



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**LAERCIO VOLOCH**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CARBONIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS  
COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO E GERAÇÃO DE  
ENERGIA: VIABILIDADE DE APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO  
DE LONDRINA – PR**

---

**LONDRINA  
2012**

**LAERCIO VOLOCH**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CARBONIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS  
COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO E GERAÇÃO DE  
ENERGIA: VIABILIDADE DE APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO  
DE LONDRINA – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia -  
Bacharelado apresentado ao Departamento de  
Geociência da Universidade Estadual de  
Londrina.

Orientador: Prof. Ms.Cleuber Moraes Brito

LONDRINA  
2012

**LAERCIO VOLOCH**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CARBONIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS  
COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO E GERAÇÃO DE  
ENERGIA: VIABILIDADE DE APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO  
DE LONDRINA – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia-  
Bacharelado apresentado ao Departamento de  
Geociência da Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador Ms. Cleuber Moraes Brito  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Hirata  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Sonia Maria Nobre Gimenez  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a todos que direta ou indiretamente participaram da elaboração do presente trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais, meus irmãos e a Marli...

Ao meu filho Luan, desculpe pela ausência e que venham as aventuras de novo...

A minha amiga Luiza... OBRIGADO!!!

Aos amigos de sala Alessandro, Devanildo e Jurandir. Valeu a parceria!

Aos mestres, valeu os ensinamentos!

Ao meu orientador Prof. Moraes, obrigado por compartilhar seus conhecimentos.

E para finalizar, um agradecimento especial à sociedade, representada pela Universidade Estadual de Londrina e que financiou meus estudos nesses anos todos. Obrigado!

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

Antoine Laurent de Lavoisier

VOLOCH, Laércio. **Carbonização de resíduos sólidos urbanos como alternativa de tratamento e geração de energia: viabilidade de aplicação no município de Londrina-PR.** 77 f. Monografia (Bacharel em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

## RESUMO

O presente trabalho consiste em analisar tecnologias alternativas para destinação final dos resíduos sólidos urbanos. O foco principal de estudo é a Carbonização de Resíduos Sólidos para posterior aproveitamento energético e sua viabilidade de aplicação no município de Londrina - PR. O processo de carbonização dos resíduos sólidos urbanos é pautado em tecnologia nacional e apresenta grande potencial de crescimento na área de gerenciamento e destinação de resíduos, especialmente naquelas que se diferem dos aterros sanitários. As perspectivas de crescimento do setor de aproveitamento energético a partir do “lixo” no país tomaram impulso com a promulgação em 2010 da Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, devendo em futuro próximo, ocasionar transformações sociais, econômicas e ambientais no território brasileiro.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos; Lixo; Aproveitamento energético, Carbonização; Meio ambiente.

VOLOCH, Laercio. **Carbonization of urban solid waste as an alternative treatment and energy generation: viability of implementation in Londrina-PR.** 77 f. Monograph (Bachelor in Geography) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2012.

### **ABSTRACT**

The present study examines alternative technologies for final disposal of urban solid waste. The main focus of the study is Carbonization of Solid Waste to energy use and its subsequent viability of application in Londrina - PR. The carbonization process of urban solid waste is grounded in the national technology and presents great potential for growth in the area of management and disposal of waste, especially those that differ from landfills. The prospects for growth in the sector of energy use from waste in the country took off in 2010 with the enactment of Law 12.305 that approved the National Policy on Solid Waste, should be in the near future, lead to social, economic and environmental factors in Brazilian territory.

**Key words:** Solid waste; Garbage; Energy use; Carbonization; Environment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01</b> – Locais nos oceanos onde está ocorrendo o acúmulo de resíduos .....	15
<b>Figura 02</b> – Resíduos em Kamilo Beach no Havaí trazidos pelas correntes marinhas .....	16
<b>Figura 03</b> – Família Ayme.....	27
<b>Figura 04</b> – Família Revis .....	27
<b>Figura 05</b> – Fluxograma do processo produtivo.....	43
<b>Figura 06</b> – Imagem ilustrativa da usina e forno de carbonização .....	44
<b>Figura 07</b> – Etapas da produção e briquetes feitos do pó de resíduos carbonizados.....	45
<b>Figura 08</b> – Imagem da termelétrica acoplada à usina de carbonização .....	46
<b>Figura 09</b> – Ilustração do processo produtivo .....	47
<b>Figura 10</b> – Composição de imagens com representação da balança e silo de descarga .....	48
<b>Figura 11</b> – Composição das instalações da usina .....	49
<b>Figura 12</b> – Composição das unidades móveis de carbonização.....	51
<b>Figura 13</b> – Mapa de localização de Londrina .....	52
<b>Figura 14</b> – Localização do aterro controlado do Limoeiro em Londrina .....	53
<b>Figura 15</b> – Mapa de Londrina com a localização da CTR.....	54
<b>Figura 16</b> – Preparação da célula para recebimento de RSU .....	55
<b>Figura 17</b> – Rota percorrida da zona Norte de Londrina até a CTR.....	62

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> – Quantidade de municípios e população urbana pesquisada em 2011 .....	25
<b>Quadro 02</b> – População urbana, geração e coleta de resíduos entre 2007 e 2011 .....	25
<b>Quadro 03</b> – Comparativo do índice per capita de geração de resíduos no país .....	28
<b>Quadro 04</b> – Quantidade de municípios por tipo de destinação em 2011 .....	31
<b>Quadro 05</b> – Poder calorífico de materiais que compõem os RSU .....	39
<b>Quadro 06</b> – Estrutura da CTR Londrina .....	56
<b>Quadro 07</b> – Valor dos aterros sanitários no Brasil .....	60
<b>Quadro 08</b> – Prós e contras dos aterros sanitários, incineração e carbonização .....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01</b> – População urbana, geração e coleta de resíduos entre 2007 e 2011 .....	26
<b>Gráfico 02</b> – Composição gravimétrica dos RSU coletados no Brasil em 2008 .....	28
<b>Gráfico 03</b> – PIB, renda per capita e geração de resíduos comparativos entre os estados do Piauí e Rio Grande do Sul em 2011 .....	29
<b>Gráfico 04</b> – Destinação dos resíduos coletados no Brasil em 2010 e 2011 (ton./dia) .....	30
<b>Gráfico 05</b> – Comparativo dos municípios das Regiões Norte e Sul (Destinação RSU) .....	31
<b>Gráfico 06</b> – Comparativo dos municípios das Regiões Norte e Sul (Volume RSU) .....	31
<b>Gráfico 07</b> – Porcentagem dos municípios com presença de lixões por região .....	32

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1 A GEOGRAFIA E O MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>14</b>
<b>2 PANORAMA ATUAL DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Conceito de resíduo sólido .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Índices de geração e coleta de resíduos no Brasil .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Destinação dos resíduos no Brasil .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.1 Coleta seletiva de RSU no Brasil .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.2 Aterros sanitários .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.3 Incineração e aproveitamento energético dos resíduos .....</b>	<b>36</b>
<b>3 CARBONIZAÇÃO DE RSU COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1.1 Funcionamento do processo de carbonização .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.2 Transporte e segregação .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.3 Geração de energia elétrica .....</b>	<b>46</b>
<b>3.2 Projeto Natureza Limpa .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.1 Funcionamento do projeto .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.2 Usina modelo .....</b>	<b>50</b>
<b>3.3 Custos do empreendimento e unidade móvel .....</b>	<b>50</b>
<b>4 SITUAÇÃO DOS RSU EM LONDRINA – PR .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 Central de Tratamento de Resíduos - CTR .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2 Coleta seletiva em Londrina .....</b>	<b>56</b>
<b>5 A CARBONIZAÇÃO NO CONTEXTO LONDRINENSE .....</b>	<b>60</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>72</b>

## INTRODUÇÃO

Lixo!!! Uma palavra de apenas 4 letras, mas de tão difícil definição. Etimologicamente a palavra lixo deriva do termo em latim “lix” que significa “cinzas”. No dicionário de língua portuguesa Michaelis é “Aquilo que se varre para tornar limpa uma casa, rua, jardim etc.”. De acordo com Waldman (2010, p. 19) seu significado etimológico está associado “a algo que deve ser retirado do nosso convívio, que não faz falta a ninguém” e que a expressão “estar se lixando para algo ou alguém” deriva exatamente desse conceito.

Independente das controvérsias envolvendo as diferentes definições, o fato é que quando não mais se necessita ou deseja algo, muitas vezes simplesmente o classificamos como lixo e o descartamos no recipiente mais próximo. Talvez esse ato devesse ser precedido de uma pergunta: “o que eu descartei é realmente lixo ou só deixou de ter valor para minha pessoa”? Vamos a um exemplo prático; tomar uma cerveja – algo tão comum para milhões de brasileiros todos os dias. Pois bem, após a ingestão do líquido, o recipiente que o continha, geralmente uma “lata” de alumínio, de pouco serve ao consumidor, sendo, portanto, descartado imediatamente após o uso. Mas o alumínio é um dos metais mais procurados pela indústria da reciclagem, permitindo dizer que a probabilidade de que a lata descartada seja coletada e encaminhada para uma recicladora é de 98,3% (índice de reciclagem das latas de alumínio no ano de 2011, segundo a Associação Brasileira de Alumínio - ABAL).

Esse número torna o Brasil campeão mundial de reciclagem desse item, movimentando em 2011 a vultosa soma de R\$ 1,9 bilhão na economia nacional. Os benefícios econômicos e ambientais são imensos, segundo a ABAL, somente a etapa da coleta (compra das latinhas) movimentou R\$ 645 milhões, gerando emprego e renda para milhares de famílias. Para cada tonelada de alumínio reciclado são necessárias cinco de bauxita, que é a matéria prima para obtenção desse minério, portanto as 239,1 mil toneladas de latas recicladas possibilitaram uma economia com matéria prima virgem de quase 1 milhão de toneladas e consumindo apenas 5% da energia elétrica necessária para obtenção do alumínio a partir da bauxita.

Infelizmente os impressionantes números envolvendo a reciclagem do alumínio não se repetem com a maioria do que é descartado pela população, ao contrário, o que impressiona é a quantidade de resíduos gerados todos os dias no Brasil. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, no ano de 2011 a quantidade média foi de 198.514 ton./dia. Desse total, 177.995 ton./dia foram coletadas,

sendo 58,1% destinados para aterros sanitários, 24,2% para aterros controlados e 17,7% para lixões a céu aberto. De acordo com os dados, restam 20.519 ton./dia que não foram sequer coletadas. Se somarmos esse número ao volume que foi destinado aos aterros controlados e lixões, temos quase 50% do resíduo gerado diariamente no Brasil sendo destinado a locais impróprios, ocasionando todo tipo de poluição, visível ou não, emporcalhando nossas cidades e trazendo inúmeros prejuízos ao país. Vale lembrar que esses números se referem apenas aos resíduos sólidos urbanos (RSU), ou seja, basicamente sobras de caráter residencial.

Como solucionar ou amenizar esse problema é pergunta central para todos aqueles envolvidos com a questão. Estratégias de redução na fonte, reaproveitamento de materiais e programas bem estruturados de coleta seletiva são essenciais nessa batalha. Mas sempre haverá uma considerável quantia de rejeitos que precisará de tratamento e destinação adequada, que como mencionado anteriormente está longe de padrões aceitáveis.

Nesse sentido, a promulgação, em Agosto de 2010, da Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos busca estabelecer regras e metas para a solução dos problemas envolvendo essa temática em todo o território nacional. Uma das medidas aprovadas determina que todo e qualquer município brasileiro terá a obrigação legal de destinar e dispor adequadamente seus resíduos. De acordo com o Artigo 3º Inciso VII da referida lei, destinação final ambientalmente adequada é definida como:

destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...] entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

É importante frisar que devido a sua complexa definição, nos meios jurídicos e acadêmicos o termo “lixo” perdeu espaço, sendo substituído por “resíduo”, quando ainda é passível de aproveitamento, ou por “rejeito”, para aquele que deve ser encaminhado à disposição final. O Art. 9º da Lei 12.305 descreve que “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Pode-se dizer que o intuito do presente trabalho é justamente adentrar à discussão do que fazer com a parcela do RSU que não pode ser reutilizada ou reciclada. Será que existem tecnologias alternativas ambiental e economicamente viáveis para o aproveitamento desses resíduos ou teremos que continuar a depositar nosso “lixo” embaixo da terra, o que numa analogia simplista é literalmente “varrer a sujeira para debaixo do tapete”.

Neste sentido o § 1º do Art. 9º, citado anteriormente, estabelece que “Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”.

A possibilidade de aproveitamento energético dos resíduos abre uma nova perspectiva de destinação diferente dos tradicionais aterros sanitários. As tecnologias denominadas WTE do termo em inglês “waste-to-energy” ou “energia a partir do lixo”, apesar de pouco difundidas no Brasil são muito utilizadas no mundo, especialmente nos países desenvolvidos.

