,40	25.030,00	28.050,00	25.330,80
Plástico	14.568,70	16.856,60	17.927,20	15.721,20	17.807,80	16.830,60
Metal	3.200,00	3.900,00	6.235,00	4.200,00	6.300,00	5.200,00
Vidro	2.100,00	2.900,00	3.280,00	3.100,00	2.900,00	2.100,00
Óleo Usado	360,00	430,00	500,00	420,00	550,00	500,00
Total	37.888,30	43.977,40	48.840,60	48.471,20	55.607,80	49.961,40
<b>Média Semestral</b>			<b>47.457,78</b>			

**Tabela 1 – Relação Mensal de Coleta (Fonte: COOPASCAM, 2013).**

<b>Média mensal da coleta</b>		
<b>Material Coletado</b>	<b>Peso (em kg)</b>	<b>Percentual em peso</b>
Papel/Papelão	22.809,90	48%
Plásticos	16.618,68	35%
Metal	4.839,16	10%
Vidro	2.730,00	6%
Óleo	460,00	1%
<b>Total</b>	<b>47.457,74</b>	<b>100%</b>

**Tabela 2 – Média Mensal da Coleta (Fonte: COOPASCAM, 2013).**

#### **4.1.2 Como devemos separar nosso lixo em casa**

Uma das perguntas mais frequentes que ouvimos é: “o que é reciclável?”, respondendo a esta pergunta, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), reciclável é todo o resíduo descartado que pode sofrer transformação, podendo retornar a cadeia produtiva para virar o mesmo produto ou um produto diferente do original.

Para que isso possa ser feito, é necessário separar os resíduos descartados por tipo de material, e este trabalho geralmente é realizado pelas cooperativas. Segundo Ribeiro *et al.* (2009), um dos maiores motivos na baixa taxa de reciclagem no Brasil é a coleta, a qual impossibilita uma maior valorização do material para o desenvolvimento de um programa eficiente de reciclagem e reaproveitamento do lixo, sendo de fundamental importância para que se preserve a qualidade do material coletado, o que só é possível com uma coleta eficiente e organizada. Portanto para que tenhamos um melhor desempenho dos serviços prestados, pelas cooperativas, podendo ganhar tempo e melhorar a qualidade dos resíduos descartados são realizadas várias campanhas de conscientização da população para que o próprio gerador (a população) possa realizar esta separação correta.

Para melhor separação em casa, deve-se:

- Primeiramente separá-los, em lixos diferentes, os resíduos recicláveis de orgânicos (ex: restos de alimentos, cascas de frutas e legumes, etc.).
- As embalagens tipo longa vida, latas, garrafas e frascos de vidro e plástico, tanto de alimentos como de produtos de limpeza, devem ser lavadas e secadas antes de serem descartadas nos coletores, evitando mau cheiro e contaminação de bactérias.
- Papéis devem estar secos e de preferência rasgados e não amassados, pois quando amassados além de ocuparem maior espaço de armazenamento e no transporte, podem quebrar as fibras de celulose, dificultando a reciclagem.
- Vidros que possam cortar (machucar a pessoa que realizará a coleta) devem ser embrulhados em papéis grossos ou colocados em caixas para evitar acidentes.
- Óleos usados devem ser guardados em garrafas e enviados a reciclagem.
- Quando possível, amassar as embalagens, como por exemplo, caixas de papel, para que ocupem menor espaço.
- Retirar tampas e rolhas de materiais diferentes aos das respectivas embalagens.
- Não deve enviar outros tipos de resíduos (não recicláveis), para a cooperativa, pois dificulta o trabalho das cooperadas, aumentando o tempo de separação e ocupando espaço desnecessário no galpão.
- Guardanapos de papel, embalagens com restos de alimentos, embalagem que tenham contido produtos tóxicos, louças, cerâmicas, vidro de remédio, entre outros são materiais não recicláveis, portanto não devem ser descartados na coleta seletiva.

Segundo Prochnow (2010), para que a coleta seletiva seja realizada com sucesso, é necessário a realização de trabalhos de educação ambiental com toda a comunidade, visando ensinar o seu papel como gerador dos resíduos a serem descartados.

## 5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) foi instituída no Brasil pela Lei 9.795 de 27 de Abril de 1999, regulamentada em 2002, que diz que “educação ambiental são os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Diz que é um componente essencial da educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, formal e não formal, ou seja, a educação ambiental deve estar presente tanto nas escolas, como em ações práticas voltadas a sociedade.

Segundo VIDAL *et al.*(2013), a educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduz para melhores qualidades de vida. E que não adiantaria incluir apenas uma matéria a mais, sobre este assunto na grade curricular, se ao chegarem a suas casas fariam totalmente o contrário do que aprenderam, porque a realidade é outra fora da escola.

Segundo Prochnow *et al.*(2010), a educação deve ter o propósito de atingir a todos os cidadãos, procurando incutir uma consciência crítica da problemática ambiental como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais.

A Educação Ambiental também está ligada ao turismo pedagógico e ecológico, sendo uma das diretrizes básicas para a preservação dos ecossistemas para gerações futuras (VIDAL *et al.*, 2013, p05).

Atividades de educação ambiental deve motivar a participação do cidadão junto à limpeza urbana, mostrando-lhes consequências ambientais, econômicas e sociais em atos simples que poderiam ser evitados facilmente, apenas com simples mudanças em pequenos hábitos diários.

## **6. CIDADE DE MARACAÍ E DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS**

Maracaí, cidade fundada no ano de 1905 por Joaquim Gonçalves de Oliveira e José Gonçalves de Mendonça, está localizada no Oeste Paulista, na Região do Vale do Paranapanema, interior do Estado de São Paulo, possui 533,94 km<sup>2</sup> de superfície terrestre, com 13.332 habitantes. Nesta região é comum encontrarmos três grandes tipos de solo: terra roxa, arenosa e mista.

O Distrito de São José das Laranjeiras (figuras 26 e 27), está localizado a 27,2km da cidade de Maracaí, tem-se grande parte do solo muito fértil, fazendo deste distrito uma região agrícola, onde se encontra principalmente o cultivo de soja e milho, e tem a maior proporção de sua população localizada na área rural.

Como a maioria dos moradores que ocupam a área rural, os moradores deste distrito tem o péssimo hábito de queimar o lixo produzido, com o intuito de “acabar” com esses resíduos, porém não sabem o perigo que estão correndo, o tamanho da poluição que estão causando com estas queimadas.

Pela distância em que está localizado o distrito até a cidade de Maracaí, os moradores acabam pensando que não precisam participar corretamente da coleta seletiva, que podem fazer o que desejarem com estes resíduos, já que provavelmente a fiscalização demorará a aparecer e não terão problemas financeiros com esta. Por esses motivos, vê-se a necessidade de conscientizá-los para que percebam que podem estar queimando a forma de renda da cooperativa de catadores de materiais recicláveis e estão prejudicando o meio ambiente.

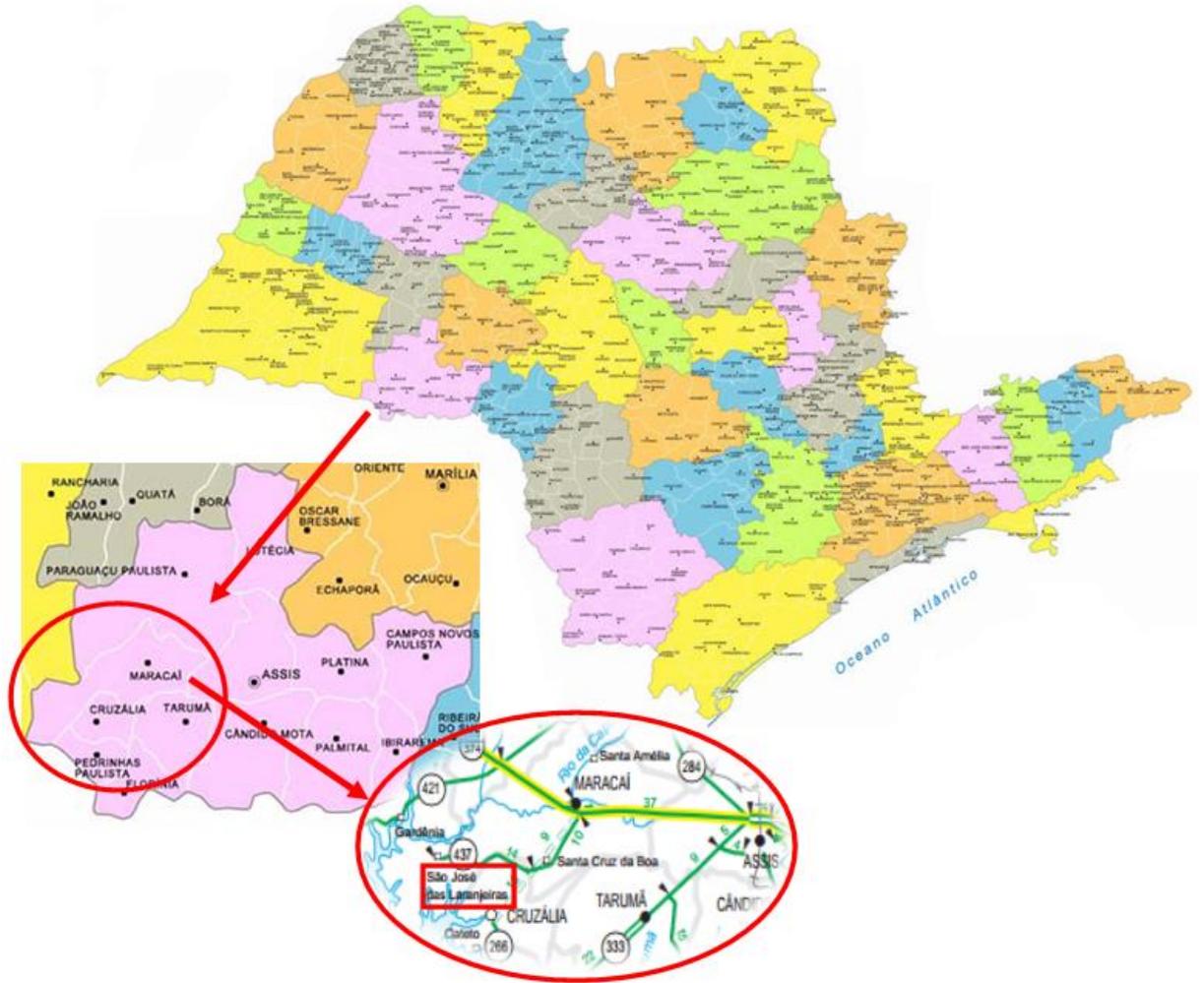


Figura 26 – Localização do Distrito de São José das Laranjeiras



Figura 27 – Imagem de satélite do Distrito de São José das Laranjeiras (In: GOOGLE MAPS, 2014).

## 7. ENSINO MÉDIO

Nos dia de hoje, a poluição ambiental é um grande problema. Todos, até as pessoas mais leigas, sabem que o grande causador desta situação são as substâncias gasosas. Na escola, os alunos sentem grande dificuldade de discutir sobre os gases, mesmo sabendo que existem, alegam que não o vêem. É preciso discutir temas de interesse social e associar com conceitos químicos, para que esse trabalho tenha uma boa eficiência entre os alunos. Os gases devem ser trabalhados em diversas situações de pressão e temperatura junto a sua existência na atmosfera terrestre. “As leis gerais de comportamento dos gases num sistema fechado são os temas a serem previamente discutidos...” (PUCCI, 2013, p.01).

A propriedade dos gases está inserida nos Parâmetros Curriculares Nacionais, devendo ser abordado na sala de aula, entre os alunos do ensino médio.

A aula sobre os gases pode ser ministrada da seguinte forma:

Primeiramente explica-los o conceito dos gases.

Segundo Alves (2013), os gases são compostos moleculares, formados por ligações covalente, com capacidade de se expandirem e serem comprimidos, não possuem volume fixo e são miscíveis entre si. São moléculas que perdem totalmente a atração entre si e dispersam muito uma das outras, sempre se movimentando de forma desordenada. Esse movimento faz com que as partículas confinadas se choquem e gerem uma pressão exercida pelo gás, sobre determinadas superfícies. Os gases, seja ele qual for, podem sofrer variações de volume, temperatura e pressão.

Para que os alunos entendam melhor do assunto que estamos falando pode-se explicar que os gases encontrados na atmosfera são formados por ligações covalentes, e que a ligação covalente é formada geralmente entre os átomos de não-metais, como por exemplo, na ligação entre o carbono e o oxigênio, formando o dióxido de carbono, onde os elétrons estão sempre em movimento absorvendo e

liberando energia, e no caso do  $\text{CO}_2$  no solo de um aterro por exemplo, está absorvendo a energia irradiada pelo sol em forma de calor.

## 7.1 MATERIAIS

Para a aula prática de demonstração do efeito do gás em um balão, vamos utilizar: garrafa de vidro; balão de borracha (bexiga); funil; recipiente com água fervente; recipiente com água fria, que caiba a garrafa dentro; e luva de proteção contra o calor.