Considerando o amplo potencial de crescimento desse setor no Brasil o presente estudo busca analisar alternativas de destinação final dos resíduos sólidos voltadas para o aproveitamento energético. O foco central é a análise, sob um ponto de vista crítico, da **Carbonização de Resíduos Sólidos Urbanos**, pautada especialmente no trabalho desenvolvido pelo pesquisador brasileiro José Railton de Souza Lima de Lagarto – SE, cujo processo transforma as sobras em carvão para aproveitamento energético. O vapor advindo da parcela úmida dos resíduos é captado, filtrado e vendido para indústrias.

A análise está baseada em revisão bibliográfica dos temas abordados, através de pesquisa em livros, periódicos, trabalhos científicos, meios eletrônicos, etc. Além de entrevistas com fontes primárias e secundárias.

O primeiro capítulo do trabalho trata da correlação entre a Geografia e o meio ambiente, especialmente sobre os impactos ocasionados pelos resíduos. No segundo capítulo é traçado o panorama atual da geração de resíduos, o que engloba conceitos, classificação, coleta e destinação. A carbonização é tema do terceiro capítulo, onde se procura mostrar os aspectos do processo e os principais projetos em execução no país, bem como o aproveitamento energético. O capítulo quatro trata da situação atual dos resíduos em Londrina - PR e no tópico seguinte é analisado a possível viabilidade do uso dessa tecnologia nesse município, através, principalmente, da comparação entre o sistema atual de destinação (aterro sanitário) com a carbonização.

Mesmo considerando as características singulares da temática, especialmente no que diz respeito a projetos ainda em fase de implantação e consolidação no país, o aprofundamento dos estudos sobre o tema proposto é essencial para a compreensão das implicações ambientais, econômicas, sociais e espaciais que tais empreendimentos devem ocasionar no território brasileiro.

## 1 A GEOGRAFIA E O MEIO AMBIENTE

A Geografia enquanto ciência de síntese transita por diversas áreas do conhecimento humano, buscando entender como os diferentes fatores atuantes no objeto de estudo afetam o espaço vivido das pessoas para, a partir das reflexões obtidas, buscar meios de melhorar o ambiente encontrado.

Uma área que o geógrafo encontra terreno fértil de atuação no presente é a que envolve a temática ambiental. Muitos são os temas ambientais que afetam direta ou indiretamente a vida humana que poderiam ser citados, desnecessário dizer que essa seria uma tarefa demasiadamente árdua dentro do que se propõe o presente trabalho, por isso a abordagem aqui expressa se limitará apenas a alguns aspectos dos resíduos sólidos urbanos. Não que isso seja simples, a questão dos resíduos é complexa e envolve tantos fatores, que basta imaginar o caminho que uma simples garrafa plástica pode percorrer após o consumo, para entender melhor a dinâmica que permeia o assunto.

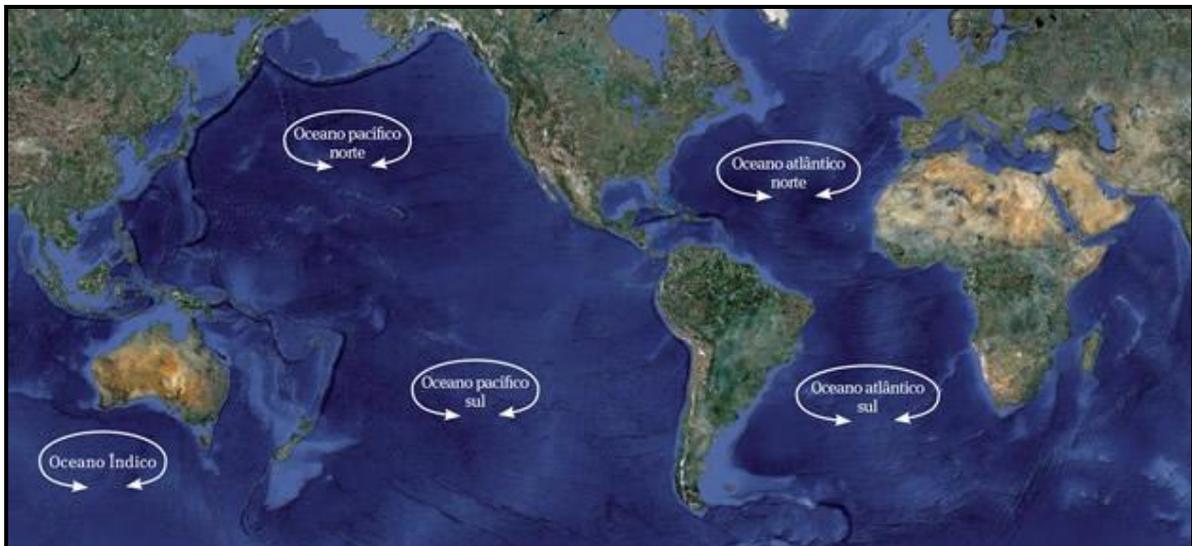
A primeira hipótese dessa dinâmica, e também a mais coerente, é que o consumidor encaminhe a embalagem para reciclagem, neste caso há uma soma de fatores positivos em tal ato, como geração de emprego e renda para catadores, alimentação da cadeia produtiva com a transformação do recipiente em novos produtos, além dos ganhos ambientais e econômicos em todo o processo.

A segunda hipótese, e ainda a mais comum, é que o consumidor deposite o recipiente no “lixo” comum. Neste caso há a nulidade dos ganhos enumerados anteriormente, acrescentando-se ainda um passivo ambiental e econômico, decorrente principalmente do fato que a maioria do resíduo comum no Brasil é depositado em lixões e aterros. Desta forma a garrafa irá permanecer como um problema por longo período, visto que uma embalagem plástica pode demorar até 100 anos para se decompor.

A terceira hipótese é aquela que traz os maiores prejuízos ao ambiente. Suponhamos que após o consumo a garrafa seja abandonada na rua, fato, aliás, muito comum em eventos públicos, neste caso, entre tantos desdobramentos, o recipiente pode parar em terrenos baldios, fundos de vale, etc. na primeira chuva pode entupir bueiros e agravar possíveis enchentes. Mas vamos mais longe; se o recipiente for arrastado até um rio, estará dando início a uma viagem cujo destino pode ser o mar. Lá as correntes marinhas podem levá-lo para muito mais longe, ao meio dos oceanos onde por vezes o material abandonado pelo homem se acumula, formando verdadeiros lixões, que contaminam a água e a vida marinha. Mero exercício de imaginação? Não necessariamente!

Estudo divulgado pelo Programa Ambiental das Nações Unidas demonstra existir “46 mil fragmentos de plástico em cada 2,5 quilômetros quadrados da superfície dos oceanos. Isso significa que este resíduo já responde por 70% da poluição marinha por resíduos sólidos”. (NEIVA; LIMA, 2008, p. 93). Segundo Waldman (2010), a característica física do plástico que lhe permite grande durabilidade mesmo enfrentando as adversidades da superfície oceânica, aliado à dinâmica das correntes marinhas está dando origem, no norte do Oceano Pacífico ao “primeiro continente artificial da história, um vasto território de 100 milhões de toneladas de refugos” (p. 60). Esta área conhecida como Grande Vórtice de Lixo do Pacífico situa-se entre a Califórnia e o Havaí e vem sendo denominada também de “lixão do pacífico”. Sua extensão é calculada em impressionantes 15 milhões de km<sup>2</sup>, ou seja, aproximadamente o tamanho do território Sul Americano. A característica circular das diversas correntes marítimas que passam às margens da Ásia e América do Norte acaba formando um enorme redemoinho marítimo que carrega os resíduos das encostas para o centro do círculo, assim como aqueles jogados das navegações. No entanto, a área em questão não é a única, mas tão somente a maior dentre outras espalhadas pelos oceanos (Figura 01).

**Figura 01** – Locais nos oceanos onde está ocorrendo o acúmulo de resíduos



Fonte: <http://leiturasdahistoria.uol.com.br>

Quando há tempestades e ventos fortes, parte dos resíduos sai dos limites desses depósitos oceânicos se espalhando. Um exemplo é uma das praias do Havaí, Kamilo Bech que está a mais de 1.000 km do lixão do Pacífico, mas que vem sofrendo acumulação residual (Figura 02) originados principalmente na Ásia.

**Figura 02** – Resíduos em Kamilo Beach no Havaí trazidos pelas correntes marinhas



Fonte: <http://www.lessfeelsbetter.net>

Waldman (2010, p. 57) descreve o exemplo do biólogo Tim Benton que em 1991 desembarcou no Atol Ducie, nas ilhas Pitcairn, situado na Oceania, com o intuito de estudar a fauna local. Impressionado com a quantidade de resíduos existentes, especialmente por se tratar de espaço desabitado e alheio a qualquer rota de navegação, Tim resolveu enviar uma carta a uma organização não governamental (ONG) relatando a situação encontrada.

O cientista enumerou 953 objetos jogados em apenas 2,4 km de praia. Dentre outros itens, mencionou: 268 peças plásticas quebradas, 179 bóias de vários tamanhos, 171 garrafas de vidro, 74 tampinhas, 71 embalagens plásticas, 44 pedaços de corda, 25 calçados, 7 latas vaporizadoras de *spray*, 6 lâmpadas fluorescentes, 6 lâmpadas incandescentes, 3 isqueiros, 2 cabeças de boneca, 2 lacres de lata de alumínio, 1 capacete para operário de construção, 1 pneu de caminhão, 1 pino de boliche, 1 coador de chá e 1 bombinha de asma.

A grande quantidade de resíduos transportada das encostas continentais pelas correntes marinhas juntamente com aquele jogado das navegações e que estão distribuídos nos oceanos está confundindo as aves e moradores do mar que o comem achando que é alimento. Desta forma as toxinas presentes nos resíduos, especialmente nos polímeros plásticos, estão se acumulando ao longo da cadeia alimentar, cujo topo está o homem, isto significa que estamos ingerindo o plástico que nós mesmos produzimos.

Voltando ao exemplo da garrafa abandonada em local impróprio, isoladamente tal ato não parece trazer grandes consequências, mas quando milhões de pessoas o fazem frequentemente ao redor do mundo isso pode trazer resultados desastrosos, e como exemplificado, não se limitam ao espaço local. Desta forma, um ribeirinho residente em um longínquo rincão amazônico, mesmo aparentemente isolado do mundo, ao abandonar inocentemente um recipiente qualquer, pode contribuir para o desequilíbrio de ecossistemas

localizados a milhares de quilômetros. Pode-se dizer que está ocorrendo uma espécie de “globalização do lixo” com conseqüências nefastas para a sociedade como um todo.

Mesmo se tratando de um transtorno global é na escala local que se dá a acumulação residual. A cidade é o centro consumidor de matéria e energia retiradas do meio natural, caracterizando essa sobrecarga como um fenômeno eminentemente urbano. As dificuldades surgem no momento da reintegração dessas substâncias ao meio ambiente, implicando diretamente na qualidade de vida do homem.

Para Fuscaldo (2001), o problema é que o meio ecológico, de onde é obtida toda matéria prima que precisamos é um sistema complexo e suporta intervenção limitada. A partir desta capacidade de suporte, surgem desequilíbrios podendo levar em última instância ao colapso do sistema natural, acarretando impactos catastróficos e até irreversíveis na vida dos seres vivos.

Para Silva Pinto (1979), muitos estudos têm demonstrado a evolução dos resíduos urbanos em termos qualitativos e mais ainda em termos quantitativos, já que a quantidade de resíduos, bem como sua composição, depende do nível de renda familiar, da industrialização dos alimentos, hábitos da população e de fatores sazonais. Lembrando que os resíduos comerciais se compõem predominantemente de papelão e outros recicláveis, e o industrial tem sua composição ligada às características da indústria que o produz.

A quantidade per capita de lixo produzido aumenta em proporção à renda familiar, já que maior renda propicia maior consumo e, conseqüentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolescência e maior ocorrência de embalagens. Na composição do lixo das classes de mais alta renda observa-se maior quantidade de papéis, embalagens de plástico e papelão, recipientes de vidro e metal e menor quantidade relativa de matéria orgânica (restos de comida). [...] O crescente movimento de industrialização dos alimentos também tem tendência para a maior quantidade de embalagens no lixo e menor quantidade de restos de comida já que os alimentos já vêm limpos e preparados para o consumo. [...] a tendência moderna para aquisição de bebidas em embalagens sem retorno (leite, seus derivados, cervejas, sucos, etc.) tem aumentado a participação de plásticos, latas e papelão no lixo (FUSCALDO, 2001, p.37).

Mesmo que uma minoria da sociedade esteja despertando para a gravidade dos problemas referentes a esta questão, a outra maior parte parece ainda não se dar conta das implicações sociais, econômicas e ambientais ocasionadas pela destinação incorreta dos resíduos. Diversos são os motivos que levam a população a não se preocupar com o destino dos resíduos, dentre os quais se destaca a falta de investimentos concretos do setor público e o desinteresse (público e privado) em relação ao assunto. A pressa também é outra inimiga da diminuição dos resíduos ou da correta destinação. O tempo cada vez mais escasso no

cotidiano das pessoas leva a hábitos consumidores que possibilitam encurtar os afazeres diários, gerando cada vez mais resíduos e consequentemente dificultando a segregação.