## 7.2 MÉTODO

- Encher a bexiga e esvaziar para que fique um pouco frouxa;
- Com o auxílio do funil, transferir a água fervente para a garrafa de vidro;
- Deixar por aproximadamente 30 segundos, ou até que a garrafa fique bem quente, e logo após desprezar esta água, pegando a garrafa com o auxílio da luva de proteção;
- Após despejar a água da garrafa, pegar a bexiga e encaixar na boca da garrafa;

O ar da garrafa começará a esfriar, diminuindo a pressão exercida e começará a puxar a bexiga para dentro. Para acelerar o processo inserir a garrafa dentro do recipiente de água fria, de modo que não entre água na garrafa.

Quando a garrafa está quente o ar de dentro dela está quente, mantendo o equilíbrio com a pressão atmosférica, colocando a bexiga, o ar começa a esfriar e o interior da garrafa vai perdendo a pressão, comprimindo, e fazendo com que a pressão atmosférica exerça força na bexiga até que ela fique em equilíbrio, cheia dentro da garrafa (conforme figuras abaixo).



**Figura 28:** a) materiais utilizados; b) bexiga colocada na boca da garrafa após esvaziar a água; c) bexiga começando a encher; d) bexiga cheia dentro da garrafa.

## **8. MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi dividido em 4 etapas, na primeira etapa foi realizado a pesagem dos resíduos produzidos no distrito de São José das Laranjeiras e a verificação dos lixos que vão para o aterro. Na segunda etapa foi realizado um trabalho de educação ambiental na escola do distrito e para a população do distrito. Na terceira etapa foi realizado uma simulação da quantidade de gases que serão gerados pelo aterro e seu impacto ambiental. Na quarta etapa foi realizado uma nova pesagem do lixo.

### **8.1 PESAGEM DOS RESÍDUOS**

As amostras utilizadas para pesagem foram coletadas diretamente das residências do bairro de São José das Laranjeiras pelos colaboradores da Prefeitura Municipal de Maracá com fiscalização. A coleta neste bairro é realizada duas vezes por semana, por um caminhão compactador e dois colaboradores, os quais coletaram e realizaram as pesagens destes resíduos.

Foram realizadas visitas ao aterro para verificação e registro dos tipos de lixo que a população envia ao aterro.

Esta primeira etapa foi importante para verificarmos a quantidade de resíduos que o bairro de São José das Laranjeiras está produzindo, antes do trabalho de conscientização.

### **8.2 CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

Entre os meses de Setembro e Outubro foi realizada a campanha de conscientização desta população, com a parceria da E.E.“Coronel Azarias Ribeiro”, localizada no bairro de São José das Laranjeiras, onde foi ministrada palestra sobre consumo e descarte consciente de resíduos sólidos, com o intuito de mostrar que a educação ambiental deve começar dentro das escolas. Com a participação dos alunos desta escola foi realizada visitas nas residências, onde foi feita orientação

aos moradores para diminuir a geração dos resíduos descartados e destinar de maneira ambientalmente adequada, também foram entregues, panfletos sobre este mesmo tema.

### 8.3 SIMULAÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LIXO GERADO PELO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS

Foi realizado o cálculo da estimativa da quantidade de gases gerados no aterro em valas do município de Maracá, com a disposição dos resíduos gerados no Bairro de São José das Laranjeiras, com base em quantidades estimadas descritas em literaturas, por peso de resíduos sólido urbano.

### 8.4 SEGUNDA PESAGEM DOS RESÍDUOS

No mês de Outubro foi realizada uma nova pesagem dos resíduos gerados pelos moradores do bairro de São José das Laranjeiras, da mesma forma como a primeira pesagem realizada no mês de março. Esta nova pesagem foi realizada para verificar se após a conscientização houve, ou não, a diminuição dos resíduos.

Foi realizada uma nova simulação dos cálculos da possível geração dos gases, sendo apresentados de maneira que possamos visualizar a possível diminuição gerada após a conscientização. Desta forma, a população poderá ver de maneira mais clara quanto de gases poluentes eles deixaram de gerar diminuindo a quantidade de resíduos depositados no aterro.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1 PRIMEIRA PESAGEM DOS RESÍDUOS

Os catadores, que coletam diariamente o lixo gerado no município, em um caminhão compactador, entre os dias 25 de março de 2014 a 04 de abril de 2014, pesaram o caminhão vazio na balança da empresa AGEM - Cerealista, localizada no bairro de Santa Cruz da Boa Vista, cidade de Maracaí, logo após coletaram todos os resíduos das residências de São José das Laranjeiras e pesaram novamente na mesma balança. Estas duas pesagens foram realizadas durante duas semanas, sendo dois dias por semana (terças e sextas - feiras), e anotados os pesos obtidos, subtraindo o peso inicial do caminhão pelo peso final, obtivemos o peso líquido dos resíduos coletados.

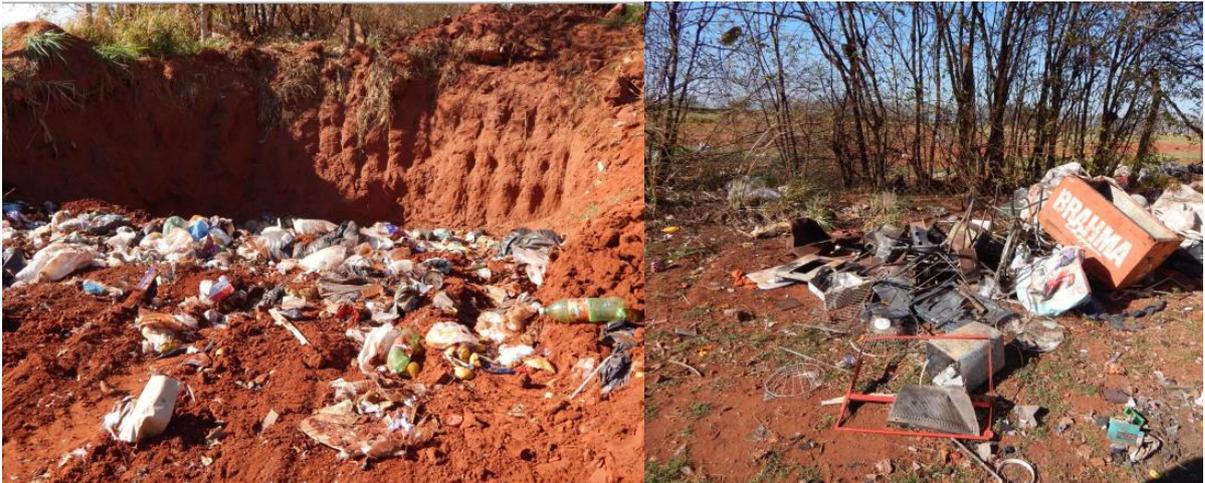
Data		Peso Bruto (Kg)	Tara (Kg)	Peso líquido (Kg)
1	25/03/2014	8620,0	7940,0	680,0
2	28/03/2014	8420,0	7940,0	480,0
3	01/04/2014	8710,0	7940,0	770,0
4	04/04/2014	8380,0	7940,0	440,0
<b>TOTAL</b>				<b>2370,0</b>
<b>MÉDIA DIÁRIA (por dia de coleta)</b>				<b>592,5</b>