A vida concreta dos indivíduos inseridos nas relações sociais capitalistas passou cada vez mais a ser controlada pelo relógio, esse mecanismo regular por excelência, cuja função é sincronizar os movimentos de cada um: para que a fábrica funcione é necessário que todos estejam a postos, à mesma hora, no mesmo lugar; a fábrica exige que as matérias-primas cheguem no tempo certo; os comerciantes devem estar a postos para comprar e vender na hora certa; as demais fábricas devem fornecer em tempo hábil os insumos; enfim, tudo deve ser sincronizado através de uma rede de transportes e comunicações com o máximo de precisão horária possível. Afinal, *“time is money”*. Deste modo, nesse mundo, o relógio se torna um mecanismo de significado fundamental, pois permite regular, controlar e sincronizar a vida social fazendo-a funcionar (GONÇALVES, 1998, p. 101).

Essa citação de Gonçalves retrata bem como é o dia-a-dia no sistema capitalista, especialmente nas aglomerações urbanas. A vida das pessoas se torna muito corrida e os minutos parecem diminuir; dessa forma, a tarefa de separar os resíduos para facilitar o processo de reciclagem parece extenuante demais para boa parte das pessoas, sendo muito mais cômodo descartar no “lixo” o que não serve mais e deixar que as empresas de limpeza dêem a devida destinação.

Na esfera pública, muitos governantes, especialmente os municipais, justificam a não implantação de gestão adequada dos resíduos devido ao alto custo. Fuscaldo (2001) afirma que o déficit apresentado é sinônimo de prejuízo se o custo da prefeitura for entendido isoladamente. Mas, se considerar a totalidade com os gastos evitados com energia, água, matéria-prima, saúde pública, educação e conservação ambiental, esses valores representarão resultados satisfatórios, visto o ganho da sociedade como um todo.

## 2 PANORAMA ATUAL DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Atualmente, é comum o uso do termo Resíduo Sólido Urbano (RSU) para se referir às sobras geradas nas cidades, mas antes de falar da tênue diferença conceitual entre os termos lixo e resíduo, é importante frisar, que o conceito de lixo, é extremamente relativo no espaço e tempo. Produtos outrora disputados podem a partir de novas descobertas cair em desuso, ou ao contrário, em função da escassez se tornarem valiosos. Pode-se dizer, que o entendimento do que é descartável, varia de acordo com a localidade, com o período histórico ou com a condição econômica e social do ambiente pesquisado.

Estudar essas características permite entender melhor todo o rol de relações que envolvem a temática. O momento atual é sintomático nesse sentido, a obsolescência programada<sup>1</sup>, tão comum nas últimas décadas, aliada a estratégias de *marketing* cada vez mais agressivas, induzem as pessoas a almejavem o produto da moda, descartando o anterior mesmo que ainda em boas condições de uso. Anteriormente essa era uma característica específica dos países centrais, em especial dos ocidentais, que está se tornando globalizada.

Alguns produtos são feitos de tal forma, que levam o consumidor a querer sempre o último lançamento. Exemplo disso são os celulares que a todo o momento tem seus modelos atualizados, seja esteticamente, ou internamente com o acréscimo de novos acessórios e sistemas, isso torna a versão anterior obsoleta em prazo cada vez mais curto. Outro exemplo interessante é o dos televisores - com a popularização das TVs do tipo LCD, Plasma ou LED, que são lateralmente maiores que as anteriores, as emissoras passaram a transmitir parte de sua programação no padrão dos novos televisores, com isso os proprietários dos modelos antigos não conseguem visualizar a totalidade da imagem transmitida. Em última instância, essa parece ser uma forma sutil de induzir a troca dos aparelhos.

No caso dos computadores essa "sugestão" é mais nítida ainda, na medida em que os softwares ocupam sempre mais *megas* ou *gigabytes* que as versões anteriores, obrigando, para sua instalação computadores cada vez mais potentes.

Essa maneira de agir, própria do sistema capitalista, hoje dominante em escala global, propicia um volume cada vez maior de resíduos. Rosa (2007) cita um estudo coordenado pelo professor Ruediger Kuehr da Universidade das Nações Unidas, revelando que "1,8 tonelada de materiais dos mais diversos tipos são utilizados para se construir um único computador".

---

<sup>1</sup>Estratégia de mercado criada na primeira metade do século XX por empresários capitalistas, onde os produtos são fabricados propositalmente com ciclo de vida curto, visando a substituição constante.

Somente em combustíveis fósseis, o processo de fabricação de um computador *desktop* consome mais de 10 vezes o seu próprio peso. São, por exemplo, "240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1.500 quilos de água".

Mas quando não se deseja mais determinado bem é necessário descartá-lo, e isso em geral está se tornando um problema por diferentes motivos, que vão desde a falta de espaço ou tecnologia adequada, até as dificuldades do cumprimento de legislações cada vez mais rígidas. A Convenção da Basileia, por exemplo, criada no final da década de 80, proíbe ou estabelece barreiras para a destinação e transporte transfronteiriço de resíduos, visando especialmente proteger as nações economicamente mais carentes. No caso dos produtos exemplificados anteriormente, de natureza tecnológica, que tem sua composição extremamente variável e de difícil descarte, a saída encontrada por alguns países centrais para se livrar desse indesejável "lixo" eletrônico sem, contudo, transgredir a legislação internacional é efetuar a doação para comunidades pobres situadas nos países periféricos.

Nos locais de destino os eletrônicos que não podem ser aproveitados, leia-se a maioria, são inteiramente desmontados, inclusive os circuitos eletrônicos para retirada dos metais utilizados em sua fabricação, entre os quais o ouro, prata, cobre e estanho. Este trabalho, apesar de gerar alguma renda é, via de regra, degradante, e em geral realizado por crianças e adolescentes que de certa forma veem seus desejos e sonhos se esvaírem num amontoado de "lixo" tecnológico. Porém, e sempre há um porém, no caso dos computadores, *tablets*, *palmtops*, *smartphones*, etc. alguns grupos estão se especializando em vasculhar informações dos antigos proprietários, como senhas, dados pessoais e de contas bancárias, de posse delas, usam para cometer crimes contra os mesmos. Como diz o velho ditado popular "é o feitiço virando contra o feiticeiro".

Esse exemplo retrata mais uma vez como é dinâmica a questão dos resíduos e o quão especializado está se tornando. Muito se deve à dificuldade cada vez maior de dispor ou destinar adequadamente as sobras geradas a cada dia, em função principalmente do curto ciclo de vida dos produtos. Afinal, o fato de um produto passar por toda uma etapa de extração de matéria prima, industrialização, transporte e comercialização, para ser utilizado por poucos segundos e já ser abandonado, como é o caso dos tradicionais copos descartáveis de água e café, para ficar em apenas um exemplo, beira a insensatez. Se esse produto não for reaproveitado de alguma forma será um tremendo desperdício, ou mesmo um desrespeito para com todo o ciclo produtivo.

## 2.1 Conceito de resíduo sólido

Em relação à questão conceitual, como mencionado na introdução, o termo *lixo* perdeu espaço para *resíduo*, segundo alguns autores, entre eles Waldman (2010), essa mudança foi estratégica para sinalizar aos consumidores que muito do que é descartado pode ser aproveitado novamente, nesse sentido a palavra *lixo* remete a algo muito pejorativo, repulsivo, que deve ser mantido longe de ao menos dois dos nossos sentidos – olfato e visão; enquanto resíduo transmite a sensação de algo mais brando e ecologicamente correto, de que determinado produto ainda não cumpriu totalmente seu ciclo de vida, podendo ser reaproveitado, reciclado ou transformado em novos itens de consumo.

Dentre as muitas definições encontradas para o termo em questão, destacamos a da Organização das Nações Unidas (ONU), que por meio do documento Agenda 21 define o lixo ou resíduo da seguinte forma:

Os resíduos sólidos compreendem todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção. Em alguns países, o sistema de gestão dos resíduos sólidos também se ocupa dos resíduos humanos, tais como excrementos, cinzas de incineradores, sedimentos de fossas sépticas e de instalações de tratamento de esgoto. Se manifestarem características perigosas, esses resíduos devem ser tratados como resíduos perigosos. (Cap. 21, 2002)

No Brasil a Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS define os resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

No Estado do Paraná o art. 2º da Lei Estadual 12.493/1999 conceitua os resíduos sólidos da seguinte forma:

Qualquer forma de matéria ou substância, nos estados sólido e semi-sólido, que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e de outras atividades da comunidade, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental. [...] Ficam incluídos entre os resíduos sólidos definidos no caput deste artigo, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como os líquidos cujas características tornem inviável o seu lançamento em rede pública de esgotos ou corpos d' água ou exijam, para tal fim, solução técnica e economicamente inviável, em face da melhor tecnologia disponível, de acordo com as especificações do Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

### 2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos são classificados quanto aos seus riscos ao meio ambiente e à saúde pública. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 10.004 de 2004 estabelece as seguintes classes:

1) Classe I – Resíduos Perigosos: Aqueles que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podendo apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Exigem tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Exemplo: resíduos hospitalar, resíduo de portos e aeroportos, etc.

2) Classe II – Não perigosos. Divide-se em:

2.1 Classe II A - Não-Inertes: Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

2.2 Classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Exemplo: entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

A Lei 12.305/2010 em seu art. 13 classifica os resíduos sólidos da seguinte forma:

I - quanto à origem:

a) **resíduos domiciliares**: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) **resíduos de limpeza urbana**: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) **resíduos sólidos urbanos**: os englobados nas alíneas "a" e "b";

d) **resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços**: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";

e) **resíduos dos serviços públicos de saneamento básico**: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";

f) **resíduos industriais**: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) **resíduos de serviços de saúde**: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) **resíduos da construção civil**: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) **resíduos agrossilvopastoris**: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) **resíduos de serviços de transportes**: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) **resíduos de mineração**: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

#### II - quanto à periculosidade:

a) **resíduos perigosos**: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) **resíduos não perigosos**: aqueles não enquadrados na alínea "a" do inciso II.

Os resíduos gerados nos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços que tiverem características domiciliares, desde que respeitado o disposto no art. 20 da referida lei, também devem ser classificados pelo poder público como não perigosos.

Como visto nos conceitos e classificações apresentados, há muitas definições e entendimentos em relação aos resíduos. Isso é necessário, pois permite a criação de leis, decretos e resoluções nas diferentes instâncias públicas, possibilitando a adoção de critérios mais rígidos que disciplinam a movimentação e destinação dos mais variados materiais.

Em se tratando das sobras geradas em ambiente domiciliar, pode-se dizer que o uso do termo *resíduo* em detrimento da palavra *lixo* é apenas uma forma mais branda de se referir ao que não se deseja mais e por isso é descartado. A utilização de uma palavra conceitualmente mais adequada, pouca diferença fez para mudar a situação crítica em que se encontra essa temática no país, mais do que a modificação da terminologia é necessário ação efetiva e até

mesmo um conhecimento real da situação, visto que não é fácil encontrar números precisos e confiáveis no Brasil.

## **2.2 Índices de geração e coleta de resíduos no Brasil**

Muitos são os trabalhos que tratam do tema resíduo, há, no entanto, uma discrepância acentuada em relação aos números apresentados, especialmente quanto ao volume gerado diariamente no Brasil, fato, que se espera, seja sanado brevemente, caso se torne efetiva a determinação expressa na Lei Federal 12.305/2010, que estabelece que os municípios devam apresentar o Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos sob pena de não terem mais acesso aos recursos de origem federal correlacionados ao assunto.

A referida lei, em seu artigo 19 inciso I determina que todos os municípios brasileiros efetuem um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas.

Ainda no tocante ao tema em pauta, o Decreto nº 7.404 de dezembro de 2010 que regulamentou a Lei 12.305/2010 instituiu o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR que ficará responsável, entre outras atribuições, por coletar, sistematizar e disponibilizar periodicamente um diagnóstico por meio do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos. O artigo 74 do referido decreto estabelece que o Ministério do Meio Ambiente apoie os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e os respectivos órgãos executores do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, na organização das informações, no desenvolvimento dos instrumentos e no financiamento das ações voltadas à implantação e manutenção do SINIR.

O parágrafo primeiro do artigo anteriormente citado determina que o Ministério do Meio Ambiente, juntamente com os Estados e Municípios organizem e mantenham a infraestrutura necessária para receber, analisar, classificar e divulgar dados e informações qualitativas e quantitativas sobre a gestão de resíduos sólidos.

Enquanto as estatísticas oficiais não são divulgadas, das publicações atuais, destacam-se entre outras, as elaboradas a partir de dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e que são largamente utilizadas por outros organismos; os artigos acadêmicos e as publicações desenvolvidas pelas empresas privadas ligadas ao tema, como a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE.