**Tabela 3 – Primeira pesagem dos resíduos levados ao aterro (Fonte: Prefeitura Municipal de Maracaí).**

Como demonstrado na tabela, o distrito de São José das Laranjeiras gerou aproximadamente 2370 Kg em 10 dias, totalizando em média 592,5 Kg de resíduos por dia de coleta. Considerando este valor multiplicado por 3 (30 dias), podemos

dizer que geram em média 7110 Kg de lixo por mês, ou seja 237 Kg por dia. Todo o município de Maracaí, gera em torno de 7 toneladas de resíduos ao dia, portanto somente o distrito de São José das Laranjeiras representa 3,4% dos resíduos que são enviados ao aterro em valas de Maracaí.

Para qualificação dos resíduos foi realizado visita ao aterro, identificando os tipos de materiais presentes neste, como mostra a figura 28.



**Figura 29: Materiais descartados no Aterro**

Podemos observar que são descartados no Aterro do Município de Maracaí, principalmente materiais como: plástico, papel, metal, vidro, dentre outros, que poderiam ser enviados a coleta seletiva, porém são jogados inadequadamente.

Sendo o distrito pequeno, com poucos moradores, temos uma média muito grande de resíduos sendo gerados por estes munícipes, necessitando assim, de um trabalho de conscientização para diminuição dos mesmos, pois diminuindo a quantidade de resíduos enviados ao aterro, aumenta-se a vida útil do mesmo e conseqüentemente diminui-se os impactos ambientais causados por eles.

## 9.2 CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

Entre os meses de Setembro e Outubro foi realizado visita nas residências dos moradores do distrito de São José das Laranjeiras, a fim de conscientizá-los sobre a

não geração e o descarte correto dos resíduos enviados ao aterro e a reciclagem. Foram entregues aos moradores, panfletos (figura 29), com exemplos de materiais recicláveis e não recicláveis, com explicações de como separar os resíduos em casa e dizeres de que a importância de participarmos da coleta seletiva está na economia de recursos naturais, diminuição da quantidade de lixo descartado nos aterros e na geração de renda as cooperativas de coleta seletiva.



**Figura 30: Panfleto entregue aos moradores**

O panfleto utilizado foi cedido pela COOPASCAM, a qual recebeu apoio da Tetra Pak para impressão dos mesmos. A Cooperativa estava utilizando estes panfletos para fazerem campanhas de conscientização sobre coleta seletiva no município de Maracá, porém ainda não haviam chegado ao distrito de São José das Laranjeiras. Então juntamente com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, da Escola “Coronel Azarias Ribeiro” foram entregues aos munícipes deste distrito.

No dia 01 de Outubro de 2014, foi ministrado palestra sobre Educação Ambiental para os alunos da Escola Estadual “Coronel Azarias Ribeiro” (figura 30), localizada no Distrito de São José das Laranjeiras.



**Figura 31: Alunos da Escola “Coronel Azarias Ribeiro”**

Foi falado sobre os impactos ambientais causados pelo aterro e pela geração de resíduos a serem depositados no aterro, explicando-os como funciona um aterro controlado e mostrando como é o aterro do município de Maracaí em fotos.

Houve a presença da Sra. Clotilde da Silva Cárnio (figura 31), Presidente da COOPASCAM, a qual falou como funciona a cooperativa, qual o papel dela na comunidade e no meio ambiente e apresentou um documentário sobre a COOPASCAM, mostrando como era antes (associação) e o que mudou depois de se tornar cooperativa.



**Figura 32: Presidente da COOPASCAM**

Logo após foi realizado uma dinâmica com os alunos, onde foram separados em 5 grupos, e cada grupo recebeu algumas fichas com o desenho de alguns materiais (figura 32).



**Figura 33: Fichas entregues aos alunos**

No Centro da sala foram colocadas algumas carteiras, e sobre elas alguns papéis descritos o tipo de material, por lixeira a ser descartado, os quais os alunos deveriam colocar as fichas recebidas, indicando em qual lixeira deveriam ser colocados (Figura 33 e 34).



**Figura 34: Dinâmica com os alunos I**



**Figura 35: Dinâmica com os alunos II**

Após a realização desta separação pelos alunos, foi conferido se os materiais foram descartados nos locais corretos e explicada a importância da separação dos materiais.

### 9.3 SIMULAÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELO LIXO GERADO PELO DISTRITO DE SÃO JOSÉ DAS LARANJEIRAS

Segundo Fernandes (2009), uma tonelada de Resíduo Sólido Urbano (RSU), gera aproximadamente 160 a 250 m<sup>3</sup> de biogás quando depositados em aterros. Este biogás consiste em aproximadamente 55% de CH<sub>4</sub>, 44% CO<sub>2</sub> e 1% de outros gases. Para efeito de cálculo, utilizamos a média (cálculo 1) entre esses dois números aproximados de biogás, para chegar a quantidade aproximada gerada em Maracáí.

$$\text{Média} = (160 + 250) / 2$$

Cálculo 1

$$\text{Média} = \mathbf{205 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

Segundo a primeira pesagem de resíduos realizada no distrito de São José das Laranjeiras, gera-se em média 592,5 kg ou 0,5925 toneladas de resíduos por dia de coleta, portanto chegamos ao seguinte resultado:

$$1 \text{ tonelada RSU} = 205 \text{ m}^3 \text{ de biogás} \quad \text{Cálculo 2}$$

$$0,5925 \text{ t} \times 205 = \mathbf{121,46 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

Sendo 55% de CH<sub>4</sub>, 44% CO<sub>2</sub> e 1% outros gases temos:

$$\text{CH}_4 = (121,46 \times 55) / 100 \quad \text{Cálculo 3}$$

$$\mathbf{\text{CH}_4 = 66,80 \text{ m}^3}$$

$$\text{CO}_2 = (121,46 \times 44) / 100 \quad \text{Cálculo 4}$$

$$\mathbf{\text{CO}_2 = 53,45 \text{ m}^3}$$

$$\text{Outros gases} = (121,46 \times 1) / 100 \quad \text{Cálculo 5}$$

$$\mathbf{\text{Outros gases} = 1,21 \text{ m}^3}$$

Assim, verificamos que na 1ª Pesagem o resíduo poderia produzir 66,8 m<sup>3</sup> de metano, 53,45 m<sup>3</sup> de dióxido de carbono e 1,21 m<sup>3</sup> de outros gases, formadores do biogás.