Essa última instituição publica todos os anos um material denominado Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, onde descreve e quantifica a situação dos resíduos no país. O trabalho divulgado no corrente ano foi elaborado a partir de informações coletadas em 400 municípios, distribuídos em todas as regiões. Embora proporcionalmente representem apenas 7,2% das 5.565 unidades federativas, somam juntos aproximadamente 51% da população urbana nacional, conforme demonstrado no Quadro 01. Com base nos números coletados, a equipe técnica da ABRELPE efetuou estatisticamente a projeção para o total da população brasileira.

**Quadro 01** – Quantidade de municípios e população urbana pesquisada em 2011

Região	População Urbana Total	Quant. de Mun. Pesquisados	Pop. Urbana dos Mun. Pesquisados
Norte	11.833.104	50	7.201.031
Nordeste	39.154.163	123	18.113.212
Centro-Oeste	12.655.100	32	7.223.569
Sudeste	75.252.119	132	41.102.895
Sul	23.424.082	63	9.158.426
<b>TOTAL</b>	<b>162.318.568</b>	<b>400</b>	<b>82.799.133</b>

Fonte: ABRELPE, 2011

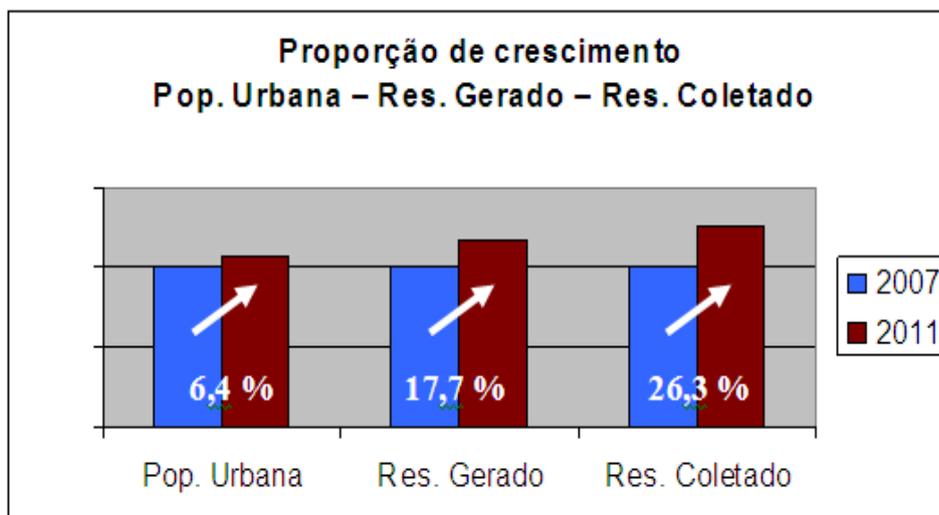
Segundo a ABRELPE, no ano de 2011 foram geradas no Brasil 198.514 ton./dia de resíduos, um aumento de 1,8% em relação ao ano anterior. Deste total 177.995 ton./dia foram coletadas. Em 2007, no levantamento efetuado por essa associação, utilizando-se da mesma metodologia de análise, o total apurado era de 168.653 ton./dia geradas e 140.911 ton./dia coletadas. Naquele mesmo ano a projeção do IBGE para a população urbana era de 152.496.807 habitantes.

Observando o Quadro 02 e Gráfico 01 expostos na sequência, percebe-se que houve um expressivo aumento da geração de resíduos em relação ao crescimento da população, fato constatado também por outras publicações. O ponto positivo é que aumentou efetivamente o volume coletado no período em questão.

**Quadro 02** – População urbana, geração e coleta de resíduos entre 2007 e 2011

Ano	Pop. Urbana	Res. Gerado Ton./dia	Res. Coletado Ton./dia
2007	152.496.807	168.653	140.911
2011	162.318.568	198.514	177.995

Fonte: ABRELPE, 2011 – Elaborado Laércio Voloch, 2012

**Gráfico 01** – População urbana, geração e coleta de resíduos entre 2007 e 2011

Fonte: ABRELPE, 2011 – Elaborado Laércio Voloch, 2012

O Comunicado Número 145 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA de abril de 2012 analisa a coleta de resíduos no país, tomando como base o ano de 2008 e faz uma comparação com o panorama de 2000. Segundo o IPEA, no último ano do século passado eram encaminhadas diariamente para lixões, aterros controlados e aterros sanitários 128.953 ton./dia de resíduos, em 2008 esse número saltou para 183.481 ton./dia. Um aumento de aproximadamente 40 %.

O crescimento no índice de coleta de resíduos no país é fruto da ampliação da oferta desse serviço, especialmente na área urbana onde já supera 98%. Na área rural a situação não é tão cômoda, segundo o IBGE apenas 33% dos domicílios são atendidos, mas como a maioria das pessoas vive nas cidades esse número não influencia tanto, na média mais de 90% da população é beneficiada com a coleta de resíduos.

Em relação ao expressivo acréscimo na geração de resíduos no país, é necessário analisar sob diferentes enfoques para buscar uma maior precisão nas causas de tal ampliação. Mesmo não tendo dados absolutos, estima-se que a geração total está na casa de 60 a 70 milhões de toneladas anuais e que esses números crescem continuamente. Alguns autores entendem que a evolução econômica ocorrida no Brasil nos últimos anos, que propiciou o acesso de dezenas de milhões de tupiniquins ao mercado consumidor até então restrito, foi o principal fator responsável.

O aumento da renda permite que se compre uma quantidade maior de bens industrializados, e quanto mais elaborado é um produto, via de regra, mais resíduos gera. Um exemplo interessante a esse respeito é o trabalho feito pelos fotojornalistas americanos Peter

Menzel e Faith D'Aloizio, no qual fotografaram a totalidade dos alimentos consumidos semanalmente por diferentes famílias em países distintos. Nas nações mais abastadas o gasto médio era maior, as famílias menores e os produtos em sua maioria industrializados; nos países periféricos, ao contrário, as famílias maiores, o gasto menor e a maioria dos produtos consumidos não passaram por nenhum processo de beneficiamento.

**Figura 03 - Família Ayme**



**Família Ayme**

Tingo – Equador

4 adultos e 5 menores

Despesa semanal com  
alimentação: US\$ 31.55

Foto: Peter Menzel, 2004

**Figura 04 - Família Revis**

**Família Revis**

Carolina do Norte – EUA

2 adultos e 2 adolescentes

Despesa semanal com  
alimentação: US\$ 341.98

Foto: Peter Menzel, 2004

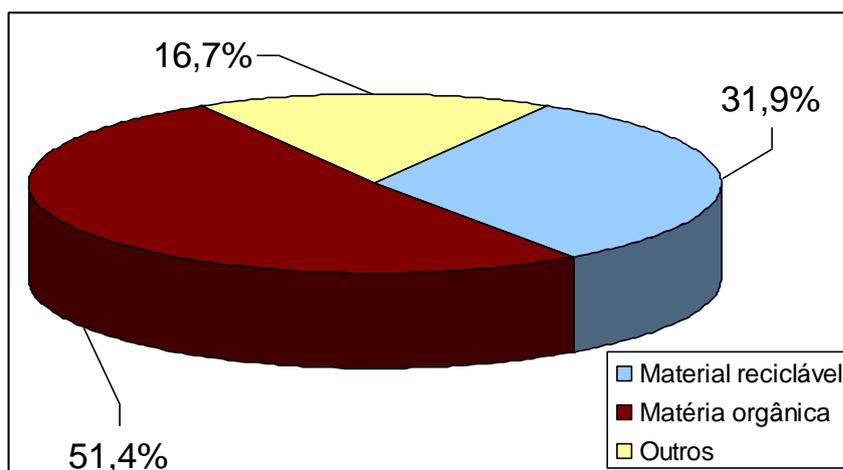


Fonte: Projeto Hungry Planet: What the World Eats

Seguindo o raciocínio similar ao de Peter Menzel, quando se analisa a composição gravimétrica dos resíduos coletados no Brasil como um todo, percebe-se que o país se

encontra em uma posição intermediária (Gráfico 02). Está crescendo o teor de recicláveis, sugerindo um aumento no consumo de industrializados, no entanto as sobras orgânicas ainda são maioria, levando a crer que a continuar o processo de inserção da população brasileira nos padrões de consumo próprio dos países centrais, e não se tomando as medidas necessárias, o problema só tende a piorar.

**Gráfico 02** – Composição gravimétrica dos RSU coletados no Brasil em 2008



Fonte: IPEA, 2012 – Elaborado Laercio Voloch, 2012

Por outro lado, o desenvolvimento econômico e a elevação da renda da população não podem ser usados como argumento definitivo para explicar o problema do aumento dos resíduos, uma vez que nem sempre quem tem maior renda gera mais resíduo. Isso é evidenciado ao se observar a geração de resíduos per capita no país em 2011, afinal como explicar o fato da região Nordeste ter um índice mais elevado que o Sudeste, comprovadamente mais desenvolvida do ponto de vista econômico (Quadro 03).

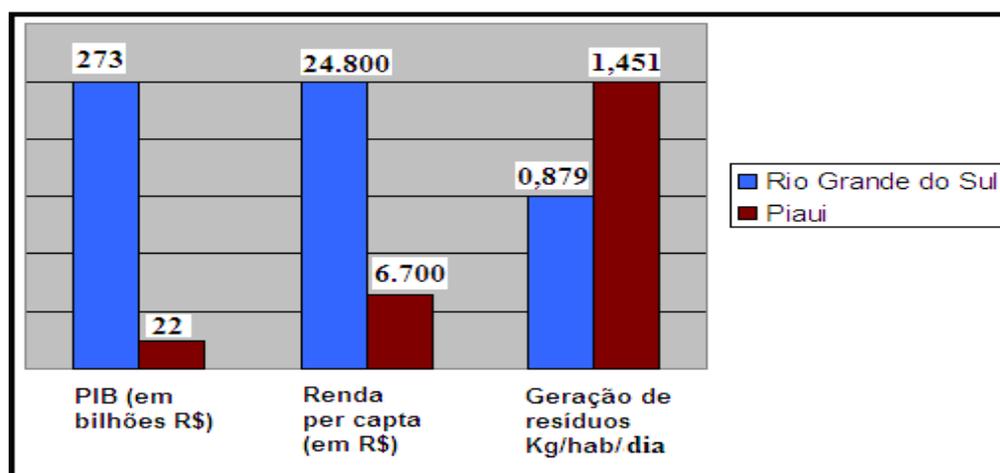
**Quadro 03** – Comparativo do índice per capita de geração de resíduos no país

Região	Pop. Urbana	RSU gerado Ton./dia	Índice Kg/hab./dia
Norte	11.833.104	13.658	1.154
Nordeste	39.154.163	50.962	1.302
Centro-Oeste	12.655.100	15.824	1.250
Sudeste	75.252.119	97.293	1.293
Sul	23.424.082	20.777	0.887
<b>BRASIL</b>	<b>162.318.568</b>	<b>198.514</b>	<b>1.223</b>

Fonte: ABRELPE, 2011

Mais gritante fica essa questão quando se analisa os Estados individualmente. A título de informação foram selecionados os dados do Piauí e Rio Grande do Sul (Gráfico 03). Essas duas localidades apresentam realidades distintas, que as afastam não apenas do ponto de vista espacial, mas principalmente em relação aos índices econômicos e sociais. Enquanto o estado sulista possui alta expectativa de vida, baixo índice de mortalidade infantil e analfabetismo, sendo ainda a quarta economia nacional, o representante nordestino apresenta números que o colocam entre os últimos colocados. Sua economia é cerca de dez vezes menor que a gaúcha e a renda per capita aproximadamente quatro vezes menor. Como explicar então que cada piauiense gere em média 65% mais resíduos que um habitante sul-rio-grandense, 1,451 kg/dia contra 0,879 kg/dia?

**Gráfico 03** – PIB, renda per capita e geração de resíduos comparativos entre os estados do Piauí e Rio Grande do Sul em 2011



Fonte: IBGE, IPEA e ABRELPE, 2011 – Elaborado por Laércio Voloch, 2012

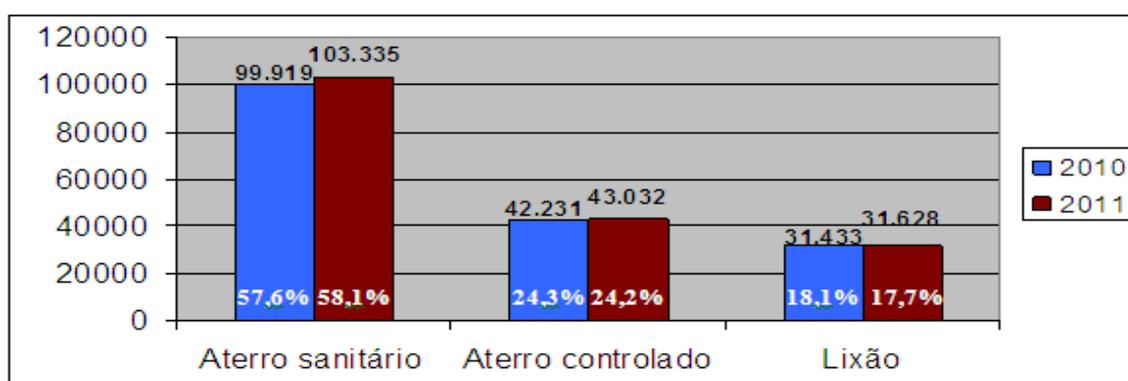
Waldman (2010) lembra que o movimento ambientalista brasileiro teve seu embrião formado primeiramente entre os gaúchos, isso pode indicar uma maior preocupação por parte deles com as questões ligadas ao tema, com aplicação de modelos mais eficientes de redução e reaproveitamento de resíduos, levando a números expressivamente menores que os encontrados no Piauí, onde tais questões ainda não estão consolidadas.

Longe de inocentar o binômio industrialização/desenvolvimento econômico do acréscimo na geração de resíduos, o que se percebe é que quando ele vem acompanhado de ações efetivas no sentido de reduzir e reaproveitar as sobras, os efeitos deixam de ser tão devastadores como se costuma apregoar. A compostagem, por exemplo, que poderia diminuir consideravelmente o total de resíduos encaminhados para disposição final atinge meros 1,6% do volume de orgânicos coletados diariamente.

### 2.3 Destinação dos resíduos no Brasil

Mais importante que a quantidade de resíduos gerados todos os dias, é a destinação dos mesmos (Gráfico 04), e nesse quesito a situação no país é preocupante. Mais uma vez reportando ao trabalho desenvolvido pela ABRELPE, das 177.995 toneladas coletadas diariamente em 2011, apenas 58,1% foram destinadas adequadamente. As 74.660 ton./dia restantes foram encaminhadas, ou para lixões, ou para aterros controlados, que em última instância não passa de um lixão com algumas melhorias.

**Gráfico 04** – Destinação dos resíduos coletados no Brasil em 2010 e 2011 (ton./dia)



Fonte: ABRELPE, 2011 – Elaborado Laércio Voloch, 2012

É importante frisar que o total de resíduos gerados diariamente em 2011, segundo a ABRELPE, foi de 198.514 ton./dia, portanto temos mais 20.519 toneladas ou aproximadamente 10 % do total, que nem ao menos foram coletadas. E qual será o destino desse “lixo” todo? Terrenos baldios, fundos de vale, lagos, rios, oceanos, queimado, enterrado... Difícil saber com precisão, mas é fato que se trata de um problema sério que precisa ser tratado com a devida atenção.

Nesse sentido a Lei 12.305/2010 foi aprovada justamente para tentar disciplinar essa questão no país. Uma das principais conquistas dessa lei foi o estabelecimento de metas e prazos legais para que os entes públicos se adéquem às normas estabelecidas, especialmente os municípios e o Distrito Federal que tem a atribuição de administrar os resíduos gerados em seus territórios.

O artigo 54 da referida lei estabelece o limite de quatro anos após a publicação da mesma para que os rejeitos sejam adequadamente dispostos. Na esperança de que esse prazo seja efetivamente observado, o dia de 02 de agosto de 2014 poderá ser comemorado por ambientalistas e por todos aqueles que se preocupam com o tema, como um divisor de águas entre o descaso e a correta destinação de nossas sobras.

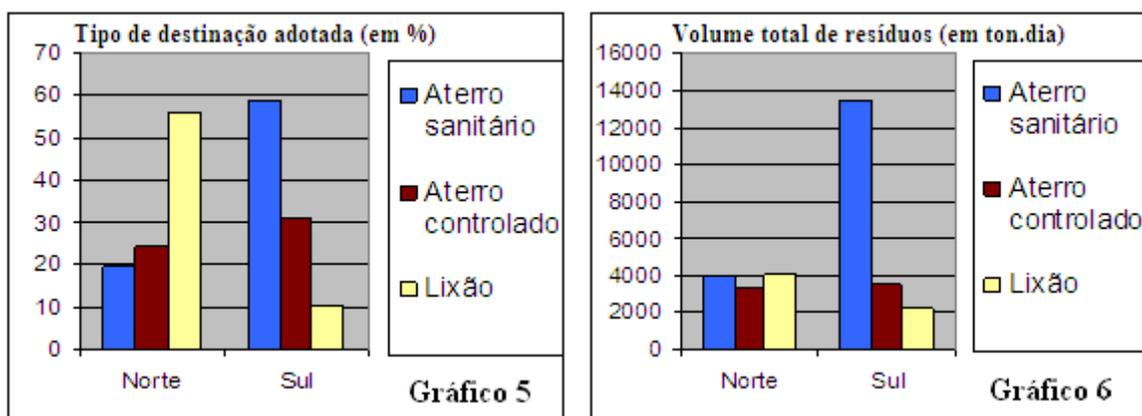
O curto espaço de tempo até a data anteriormente mencionada, juntamente com o cenário atual existente no país, são grandes empecilhos para que a meta seja alcançada. Dos 5.565 municípios brasileiros, apenas 2.194 dispõem seus resíduos em aterros sanitários (Quadro 04), sendo que existe um antagonismo acentuado entre as diferentes regiões brasileiras (Gráficos 05 e 06).

**Quadro 04** – Quantidade de municípios por tipo de destinação em 2011

Destinação final	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	BRASIL
Aterro sanitário	88	446	154	808	698	<b>2.194</b>
Aterro controlado	109	502	148	640	365	<b>1.764</b>
Lixão	252	846	164	220	125	<b>1.607</b>
<b>TOTAL de municípios</b>	<b>449</b>	<b>1.794</b>	<b>466</b>	<b>1.668</b>	<b>1.188</b>	<b>5.565</b>

Fonte: ABRELPE, 2011

**Gráficos 05 e 06** – Comparativo dos municípios das Regiões Norte e Sul



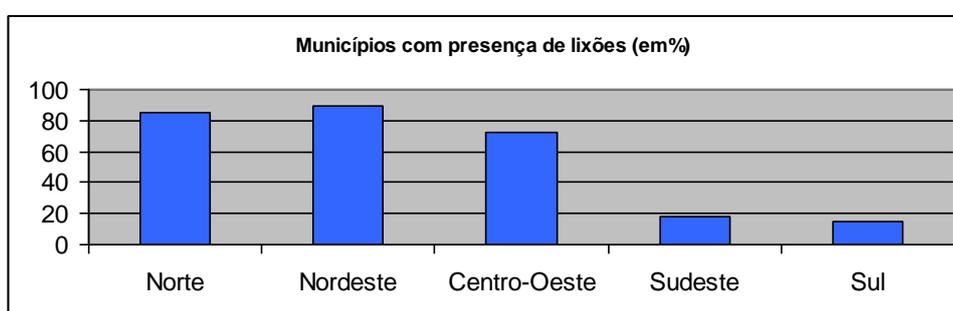
Fonte: ABRELPE, 2011 – Elaborado por Laércio Voloch, 2012

Se somarmos o aterro controlado e o lixão, temos 80,4% dos municípios da região Norte destinando inadequadamente seus resíduos. Em relação ao volume são 7.386 ton./dia de um total de 11.360 sendo incorretamente dispostas ou 65% do montante. Na região Sul 40,2% dos municípios está na mesma condição e 5.695 das 19.183 ton./dia ou 29,6% dos resíduos diários acaba em locais impróprios.

Na região Nordeste apenas 25% dos municípios, que juntos são responsáveis por 35,3% do volume diário, dispõem seus resíduos de forma adequada. São, portanto, mais de 1.300 municípios que terão pouco tempo para atender as normas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os números apresentados pelo IPEA/2012 diferem um pouco dos anteriormente expostos, e são ainda mais preocupantes, segundo aquele Instituto há 2.810 municípios brasileiros com lixões e que precisarão se adequar às normas da PNRS até 2014 (Gráfico 07). Em 27% deles o problema é ainda mais grave, pois há catadores tirando seus sustentos desses locais totalmente insalubres à saúde humana. Das regiões brasileiras, somente o Sul e Sudeste tem a situação um pouco mais confortável, nas demais o panorama é crítico e demandará muitos esforços para que a meta seja cumprida.

**Gráfico 07** – Porcentagem dos municípios com presença de lixões por região



Fonte: IPEA, 2012 – Elaborado Laércio Voloch, 2012

Vale lembrar que esse problema é mais grave, justamente nos locais mais carentes de recursos, sejam eles financeiros ou técnicos. Segundo o IPEA (2012) das 37.360 toneladas de resíduos que eram encaminhadas todos os dias para lixões em 2008, simplesmente 32.504 toneladas eram geradas em pequenos municípios.

Certamente a União, os Estados, Municípios e demais instituições envolvidas com o tema, terão que trabalhar juntos para viabilizar soluções que permitam o efetivo cumprimento das metas e diretrizes estabelecidas pela PNRS em um prazo tão curto, principalmente se for levado em conta que essa temática quase nunca foi preocupação central dos administradores públicos.

A publicação da Lei 12.305 e dos Decretos 7.404 e 7.405 todos de 2010, com o estabelecimento de regras e critérios mais claros, metas e prazos legais, de certa forma era o combustível que faltava para acabar com a letargia que existe em relação ao tema. Aos poucos, os entes públicos e também o setor privado estão se movimentando no sentido de viabilizar alguns dos conceitos da PNRS como, por exemplo, padrões sustentáveis de produção e consumo, sustentabilidade operacional e financeira, acordo setorial, logística reversa, integração de catadores.

O estabelecimento de uma hierarquia expressa nos objetivos da PNRS pela não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, assim como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos busca em última instância mostrar à sociedade que todos participam do processo e que somente com a colaboração mútua é possível alcançar um equilíbrio ambiental frente ao tema.

A consolidação desses conceitos, juntamente com a adoção de soluções efetivas, podem em médio prazo mudar a percepção da sociedade em relação aos resíduos. Ao invés de "lixo", com todo o arcabouço negativo que a palavra carrega, nossas sobras podem ser vistas como parte de um processo que ainda não está consolidado, podendo ser reaproveitado de diferentes formas, gerando trabalho, renda e dividendos ambientais.

### **2.3.1 Coleta seletiva de RSU no Brasil**

Uma das alternativas apontadas por todos os envolvidos com o assunto para minimizar o problema dos resíduos é o aproveitamento de parte dos materiais descartados através da coleta seletiva e reciclagem.

No Brasil predominam dois modelos de coleta de recicláveis, um é realizado de maneira formal, organizado através de cooperativas, associações ou do poder público, o outro é feito informalmente pelos próprios catadores. No primeiro, em geral, o material separado pela população é encaminhado para um centro de triagem onde os resíduos passíveis de aproveitamento são segregados e posteriormente comercializados. Esse sistema apresenta melhores resultados, pois permite a obtenção de preços maiores em função do volume de reciclados negociados, conseqüentemente aumenta o rendimento dos cooperados.

A coleta informal, por sua vez, é realizada individualmente por catadores que arrastam seus carrinhos por entre os carros, literalmente garimpando as ruas em busca dos materiais de maior valor de venda. A carga excessiva dos carrinhos, a exposição ao sol, à chuva e aos perigos do trânsito, são alguns dos fatores que fazem com que as condições de trabalho nesse sistema sejam significativamente inferiores às apresentadas na coleta formal. Há ainda os que coletam diretamente nos lixões, num trabalho ainda mais degradante e insalubre.

Conforme o IPEA (2012), a coleta seletiva formal de materiais recicláveis é praticada em apenas 994 dos 5.565 municípios brasileiros. No restante da nação predominam os catadores independentes. Isso é resultado da inércia do poder público frente ao tema e também da falta de perspectiva de parcela da população de baixa renda que encontra na coleta de recicláveis a única alternativa de sobrevivência.

A falta efetiva de um sistema adequado de coleta seletiva, especialmente com segregação ainda na origem, faz com que o percentual de resíduos reciclados seja muito baixo. Um estudo do IPEA (2010) revelou que somente 12 % dos resíduos sólidos urbanos e industriais são reciclados no país e apenas 14 % da população é atendida com coleta seletiva, fazendo com que o Brasil perca R\$ 8 bilhões por ano com o que deixa de ser aproveitado. Em alguns países mais desenvolvidos do ponto de vista econômico, onde a reciclagem não é apenas incentivada, mas antes uma obrigação, os índices de aproveitamento dos resíduos ficam próximos a 50 %.

Muitos são os fatores positivos advindos da reciclagem, como geração de emprego e renda para os envolvidos, menor necessidade de matéria prima virgem, menor consumo de energia elétrica na produção dos materiais, redução de impactos sociais e ambientais, etc.

A título de exemplo citam-se os benefícios do aproveitamento do papel reciclado. Segundo Rogério Leal Carneiro, gerente técnico de papel reciclado da Klabin, considerada a maior produtora e exportadora de papéis do país:

para produzir uma tonelada de papel são necessários 5,3 hectares de florestas, enquanto que com papel reciclável não precisa de nenhum hectare. Em relação a energia consumida, com a matéria prima virgem são necessário 7.500 KWh e com as fibras de papel reciclável apenas 2.500 KWh, para produzir uma tonelada de papel. O consumo de água para a produção com fibras virgens é de 200 mil litros por tonelada, com papel recicláveis usa-se 2 mil litros (LIMPEZA PÚBLICA, 2007, p. 23).