#### 9.4 SEGUNDA PESAGEM DOS RESÍDUOS

Após a realização da conscientização, foram pesados novamente os resíduos, a fim de compará-los com o primeiro resultado, verificando a importância da conscientização para a população.

Entre os dias 07 a 17 de Outubro de 2014 foram pesados os resíduos sólidos urbanos. Foram coletados pelos funcionários da Prefeitura, em um caminhão compactador, e pesados na balança da empresa Agro BM – a qual possui um silo de depósito de grãos no bairro de Santa Cruz da Boa Vista, logo após foram enviados ao aterro em valas de Maracaí. A tabela a seguir mostra as pesagens obtidas.

Data		Peso Bruto (Kg)	Tara (Kg)	Peso líquido (Kg)
1	07/10/2014	9250,0	8790,0	460,0
2	10/10/2014	9140,0	8737,0	403,0
3	14/10/2014	9760,0	9150,0	610,0
4	17/10/2014	9260,0	8817,0	443,0
<b>TOTAL</b>				<b>1916,0</b>
<b>MÉDIA DIÁRIA (por dia de coleta)</b>				<b>479,0</b>

**Tabela 4: Segunda Pesagem dos resíduos levados ao aterro**

Segundo os dados da segunda pesagem dos resíduos, realizada no distrito de São José das Laranjeiras, gera-se em média 479 kg ou 0,479 toneladas de resíduos por dia de coleta, portanto chegamos ao seguinte resultado:

1 tonelada RSU = 205 m<sup>3</sup> de biogás      Cálculo 6

0,479 t x 205 = **98,19 m<sup>3</sup> de biogás**

Sendo 55% de CH<sub>4</sub>, 44% CO<sub>2</sub> e 1% outros gases temos:

CH<sub>4</sub> = (98,19 x 55) / 100      Cálculo 7

**CH<sub>4</sub> = 54,00 m<sup>3</sup>**

CO<sub>2</sub> = (98,19 x 44) / 100      Cálculo 8

**CO<sub>2</sub> = 43,21 m<sup>3</sup>**

Outros gases = (98,19 x 1) / 100      Cálculo 9

**Outros gases = 0,98 m<sup>3</sup>**

Nota-se que na segunda pesagem, o resíduo coletado poderá gerar 54,00 m<sup>3</sup> de metano, 43,21 m<sup>3</sup> de dióxido de carbono e 0,98 m<sup>3</sup> de outros gases constituintes do biogás.

Nota-se que houve uma redução de 19% do resíduo produzido após a ação de Educação Ambiental. Consequentemente houve redução de 19% de metano que seria gerado pela disposição desses resíduos.

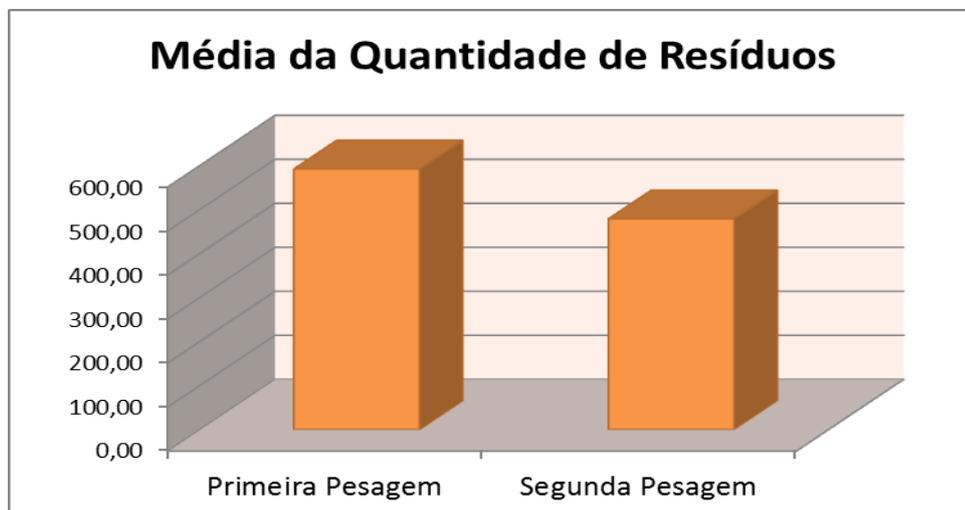
Houve diminuição positiva do gás metano, pois o metano é considerado altamente poluente, ou seja, grande responsável pelo efeito estufa, por ser um gás incolor, de odor fraco e levemente adocicado, estável, praticamente insolúvel em água e solúvel em solventes orgânicos, altamente inflamável, quando em contato com chama ou faísca, na presença de ar pode provocar explosões violentas, produzindo substâncias tóxicas em sua combustão, como o monóxido de carbono (Cardoso, 2014).

O dióxido de carbono também causador do efeito estufa, por possuir a capacidade de absorver parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, evitando que escapem pelo espaço e aumentem significativamente a temperatura do ambiente, também diminui com a diminuição dos resíduos descartados no aterro.

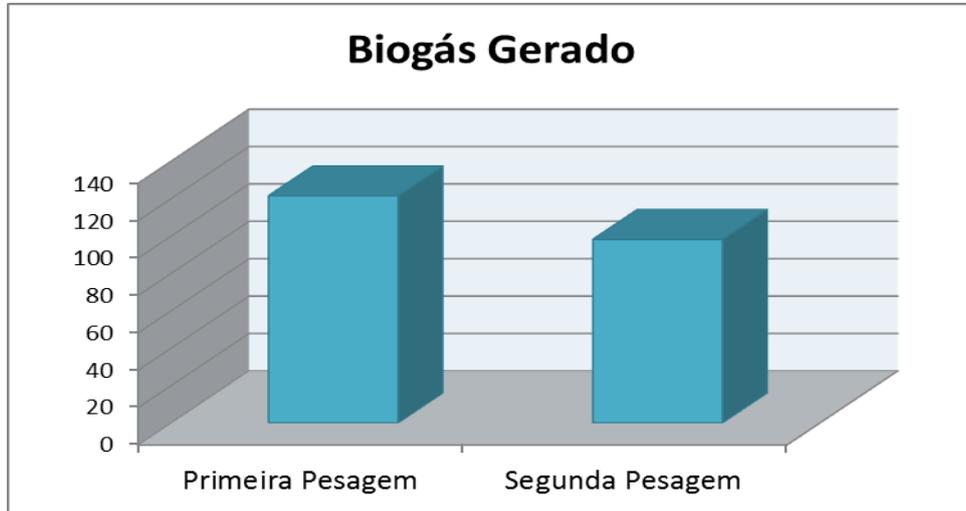
Assim, verificamos que ações de educação ambiental podem minimizar poluição ambiental.