Há, no entanto, algumas precondições para que a reciclagem de RSU realmente funcione. A mais importante talvez seja a segregação ainda na origem, visto que tal ato facilita e agrega valor ao material coletado. Quando as sobras domésticas são misturadas, muitos materiais são contaminados no contato com o restante dos resíduos, impossibilitando a recuperação.

Somam-se ao anteriormente exposto a necessidade de tecnologia adequada, quantidade suficiente de material, distância entre os locais de coleta e as empresas recicladoras, preços compatíveis com a matéria prima virgem, etc. e isso nem sempre ocorre, sendo comum o encaminhamento para aterros de grande quantidade de material reciclável coletado em separado, mas que por diferentes motivos não pode ser reaproveitado.

O reaproveitamento e a reciclagem são imprescindíveis e benéficos à sociedade sob diferentes aspectos, restará, no entanto, parcela dos resíduos que não pode ser reaproveitada e que deve ser destinada adequadamente. Nesse sentido, várias são as alternativas passíveis de adoção, entre as quais os aterros sanitários e a recuperação energética, embora a última ainda seja pouco utilizada e sofra certa resistência de vários setores no país.

### 2.3.2 Aterros sanitários

A maioria dos resíduos produzidos no país é destinada aos aterros sanitários, e o que diferencia esses dos aterros controlados e lixões são essencialmente as técnicas empregadas em sua construção. Os dois últimos, largamente utilizados, especialmente nas regiões mais carentes de recursos técnicos e financeiros, são relativamente simples de serem construídos; em geral não existe critério, pode ser uma vala, depressão natural do relevo, pedreira abandonada, encosta de morros ou mesmo um terreno baldio. Qualquer área pode ser utilizada, especialmente se for afastada do perímetro urbano. Não existe proteção do solo, lençol freático, etc., o máximo que ocorre é a cobertura dos resíduos, queima do metano e captação de parte do chorume<sup>2</sup>.

O aterro sanitário, ao contrário, para assim ser chamado tem que ser concebido seguindo todas as normas técnicas e ambientais vigentes. O empreendimento é uma obra de engenharia e tem que ser precedido da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental, onde será avaliada a viabilidade ou não do projeto. Entre as características principais estão a proteção do solo com a aplicação de geomembrana<sup>3</sup>, estação de captação e tratamento dos lixiviados<sup>4</sup>, construção de dutos para captação dos gases, cobertura permanente dos resíduos e projeto de desativação após o encerramento da vida útil do empreendimento.

Apesar do aumento das exigências técnicas e ambientais, são muitas as empresas especializadas em sua construção, tornando-os bastante utilizados no Brasil e na maioria dos países periféricos, mas nem por isso os isenta de críticas. Um problema apontado é a baixa disponibilidade de terrenos adequados à implantação, especialmente nas grandes cidades, onde os aterros estão sendo construídos cada vez mais distantes, tornando-se fator preponderante no custo final do processo. Nova York, por exemplo, encaminha parte de seus resíduos a mais de 400 km de distância. Mesmo no Brasil, onde aparentemente há abundância de terras, já ocorrem situações semelhantes, alguns municípios da baixada santista, no estado de São Paulo encaminham seus dejetos para aterros distantes 150 km.

Além dos critérios técnicos que dificultam a escolha dos terrenos adequados, outro fator preponderante é a rejeição das pessoas em relação a esses ambientes, tanto que as manifestações contrárias à instalação de aterros nas proximidades de aglomerações urbanas

---

<sup>2</sup> Líquido liberado durante a decomposição da matéria orgânica presente no lixo, juntamente com a água que se infiltra na massa de resíduos durante as chuvas. Em função da variedade de sua composição costuma ser extremamente poluente.

<sup>3</sup> Manta de liga plástica elástica e flexível fabricada com PEAD, polietileno de alta densidade.

<sup>4</sup> Subprodutos da decomposição dos resíduos sólidos.

ficaram conhecidas em todo o mundo, pela sigla NIMBY, referente à expressão inglesa “*not in my back yard*”, algo como “não em meu quintal”.

Isso se deve ao fato que as regiões vizinhas perdem atratividade, sofrendo assim desvalorização, principalmente em função do mau cheiro decorrente da decomposição da matéria orgânica, da presença de animais como ratos, insetos, baratas e urubus, que funcionam como vetores de transmissão de doenças e também devido ao perigo de incêndio e explosões.

Há ainda o risco de contaminação do lençol freático, a dificuldade de captação dos gases resultantes da decomposição do material orgânico e a produção de poluentes quando da queima dos mesmos. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2008) em geral as emissões são compostas por Metano (CH<sub>4</sub>) entre 45% a 60%, Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), entre 40% a 60%, Nitrogênio (N) de 2% a 5%, além de pequenas quantidades de contaminantes orgânicos e inorgânicos conhecidos pela sigla NMOCs (*Non-Methane Organic Compounds*), que incluem Benzeno, Tolueno, clorados, Mercúrio, organometálicos, etc.

A própria destruição dos gases efetuada nos aterros como forma de minimizar o mau cheiro e o efeito estufa relacionado à emissão de Metano, não está isenta de sequelas, pois o processo libera Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), que, reagindo com a atmosfera, leva a um incremento na incidência de chuvas ácidas (WALDMAN, 2010, p. 162).

A principal crítica, no entanto, é que os aterros não resolvem o problema dos resíduos, tão somente os tira da frente dos nossos olhos. O enorme volume de rejeitos permanecerá como um passivo ambiental por longas décadas, sempre como um potencial poluidor caso haja qualquer agravante não previsto, demandando por isso acompanhamento técnico permanente.

### **2.3.3 Incineração e aproveitamento energético dos resíduos**

A incineração dos resíduos é uma técnica utilizada para tratar termicamente as sobras, de forma a reduzir a massa e o volume e eliminar os agentes patogênicos presentes no rejeito. O calor liberado durante o processo pode ser aproveitado para geração de energia elétrica ou para o aquecimento das residências, fato, aliás, muito comum no exterior, onde as usinas movidas a resíduos são conhecidas como WTE, da sigla em inglês *waste-to-energy*. No Brasil tal técnica é praticamente restrita ao tratamento dos itens considerados perigosos, especialmente os resíduos dos serviços de saúde (RSS), uma vez que as altas temperaturas empregadas durante o processo destroem os agentes considerados nocivos ao homem e ao meio ambiente.

A recentemente aprovada Lei Federal nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS, autoriza em seu artigo 9º a produção de energia a partir dos resíduos sólidos, conforme parágrafo a seguir, desde que obedeça a parâmetros ambientalmente corretos.

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

Conforme o Decreto nº 7.404/2010 que regulamenta a PNRS, a utilização de resíduos sólidos nos processos de recuperação energética obedecerá às normas estabelecidas pelos órgãos competentes estaduais e municipais em conjunto com os Ministérios do Meio Ambiente, de Minas e Energia e das Cidades.

Com a aprovação e regulamentação da referida lei, abriu-se, portanto, a possibilidade de aproveitamento dos resíduos para fins energéticos, mas diferentemente do que acontece em muitos países, no Brasil essa prática ainda é incipiente. Praticamente o que existe de concreto até o momento no país são usinas comerciais produzindo a partir do biogás, resultante da decomposição da matéria orgânica depositada nos aterros. São exemplos as usinas instaladas em São Paulo nos aterros Bandeirantes e São João. A primeira tem capacidade de produção de 20 MW e a segunda de 26,64 MW, embora o intuito principal da implantação dos projetos não seja a produção de energia, mas sim a obtenção de receita com venda de créditos de carbono, uma vez que a queima de biogás transforma o Metano (CH<sub>4</sub>), considerado extremamente poluente, em Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e vapor d'água.

Muitos especialistas consideram que a incineração dos resíduos seria uma alternativa melhor para geração de energia do que a queima do biogás, já que a produção do mesmo costuma ser baixa e limitada e não elimina o material enterrado, persistindo dessa forma o passivo ambiental. Na incineração o volume de resíduos é reduzido em média a menos de 10% do tamanho original e se torna inerte, o que em tese não gera mais contaminação do solo.

Segundo o Plano Nacional de Energia (PNE), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Brasil teria potencial para produzir 1,7 mil MW em 2020 a partir dos resíduos com o uso das térmicas a biogás. Com a incineração, o volume subiria para 5,2 mil MW. Usando o ciclo combinado, com o aproveitamento em conjunto, tanto do biogás, quanto a queima dos resíduos, chegaria a 6 mil MW.

Conforme a revista Brasil Energia (2011) um estudo realizado pela consultoria Pike Research aponta que o faturamento mundial do setor de geração de energia a partir dos resíduos deve crescer dos US\$ 3 bilhões atuais para US\$ 13,6 bilhões em 2016. O avanço será

puxado por países emergentes, como China e Índia, em função do expressivo crescimento econômico e consumo de bens industrializados pela população. O levantamento mostra que 900 usinas de “lixo” produzem 130 TWh de eletricidade em todo o mundo, o que corresponde a 4% da geração de hidroeletricidade no planeta. A incineração domina o mercado, com 93,2% do faturamento. Os 6,8% restantes são de plantas que usam métodos como a produção de biogás para queima (apud PORTALPCH, 2011).

Considerando a incineração de resíduos com aproveitamento energético, como possível alternativa, questiona-se a resistência existente no país ao uso de tal tecnologia. Alguns especialistas entendem que isso acontece por falta de conhecimento da sociedade, que muitas vezes confunde incineração com a queima de resíduos a céu aberto e consequente poluição e mau cheiro. Para os defensores do processo, as usinas hoje existentes, especialmente nos países centrais, são dotadas dos mais avançados sistemas de controle de poluentes, visando se enquadrar nas rígidas normas ambientais, como as da Comunidade Européia.

Para Sergio Guerreiro (apud PORTALPCH, 2011), pesquisador da COPPE/UFRJ e considerado um dos maiores especialistas do setor no Brasil, além de vencer a resistência de políticos, ambientalistas e sociedade, são necessários incentivos governamentais para viabilizar a implantação de usinas, visto que no país as prefeituras pagam entre R\$ 30,00 e R\$ 40,00 por tonelada de resíduos descartada, enquanto na Europa e Estados Unidos esse valor chega a R\$ 100,00.

Um estudo da consultoria finlandesa Pöyry Tecnologia demonstra que se for levado em conta o panorama atual e apenas o aspecto da geração, o megawatt-hora em uma termelétrica a “lixo” pode chegar a R\$ 300,00 e esse valor inviabiliza qualquer concorrência, mas se forem incorporadas outras receitas, como a taxa de coleta e venda de créditos de carbono o valor poderia ser significativamente menor. No estudo foi efetuado o cálculo para uma usina com capacidade para 1,2 mil toneladas de resíduos por dia e potência de 25MW, considerando o recebimento de R\$ 55,00 por tonelada de resíduo descartada o custo do MWh ficaria em torno de R\$ 145,00 já com condição de competitividade.

A geração de energia em uma usina WTE depende entre outros fatores da composição dos resíduos, quanto maior for a umidade menor é o potencial calorífico, portanto, nos locais onde há predomínio de orgânicos a eficiência será comprometida. O Quadro 05, apresentado a seguir, permite confrontar o potencial dos principais materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos:

**Quadro 05** – Poder calorífico de materiais que compõem os RSU

<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Poder calorífico em kcal/kg</b>
<b>Borracha</b>	<b>6.780</b>
<b>Plástico</b>	<b>6.300</b>
<b>Papel</b>	<b>4.030</b>
<b>Couro</b>	<b>3.630</b>
<b>Têxteis</b>	<b>3.480</b>
<b>Madeira</b>	<b>2.520</b>
<b>Alimentos</b>	<b>1.310</b>

Fonte: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

O ideal é que o poder calorífico dos RSU seja superior a 2000 kcal/kg e com temperatura na câmara de combustão não muito elevada (aproximadamente 450°C), para evitar a corrosão excessiva dos equipamentos. Nessas condições uma usina WTE tem rendimento para conversão em energia elétrica entre 20 e 25% e pode gerar entre 450 e 600 KWh por tonelada de RSU. Para valores caloríficos menores que o mencionado é necessário a utilização de complementos, como o uso dos ciclos combinados híbridos, onde é instalada uma turbina a óleo ou gás natural para aumentar a eficiência de geração.

Vale ressaltar que sempre que se fala em projetos não habituais ao que estamos acostumados, surge imediatamente a dúvida em relação à eficácia dos mesmos, e isso vale pra tudo, seja para bens palpáveis, vide o exemplo dos computadores, tão defeituosos em seus primórdios que surgiu até uma máxima popular onde se dizia *que só serviam para resolver os problemas que não se tinha antes de comprar um computador*, hoje não se vive sem eles; ou bens imateriais, como novas metodologias de ensino/aprendizagem e sistemas de produção, veja-se o fordismo, surgido no interior de uma fábrica a partir da observação e que revolucionou a produção industrial no mundo.

Em relação ao tratamento de resíduos não é diferente, especialmente no Brasil onde os aterros sanitários estão tão consolidados que parecem as únicas formas de destinação final existentes. Ao se falar de incineração, por exemplo, tem-se a sensação de estar cometendo um sacrilégio. Criou-se na mente coletiva um arcabouço tão negativo para esse método que a maioria não quer nem discutir os possíveis benefícios de um empreendimento desses. No Paraná, surgiu a possibilidade de instalação de uma usina de incineração em um município do interior, imediatamente ocorreram protestos contrários à instalação, aliás, muito bem vindos, pois somente com discussões de prós e contras é que se evolui, mas dois deputados

protocolaram o Projeto de Lei nº 362/2012 para proibir tecnologias de incineração de RSU no estado, inclusive, vedando a concessão pública para empreendimentos que promovam o aproveitamento energético a partir da queima do “lixo”.

É característica natural dos seres humanos aceitar as condições já existentes, muitas vezes sem questionar se são corretas ou não. Essa relativa inércia se deve ao fato de que ao se manter as estruturas herdadas dos antepassados, transita-se por ambientes familiares, que transmitem uma sensação de segurança. O não convencional, os questionamentos, crises e conflitos, tantas vezes abominados, têm como ponto positivo nos tirar da zona de conforto a que nos habituamos, permitindo avançar nas discussões e resoluções dos hiatos existentes. As leis proibitivas só devem ocorrer quando se tem prova cabal e absoluta dos malefícios de determinado assunto, caso contrário, encerram prematuramente as discussões, dando margem à manutenção da estrutura dominante, que sem concorrência tende com o passar do tempo a se tornar arcaica e obsoleta.

A incineração de resíduos é caso sintomático a esse respeito, no Brasil a maioria não quer nem falar a respeito, face aos supostos prejuízos e riscos a que a população estaria submetida caso a atividade fosse implantada em maior escala em nosso território, mas contraditoriamente aceita conviver com “lixo” nas ruas, lixões a céu aberto e pessoas tirando sua sobrevivência desses ambientes.

Por sua vez, alguns países que por variados motivos aceitaram discutir a questão e foram atrás de soluções para as possíveis desvantagens apresentadas pelo processo de incineração, hoje conseguem destinar de forma satisfatória suas sobras. Um exemplo interessante é a Dinamarca. Esse pequeno país europeu separa previamente o que pode ser reaproveitado, como garrafas PET, alumínio, etc. Do material que sobra 76% é incinerado, 21% reciclado e apenas 3% não são aproveitados.

As usinas dinamarquesas são tratadas como indústrias, produzindo fertilizantes e gerando energia para aquecimento das residências. Segundo as autoridades locais os índices de emissão de poluentes são cumpridos com tranquilidade dentro dos rigorosos parâmetros europeus. O sistema tem dado tão certo que já existe a pretensão de importar “lixo” de outros países da região para dar conta da capacidade de produção das usinas instaladas ou em construção, uma delas, aliás, está sendo construída próximo ao palácio real dinamarquês, na cidade de Copenhague e funcionará como espaço público, tendo até pista de esqui.

Tomando-se o exemplo da Dinamarca, que utiliza a incineração, mas processa 100% de seus resíduos e ainda se dá ao luxo de importar “lixo” de outros países para suprir a demanda, e o Brasil que de certa forma desdenha de outras soluções de destinação que não

sejam os aterros sanitários, pois teoricamente são menos poluentes, mas que enfrenta sérios problemas com a questão, fica no ar a pergunta, qual dos países está no caminho certo? Por enquanto, a primeira e por enquanto a única unidade WTE do Brasil, é a Usina Verde, instalada na Ilha do Fundão, no Rio do Janeiro. Essa usina entrou em operação em 2005 e tem capacidade para processar 150 toneladas diárias de resíduos, que são separados manualmente e encaminhados para um forno onde são incinerados a uma temperatura média de 950°C. Os gases quentes são aspirados por meio de uma caldeira de recuperação, que produz o vapor, o qual aciona um turbogerador de 600 KW. As cinzas resultantes do processo estão sendo testadas na fabricação de tijolos e pisos. A energia elétrica gerada na usina poderia ser vendida a R\$ 180,00/MWh.

Outro projeto em discussão no país é a construção de uma usina de incineração de resíduos no município paulista de São Bernardo do Campo. A usina, denominada Unidade de Recuperação de Energia (URE), será instalada em uma área de 35 mil m<sup>2</sup>, onde funcionava o antigo lixão do Alvarenga, desativado há dez anos. Apenas para implantação a obra está orçada em cerca de R\$ 600 milhões. A usina terá capacidade de processar até 1 mil ton./dia de resíduos, suficientes para gerar constantes 30 MW de energia, o que é suficiente para abastecer uma cidade com mais de 100 mil habitantes.

Há, porém muitas críticas em relação ao tratamento térmico dos resíduos, especialmente as ligadas à liberação de poluentes durante o processo de incineração, entre os quais as dioxinas e furanos, considerados altamente tóxicos. De acordo com Waldman (2010), somam-se a estes os compostos clorados, metais pesados, Monóxido de Carbono, Óxido de Nitrogênio, gases sulfurados, além da dificuldade de descarte das cinzas resultantes do processo por seu elevado grau de contaminação. O referido autor coloca ainda os elevados custos de implantação e manutenção dos sistemas de incineração, com aproveitamento energético ou não, como fator negativo para a adoção dessa tecnologia.

Prós e contras a parte, pode-se dizer que as duas principais formas de gerar energia a partir dos resíduos são a incineração e a utilização do biogás, porém muitas outras existem ao redor do mundo com custos e sistemas tecnológicos variados. Nesse sentido, no próximo capítulo trataremos da Carbonização de Resíduos Sólidos com reaproveitamento energético, pautada especialmente no sistema desenvolvido em nosso país, buscando compreender se essa tecnologia, sob o ponto de vista econômico, ecológico e social, pode ser uma alternativa que realmente contribua para a solução dos problemas correlacionados ao tratamento e disposição dos resíduos.

### **3 CARBONIZAÇÃO DE RSU COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO**

No sentido estrito, carbonização é a transformação de determinado material em carvão. Esse processo é muito comum em carvoarias no interior do Brasil que utilizam a madeira como matéria prima, aliás, sob severas críticas, pois muitas vezes usam mata nativa no processo de produção. O carvão obtido nesses estabelecimentos abastece indústrias, restaurantes, pizzarias, etc. que usam esse produto como material combustível em seus fornos. Chega também às residências de muitos brasileiros em pequenas embalagens onde é utilizado especialmente na preparação de churrascos.

Para transformar a madeira em carvão é necessário queimá-la, porém essa queima é efetuada de forma controlada. Simplificadamente pode-se dizer que o oxigênio é o principal elemento para a combustão de determinado material. Dessa forma, controlando-se a entrada desse componente no forno, a madeira vai “cozinhando” lentamente, até se transformar em carvão vegetal. Isso pode ser feito da forma mais rudimentar, cobrindo-se o material parcialmente com terra, ou em fornos modernos, construídos especialmente para essa função.

Há algum tempo a carbonização começou a ser pensada como possível solução para o tratamento dos resíduos, pois reduz consideravelmente a massa e o volume, e os produtos resultantes podem ser comercializados.

#### **3.1 Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz**

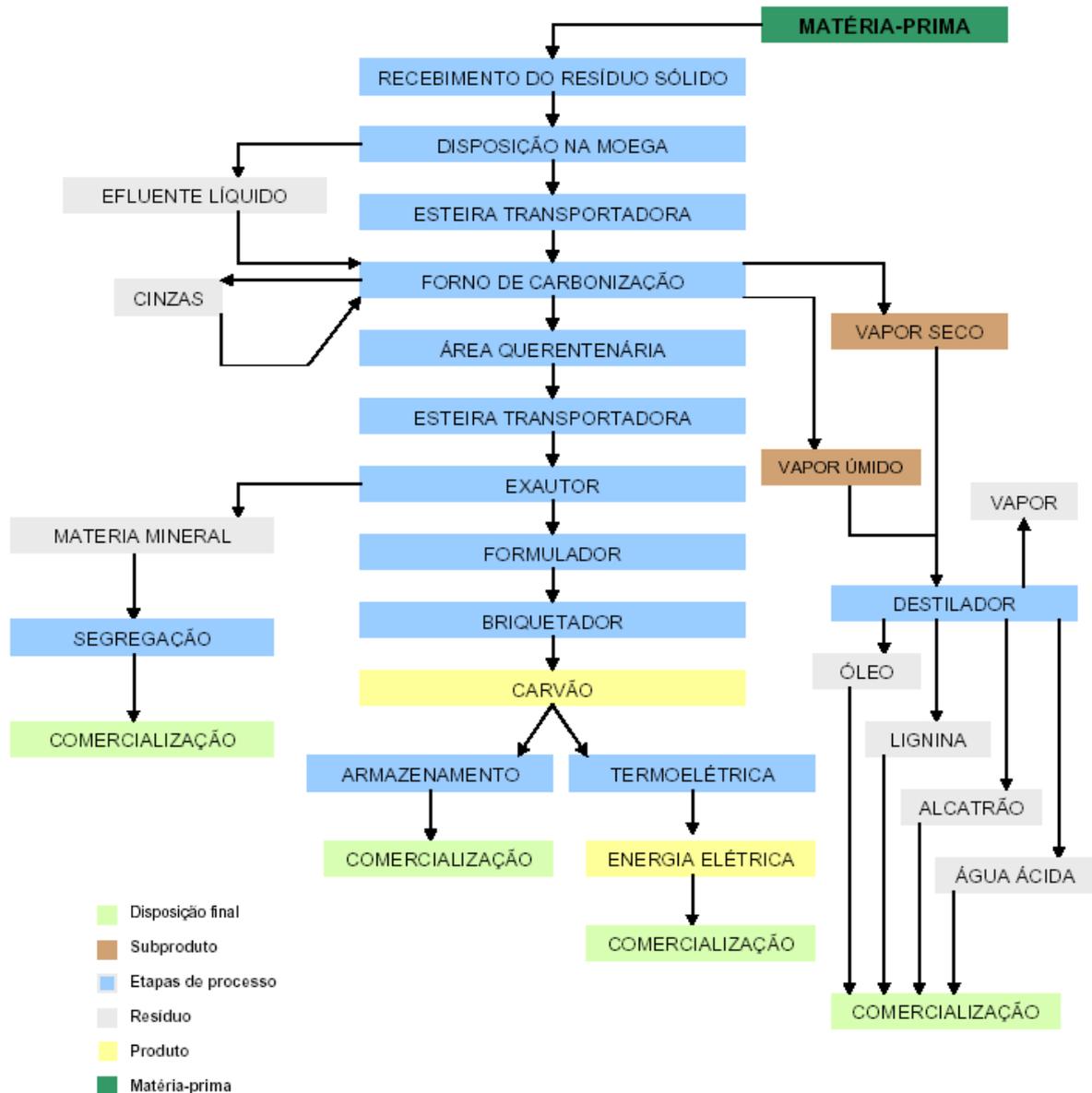
O trabalho aqui apresentado é baseado na tecnologia utilizada pelo NÚCLEO TECNO-AMBIENTAL RAILTON FAZ, que está situado na cidade de Lagarto no Estado de Sergipe. O procedimento desenvolvido pelo pesquisador brasileiro José Railton Souza de Lima, fundador do núcleo, destaca-se especialmente pela simplicidade e potencialidade oferecida para o tratamento e destinação dos resíduos, bem como pelo teor tecnológico envolvido, visto que boa parte do processo é automatizada.

Os rejeitos passíveis de carbonização são muitos, vão desde pó de serra, podas de árvores, bagaço de cana, restos animais, estrume bovino, até o popular “lixo” urbano, objeto principal deste estudo. Os materiais de origem mineral como metais e vidros não são passíveis de carbonização, porém não é necessária separação prévia e podem ser aproveitados normalmente após o processo.

O fluxograma a seguir (Figura 05) demonstra como ocorre todo o processo, desde a chegada do material (“lixo”), até a obtenção dos produtos que serão destinados a

comercialização. É importante notar que o empreendimento em nada lembra um aterro sanitário, mas sim uma indústria, com toda sua complexidade.

**Figura 05** – Fluxograma do processo produtivo



Fonte: TJMC Empreendimentos

### 3.1.1 Funcionamento do processo de carbonização

O processo ora em pauta, é similar ao usado para produzir o carvão a partir da madeira, porém a obtenção do carvão a partir dos RSU ocorre por pirólise, que é a desidratação térmica dos resíduos em câmara fechada, com alta temperatura (até 800°C) e

sem alimentação de oxigênio, por aproximadamente 1 hora. A diferença fundamental entre incineração e carbonização é que sem oxigênio os resíduos não entram em combustão, não ocorre, portanto a queima do rejeito, mas sim a desidratação do material. Isso é importantíssimo, pois apesar das altas temperaturas a carbonização ocorre em ambiente relativamente úmido, evitando dessa forma a corrosão excessiva dos equipamentos e permitindo ainda a obtenção de diversos subprodutos.