## 9.5 GRÁFICOS EXPLICATIVOS

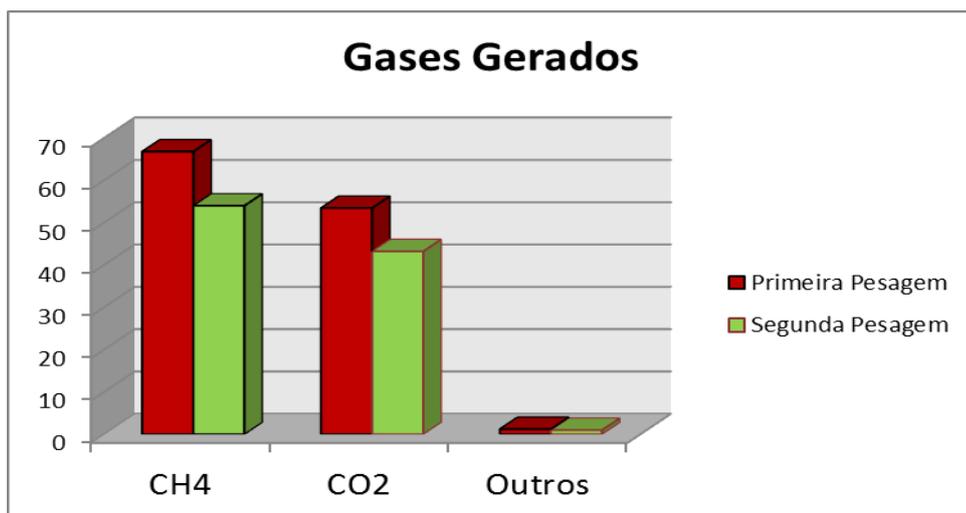
Para melhor entendimento, os resultados foram organizados em forma de gráficos. No primeiro gráfico, podemos visualizar que a média da quantidade de resíduos diminuíram na segunda pesagem em relação a primeira pesagem.



Em consequência da diminuição dos resíduos gerados, podemos observar no gráfico abaixo que a produção de biogás também diminuiu.



Como mostrado acima, a geração de biogás diminuiu e visto que a composição do biogás é 55% de  $\text{CH}_4$ , 44% de  $\text{CO}_2$  e 1% são outros gases, obtivemos as seguintes proporções de diminuição mostradas no gráfico abaixo, onde as colunas de cor vermelha demonstram o resultado da primeira pesagem e as colunas verdes demonstram o resultado da segunda pesagem.



## 10. CONCLUSÃO

Segundo levantamento realizado de pesagem dos resíduos, a conscientização ambiental realizada no distrito de São José das Laranjeiras, cidade de Maracá, foi satisfatória, pois havíamos uma média de 592,5 kg de resíduos por dia de coleta e após a conscientização abaixamos esta média para 479.0 kg.

Com o peso inicial, estaríamos gerando em média 121,46 m<sup>3</sup> de biogás e após a conscientização abaixamos este valor 18% a menos, gerando em média 98,19 m<sup>3</sup> de biogás.

Esses valores encontrados, com as pesagens dos resíduos, podem ter sofrido influência por uma sazonalidade, pois não foram monitorados periodicamente para total clareza dos resultados.

O peso dos resíduos pode ter sido influenciado pelo tipo de material descartado pelos moradores, vendo que cada material tem volume e densidade diferentes, influenciando assim nos valores encontrados, vendo que não foram separados por tipo de material descartado na realização da pesagem.

É importante que este trabalho de conscientização tenha continuidade e seja realizado por outras localidades, para que possamos chegar próximo a 100% dos materiais recicláveis enviados a reciclagem, diminuindo a necessidade de envio ao aterro e poluição ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos** – Classificação. Rio de Janeiro, Brasil. 2004.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduo sólidos**. Rio de Janeiro, Brasil. 2004.

ABREU, F. C.; PECORA, V.; VELÁZQUEZ, S.; COELHO, S.T. **Biogás de Aterro para Geração de Eletricidade e Iluminação**. USP – Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://cenbio.iee.usp.br/download/projetos/aterro.pdf>>. Acesso em: 19 de setembro de 2013.

AHEG. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.aheg.com.br/aheg/noticias.php?id=3325>>. Associação dos Hospitais do Estado de Goiás. Acesso em 08 de novembro de 2014.

ALVES, L. **Gases**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/gases.htm>>. Acesso em: 02 de outubro de 2013.

ALVES, Oswaldo Luiz; GIMENEZ, Iara de Fátima, MAZALI, Italo Odone. **Vidros**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial. Mai/2001. p. 13-24. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/vidros.pdf>>. Acesso em 25 de julho de 2014.

ANTONIA, Ana C. Dall’; MATTOSO, Luiz H.C.; MORENO, Rogério M.B.; MARTINS, Maria A.; Gonçalves, Paulo S.; JOB, Aldo E. **Caracterização Mecânica e Térmica da Borracha Natural Formulada e Vulcanizada dos Clones: GT1, IAN 873, PB235 e RRIM 600**. Artigo Técnico Científico. v. 19. n. 1. 2009. p. 63 – 71. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v19n1/15.pdf>>. Acesso em 25 de julho de 2014.

ANVISA. **Resíduos Sólidos Decomposição Biológica**. Portal Anvisa. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/19481d80474583278e73de3fbc4c6735/Decomposi%C3%A7%C3%A3o+Biol%C3%B3gica+do+Lixo.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 07 de julho de 2014.

BORDON. **Equipamentos e Utensílios**. Disponível em: <http://www.balancasbordon.com.br/site/busca.php?s=pote%20de%20vidro>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

CANGEMI, José Marcelo; SANTOS, Antonia Marli dos; NETO, Salvador Claro. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. n. 22. Nov. 2005. p. 17-21. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>. Acesso em 25 de julho de 2014.

CARDOSO, Mayara Lopes. **Metano**. 2014. Info Escola. Disponível em: <http://www.infoescola.com/compostos-quimicos/metano/>. Acesso em 21 de outubro de 2014.

CASTELLANI, Talita Cristina. **Reciclagem de Isopor – Alternativa de Sustentabilidade**. 2007. 6p. Seminário de Tecnologia e Pesquisas Ambientais. São Paulo – SP, 2007. Disponível em: [http://www.sp.senai.br/portal/meioambiente/conteudo/reciclagem\\_isopor.pdf](http://www.sp.senai.br/portal/meioambiente/conteudo/reciclagem_isopor.pdf). Acesso em 25 de julho de 2014.

CELERE, M.S.; OLIVEIRA, A.S.; TREVILATO, T.M.B.; MUNÕZ, S.I.S. **Metais Presentes no Chorume Coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública**. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, Abril-2007. p. 939 a 947.

CONCEIÇÃO, G. **Problemas e Soluções com o Destino de Lixo**. Disponível em: <http://geoconceicao.blogspot.com.br/2011/03/problema-e-solucoes-com-o-destino-do.html>. Acesso em: 08 de novembro de 2014.

D' ALMEIDA, M. L. O.;VILHENA, A.**Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo, 2000.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>>. Acesso em 28 de julho de 2014.

EBERSPACHER, Gisele. **Dados Mostram que Produção de Cigarro polui o Planeta**. Portal Paisagismo. 2010. Disponível em: <<http://www.portalpaisagismo.com.br/paisagismo/2010/09/dados-mostram-que-producao-de-cigarro-polui-o-planeta/>>. Acesso em: 25 de julho de 2014.

FERNANDES, J.G. **Estudo da Emissão de Biogás em um Aterro Sanitário Experimental**. Belo Horizonte: Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

GALBIATI, A.F. **O GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E A RECICLAGEM**. 2003. (VER ARTIGO\_15.PDF)

GAYLARDE, Christine Claire; BELLINASSO, Maria de Lourdes; MANFIO, Gilson Paulo. **Aspectos Biológicos e Técnicos da Biorremediação de Xenobióticos**. Revista Bio Tecnologia – Ciência e Desenvolvimento. V.8. n.34. jan/jun, 2005, p. 36-43.

GIORDANO, G.; FILHO, O. B.; CARVALHO, R. J. **PROCESSOS FÍSICOS QUÍMICOS PRA TRATAMENTO DO CHORUME DE ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**. Coletânea em Saneamento Ambiental. v. 4. n. 1. 2011. 169 pg.

JUNIOR, Gilberto. **Prêmio EcoPET 2011**. Greenstyle – Meio Ambiente. Disponível em: <<http://greenstyle.com.br/2011/versao-2011-do-premio-ecopet-2011/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

KAWA, L. **Aterro Sanitário.** Disponível em: <<http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2014/09/aterro-sanitario-rsu.html>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

LANDIM, A. L. P. F.; AZEVEDO, L. P. **O aproveitamento energético do biogás em aterro sanitários: unindo o útil ao sustentável.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecime nto/bnset/set2704.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecime nto/bnset/set2704.pdf)>. Acesso em: 02 de outubro de 2013.

LANGE, L.C.; SIMÕES, G.F.; LIMA, W.S.; CATAPRETA, C.A.A.; FREITAS, I.C. **RESÍDUOS SÓLIDOS – PROJETO, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DE ATERROS SANITÁRIOS.** ReCESA. Editora Sigma. v. 2. 2008. 120 pg.

LIMA, Talita Xavier. **Análise da Capacidade de Geração Energética do Biogás Produzido em Aterro Sanitário pelos RSU da Região Metropolitana de Fortaleza.** 2010. 41p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia Química, Fortaleza, 2010.

MACEDO, L.V.; JOHNSTON, G.; CORDARO, V. M.; TOTTI, P.; PÉCORA V.; BARBI, F.; KRANZ, P.; NOJIRI, E. **Manual de Aproveitamento de Biogás.** Volume 1. São Paulo: Editora: Improta Gráfica, 2009.

MACENA, Luigia. **Meu remédio para azia: chiclete.** Blog Luigia. Disponível em: <<http://luigiasblog.blogspot.com.br/2014/08/meu-remedio-para-azia-chiclete.html>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

MANSOR, M. T. C.; CAMARÃO, T. C. R. C.; CAPELINI, M.; KOVACS, A.; FILET, M.; SANTOS, G. A.; SILVA, A. B. **Cadernos de Educação Ambiental - Resíduos Sólidos.** 6. ed. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo e Secretaria do Meio Ambiente, 2010.

MARCA AMBIENTAL. **Gerenciamento de Resíduos Perigosos – Classe I.** Disponível em: <[http://www.marcaambiental.com.br/site/tratamento\\_residuos-industriais.php](http://www.marcaambiental.com.br/site/tratamento_residuos-industriais.php)>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

MELLO, M.J. **MEIO AMBIENTE.** 2011. (VER MEIO AMBIENTE - USIMINAS)

MIALICHI, C.M.V.; SANTOS, C.; ALBINO, A.M.A. **A Coleta Seletiva de Resíduos como Ferramenta de Inclusão da Educação Ambiental no Ensino Fundamental.** 2º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. 2009.

MIRANDA, Hélio Cordeiro. **Processos de Fabricação.** 2000. 175p. Apostila – Univesidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia – Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção. Ceará. 2000. Disponível em: <[java.com/pt\\_BR/download/help/index.xml](http://java.com/pt_BR/download/help/index.xml)>. Acesso em 25 de julho de 2014.

MORAIS, J.L.; SIRTORI, C.; ZAMORA, P.G.P. **Tratamento de Chorume de Aterro Sanitário por Fotocatálise Heterogênea Integrada a Processo Biológico Convencional.** Química Nova. Volume 29. Número 1. 2006. 20-23. Curitiba-PR.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. **Lixos e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.** Uberlândia. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

NASCENTES, C. **Lixo Urbano.** Disponível em: <<http://ambientalsustentavel.org/2011/lixo-urbano/>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

NETO, A.S.; IWAI, C.K.; WOLMER, F.A.; POTENZA, J.L.; ASSUMPÇÃO, M.H.P.L. **MANUAL DE OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO EM VALAS.** Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo. 2010. 24 pg.

NORÕES, M. G.; MELO, F. V. S.; MELO, S. R. S. **Lixo e Coleta seletiva: algumas questões a serem lembradas.** VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos11/25914220.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

OLIVEIRA, Maria Helena. **Principais Matérias Primas Utilizadas na Indústria Têxtil.** 1995. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/mprev.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/mprev.pdf)>. Acesso em: 25 de julho de 2014.

ORCHIDÓPHILO, Casa do. **Isopor em cubos.** Disponível em: <<http://www.casadoorchidophilo.com.br/detalhes.asp?id=38&produto=298>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais.** 2005. 51p. Cartilha – Conversando sobre Ciências em Alagoas, Maceió - AL, 2005. Disponível em: <[http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos\\_caracteristicas\\_usos\\_producao\\_e\\_impactos\\_ambientais.pdf](http://www.usinaciencia.ufal.br/multimidia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf)>. Acesso em 25 de julho de 2014.

PROCHNOW, T.R.; ROSSETTI, J. **RESÍDUOS SÓLIDOS: coleta seletiva e educação ambiental na cidade de Esteio – RS, Brasil.** Ambiente e Educação. v. 15. n. 2. 2010. pg.197-208.

PUCCI, L. F. S. **Propriedades dos Gases.** Planos de Aula - UOL. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/planos-de-aula/medio/fisica-propriedades-dos-gases.htm>>. Acesso em: 29 de outubro de 2014.

REBECA, B. **Reciclagem e Tempo de decomposição.** Meu Caderno Escolar. Disponível em: <<http://meucadernoescolar.blogspot.com.br/2012/03/reciclagem-e-tempo-de-decomposicao.html>>. Acesso em: 11 de novembro de 2014.

RECILUX. **Brasil é líder mundial em reciclagem de alumínio.** Disponível em: <<https://recilux.wordpress.com/2014/08/04/brasil-e-lider-mundial-em-reciclagem-de-aluminio/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

REVISTA SUPER ABRIL. **A sujeira nossa de cada dia e a decomposição do lixo.** São Paulo. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ecologia/sujeira-nossa-cada-dia-decomposicao-lixo-440817.shtml>>. Acesso em: 08 de julho de 2014.

REVISTA ZAP IMÓVEIS. **Recicle e decore sua casa com materiais descartados em obras.** Disponível em: <<http://revista.zap.com.br/imoveis/recicle-e-decore-sua-casa-com-materiais-descartados-em-obras/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

RIBEIRO, J.A.; ALBUQUERQUE, J.L.; SILVA, D.M.C.; NAVAES, A.M.; CALDAS, G.C.J. **A reciclagem como uma ação econômica, social e ambiental: a experiência da associação dos agentes de reciclagem do Ipojuca-PE.** 2009. 11p. Programa de Pós-graduação em administração e desenvolvimento rural UFRPE, Recife – PE - Brasil.

RIBEIRO, Rafaela. **Como e porquê separar o lixo?**. 2014. Ministério do Meio Ambiente

ROCHA, I.; VICHESSE, R. **Ligações Covalentes e os gases do efeito estufa.** Nova Escola. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/plano-de-aula-quimica-ligacoes-covalentes-efeito-estufa-740625.shtml>>. Acesso em: 02 de outubro de 2013.

RUMO SUSTENTÁVEL. **EcoD Básico: Lixão, Aterro Controlado e Aterro Sanitário.** Disponível em: <<http://www.rumosustentavel.com.br/ecod-basico-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario/>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

SALAMONI, Franciane Luiza; GALLON, Alessandra Vasconcelos; BEUREN, Ilse Maria. **O Processo de Fabricação de Papel Reciclado e as Ações Associadas aos Custos Ambientais em Indústria de Santa Catarina.** Revista ABCustos Associação Brasileira de Custos. V.3. n.1. jan/abr, 2008, p. 1-23.

SAMPEX. **Como reciclar Papelão?**. Blog Sampex Desentupidora. Disponível em: <<http://www.sampexdesentupidora.com.br/blog/dicas/como-reciclar-papelao/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

SANTEC. **Especificações Técnicas**. Disponível em: <<http://www.santecresiduos.com.br/aterro/especificacoes/>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

SH, E. **Prefeitura de Santos Promete Destino mais Sustentável aos Resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.sh.com.br/blog/2013/prefeitura-de-santos-promete-destino-mais-sutentavel-aos-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

SICOOB. **Anvisa publica novos critérios para registro de agrotóxico**. Disponível em: <<http://www.sicoobsmo.com.br/noticias/137/anvisa-publica-novos-criterios-para-registro-de-agrotoxicos>>. Acesso em 08 de novembro de 2014.

SILVA, Fernanda Barbosa. **Tratamento Combinado de Lixiviados de Aterros Sanitários**. 2009. 118p. Dissertação de Mestrado – Escola de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, T. N.; CAMPOS, L. M. S. **Avaliação da produção e qualidade do gás de aterro para energia no aterro sanitário de Bandeirantes - SP**. Bandeirantes, São Paulo. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v13n1/a12v13n1.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Lixo**. São Paulo, Brasil. 1998.

SOUZA, A. M.; SANTIAGO, M. C. P. A.; BORGUINI, R. G.; SILVA, R. R. B. **Cartilha de coleta seletiva da Embrapa Agroindústria de Alimentos**. Embrapa. Disponível em: <[http://www.ctaa.embrapa.br/ambiental/coleta\\_seletiva.pdf](http://www.ctaa.embrapa.br/ambiental/coleta_seletiva.pdf)>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

SPILL. FASHION. **Confecção: Como Organizar Tecidos no estoque**. Disponível em: <<http://www.fashionspill.com/confeccao-como-organizar-tecidos-no-estoque/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

TEIXEIRA, P. R. M. **Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários**. PUC – Universidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina\\_01.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_01.pdf)>. Acesso em: 11 de setembro de 2013.

TREVISAN, Henrique. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 69p. Dissertação de Mestrado em Ciências – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2006.

TRIGUEIRO, André. **Pneu velho se transforma em energia, asfalto e concreto**. Blog Papel de Seda. Disponível em: <<http://novopapeldeseda.blogspot.com.br/2010/07/pneu-velho-se-transforma-em-energia.html>>. Acesso em: 13 de novembro de 2014.

VANZIN, E.; PANDOLFO, A.; LUBLO, R.; STEFFENON, B.; PANDOLFO, L. M. **Uso do biogás em aterro sanitário como fonte de energia alternativa: aplicação de procedimento para análise da viabilidade econômica no aterro sanitário metropolitano Santa Tecla**. UPF – Universidade de Passo Fundo. Disponível em: <[http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf\\_praticas/praticas\\_01.pdf](http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/IIseminario/pdf_praticas/praticas_01.pdf)>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.

VEZZÁ, C.S.B.; COTAIT, P.L.A. **Produção de Fibras para Confecção de Tecidos a partir de Reciclagem de PET**. 2006. Disponível em: <<http://www.abgct.com.br/artigost/artigoesp31.pdf>>. Acesso em: 25 de julho de 2014.

VICTOR, Siam. **Chicle**. 2012. Artigo Técnico Científico. São Paulo – SP, 2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/105412395/Chicle>>. Acesso em 25 de julho de 2014.

VIDAL, L. P.; MAIA, J. S. S. **A importância da coleta seletiva para o Meio Ambiente.** FAESO – Faculdade Estácio de Sá de Ourinhos. Disponível em: <<http://www.faeso.edu.br/horusjr/artigos/Artigo04.pdf>>. Acesso em: 29 de outubro de 2013.