Da carbonização dos RSU são obtidos cinco itens que podem integrar novamente a cadeia produtiva, a saber: pó de carvão; óleo vegetal que pode ser usado para gerar biocombustível; alcatrão; lignina e água ácida. Com exceção do primeiro, os demais são líquidos presentes na massa vegetal e animal que são volatilizados ao estado gasoso, passam por um processo de destilação e retornam ao estado líquido, sendo coletados e encaminhados para comercialização posterior com as indústrias químicas, de cosméticos, abrasivos, entre outras. O vapor de água é liberado para a atmosfera.

Para cada 5 toneladas de resíduos são obtidos aproximadamente:

- Óleo vegetal – 32 litros
- Lignina – 12 litros
- Pó de carvão – 2 toneladas
- Alcatrão – 18 litros
- Água ácida – 18 litros

O material sólido resultante do processo passa por resfriamento em um espaço totalmente fechado e desprovido de oxigênio anexo ao forno de carbonização. O material carbonizado atingirá cerca de 60°C em 50 minutos. Da descarga dos veículos de coleta até esta fase do processo não há contato manual de funcionários com o resíduo.

**Figura 06** – Imagem ilustrativa da usina e forno de carbonização



### 3.1.2 Transporte e segregação

Após o resfriamento do material a 60°C, o sistema reconhece a redução da temperatura e aciona automaticamente a abertura de compartimento, bem como ativação de esteira para transporte do material carbonizado, que é segregado conforme suas diferentes densidades em duas etapas:

1ª Segregação manual - os materiais de origem mineral serão separados por funcionários.

2ª Segregação por equipamento - após a segregação mecânica um exaustor elétrico faz a sucção das partículas menores do material carbonizado direcionando-as para o formulador, onde são adicionados pigmentos vegetais ao pó de carvão, de forma a facilitar a prensagem e transformação em briquetes (Figura 07).

**Figura 07** – Etapas da produção e briquetes feitos do pó de resíduos carbonizados



Fonte: Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz, 2012

De cada **5 toneladas de resíduos** sobram aproximadamente **2 toneladas de pó de carvão** que são encaminhadas para prensa. Os briquetes resultantes do processo mantêm o poder calorífico e podem ser aproveitados de diferentes formas, inclusive como fonte de energia para geração de eletricidade. Em análise realizada o poder calorífico ficou entre 3.384 e 6.460 Kcal/kg (Anexo A).

### 3.1.3 Geração de energia elétrica

Paralelamente ao processo de produção de carvão pode ser implantada uma termelétrica alimentada com parte do carvão produzido (Figura 08). A capacidade de geração de energia vai depender do empreendimento, mas segundo Lima (2012) por se tratar de um circuito fechado são necessários entre 300 a 350 kg/h de briquetes para gerar 1 MW/h. Com essa quantia é possível suprir a demanda de aproximadamente 1000 residências.

A queima do carvão eleva a temperatura de um cilindro contendo água que se transformará em vapor e moverá a turbina a 1.800 rpm com força de torção de 1.300 cv. Após concluir o giro da turbina o vapor é condensado voltando novamente à forma líquida e ao cilindro. Segundo o inventor no sistema em circuito fechado de utilização de vapor e pressão, não há desperdício de energia térmica, em comparação com o tradicional que é utilizado caldeira, dessa forma o aproveitamento do calor é maior, reduzindo o custo de depreciação dos equipamentos e produção, gerando energia mais barata para a população.

**Figura 08** – Imagem da termelétrica acoplada à usina de carbonização



Fonte: Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz

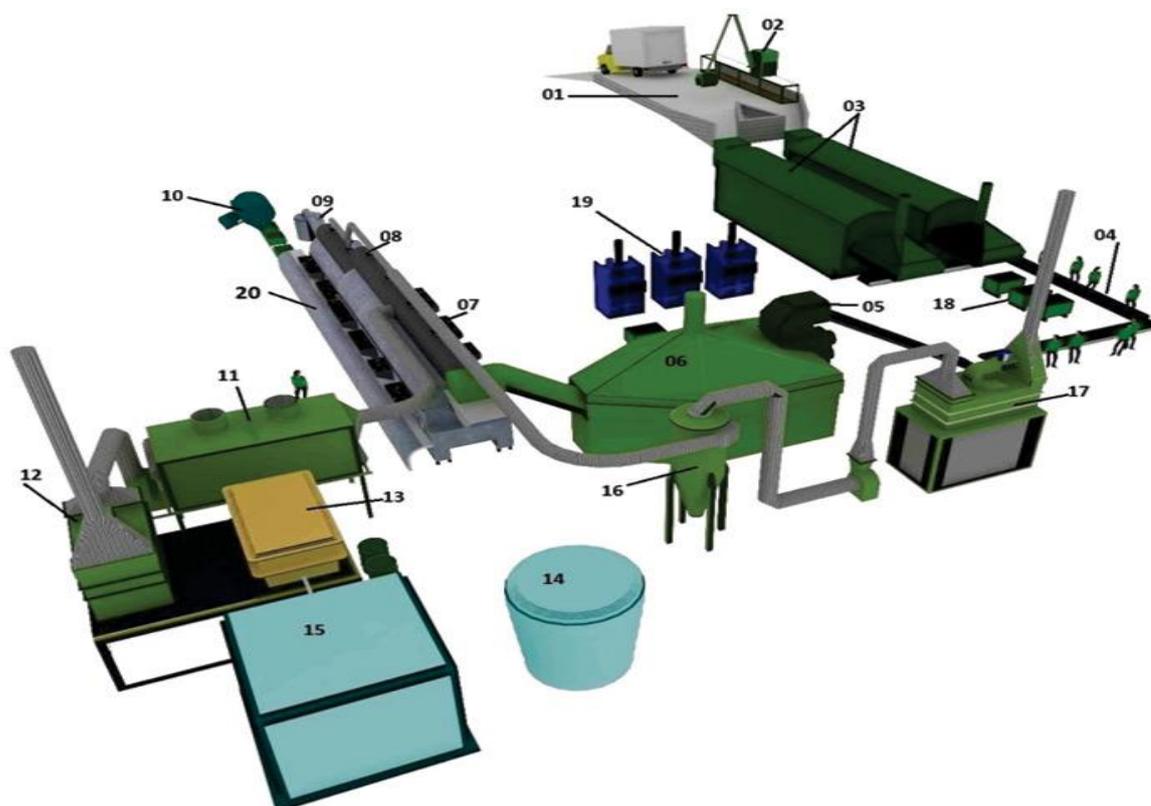
Segundo Lima (2012), no sistema de carbonização não sobram rejeitos, visto que os produtos resultantes possuem destinação comercial na construção civil e outros ramos da indústria. Da mesma forma, os minerais (vidro, ferro, latas e peças metalizadas) não se decompõem sendo também reinseridos na cadeia produtiva. Os fornos se auto-alimentam de uma pequena fração (10%) do próprio carvão produzido *in loco*, não necessitando de suplemento combustível externo e os vapores e gases são purificados por um sistema de filtros, denominado RAITEC, eliminando quase por completo os odores gerados pela decomposição natural dos resíduos orgânicos.

### 3.2 Projeto Natureza Limpa

No ano de 2009 começou a ser instalado na cidade de Unaí, Minas Gerais, uma usina para carbonização dos resíduos sólidos urbanos do município. Unaí situa-se no oeste do estado, possui 75 mil habitantes e gera aproximadamente 70 toneladas de resíduos por dia.

O projeto denominado Natureza Limpa foi implantado pela empresa TJMC Empreendimentos e Agronegócios Ltda. em parceria com o Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz que forneceu a tecnologia. A perspectiva inicial era a carbonização dos resíduos em uma usina construída no Distrito Industrial do município, com uma área total de 18.000 m<sup>2</sup> e área construída de 1.148,15 m<sup>2</sup>. O nível tecnológico do empreendimento foi aprimorado e o projeto ganhou um perfil de produção industrial apresentado da seguinte forma (Figura 09):

**Figura 09** – Ilustração do processo produtivo



- 01 - Recebimento do RSU
- 02 - Braço mecânico de abastecimento do túnel
- 03 - Túnel de secagem do RSU
- 04 - Esteiras de reciclagem
- 05 - Picador da sobra orgânica
- 06 - Moega dos orgânicos
- 07 - Forno primário
- 08 - Forno secundário
- 09 - Célula de peneiramento
- 10 - Briquetador

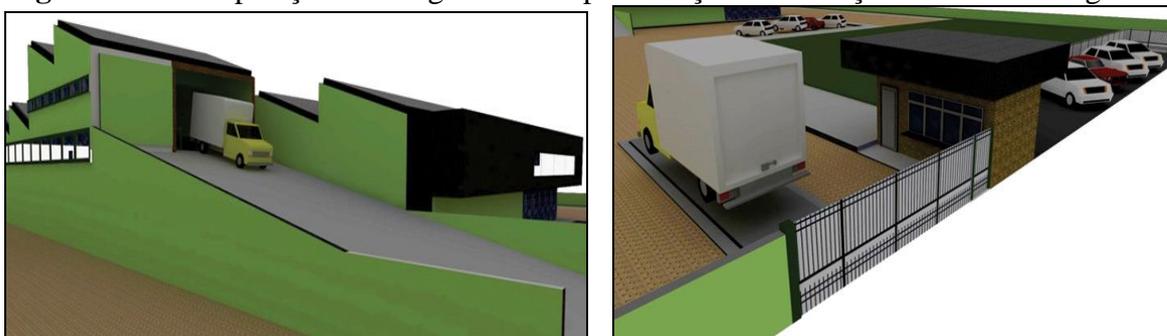
- 11 - Condensador
- 12 - Lavador de gases da pirólise
- 13 - Filtro prensa
- 14 - Caixa d'água
- 15 - Tratamento de efluentes
- 16 - Ciclone da fornalha
- 17 - Lavador de gases da fornalha
- 18 - Carros transportadores de recicláveis
- 19 - Prensa dos recicláveis
- 20 - Túnel de secagem

Fonte: TJMC Empreendimentos, 2011

### 3.2.1 Funcionamento do projeto

Os veículos de coleta de RSU efetuam a descarga do material num silo de concreto (Figura 10), provido de caixa de captura de lixiviado instalada abaixo do silo para contenção do chorume proveniente da decomposição da matéria orgânica. Esta caixa fechada e impermeabilizada objetiva evitar o contato do efluente com o solo conservando sua qualidade bem como das águas subterrâneas.

**Figura 10** – Composição de imagens com representação da balança e silo de descarga



Fonte: TJMC empreendimentos, 2011

Do silo os resíduos seguem através de um braço mecânico para os túneis de secagem que são mantidos a uma temperatura média de 120°C. A função dos túneis de secagem é retirar umidade do material e facilitar a etapa seguinte de separação do material reciclável.

Após a secagem, os materiais seguem por uma esteira, onde funcionários retiram todo o material passível de reciclagem, em seguida o material resultante é triturado e encaminhado aos fornos de pirólise. O forno primário que atinge a temperatura de 400°C faz o processo de desidratação e evaporação dos gases iniciando a desfragmentação da massa orgânica. O forno secundário, cuja temperatura atinge 800°C, completa o processo de carbonização.

Os resíduos são dispostos em um cilindro em movimento (voltas de 360°) localizado dentro do forno, não havendo contato direto do material com a chama. A umidade dentro do forno é inferior a 3%, ocorrendo a desidratação do material e emissões atmosféricas classificadas como vapor úmido.

Com exceção da fase inicial em que o forno deve ser alimentado com lenha de procedência legal, no restante do processo o forno de pirólise utiliza o próprio carvão produzido no empreendimento.

**Figura 11** – Composição das instalações da usina



Vista interna da descarga do material



Vista externa da entrada da moega



Reator pirolítico

Fonte: TJMC empreendimentos, 2011

Os gases em forma de vapor, provenientes dos fornos primário, secundário e também da fornalha de aquecimento, passam por processo de destilação, condensação, lavagem e filtragem, retornando ao estado líquido, de onde são retirados óleo, lignina, alcatrão e água ácida.

De acordo com o projeto inicial os produtos resultantes do processo seriam comercializados e o pó de carvão, transformado em briquetes (após processo de prensagem) e aproveitado para geração de energia elétrica em termelétrica que seria construída anexa à unidade de carbonização.

### 3.2.2 Usina modelo

A expectativa da TJMC e do Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz era transformar a unidade de Unaí em modelo e vitrine para todos os interessados na tecnologia, porém as duas empresas romperam a parceria e a usina passou a ser administrada apenas pela TJMC que readaptou o projeto inicial. A termelétrica foi retirada e foram incluídas novas possibilidades de aproveitamento para os resíduos, como o recolhimento de pneus usados, recuperação de lixões e aterros e produção de fertilizantes organominerais, além do reaproveitamento dos entulhos da construção civil através de uma fábrica de agregados de cimento.

Em 2011, antes mesmo da conclusão do empreendimento o projeto **Natureza Limpa** foi agraciado com o prêmio Greenbest (GREENVANA, 2011). O referido título é oferecido às empresas que apresentam iniciativas ou projetos de preservação ao meio ambiente.

### 3.3 Custos do empreendimento e unidade móvel

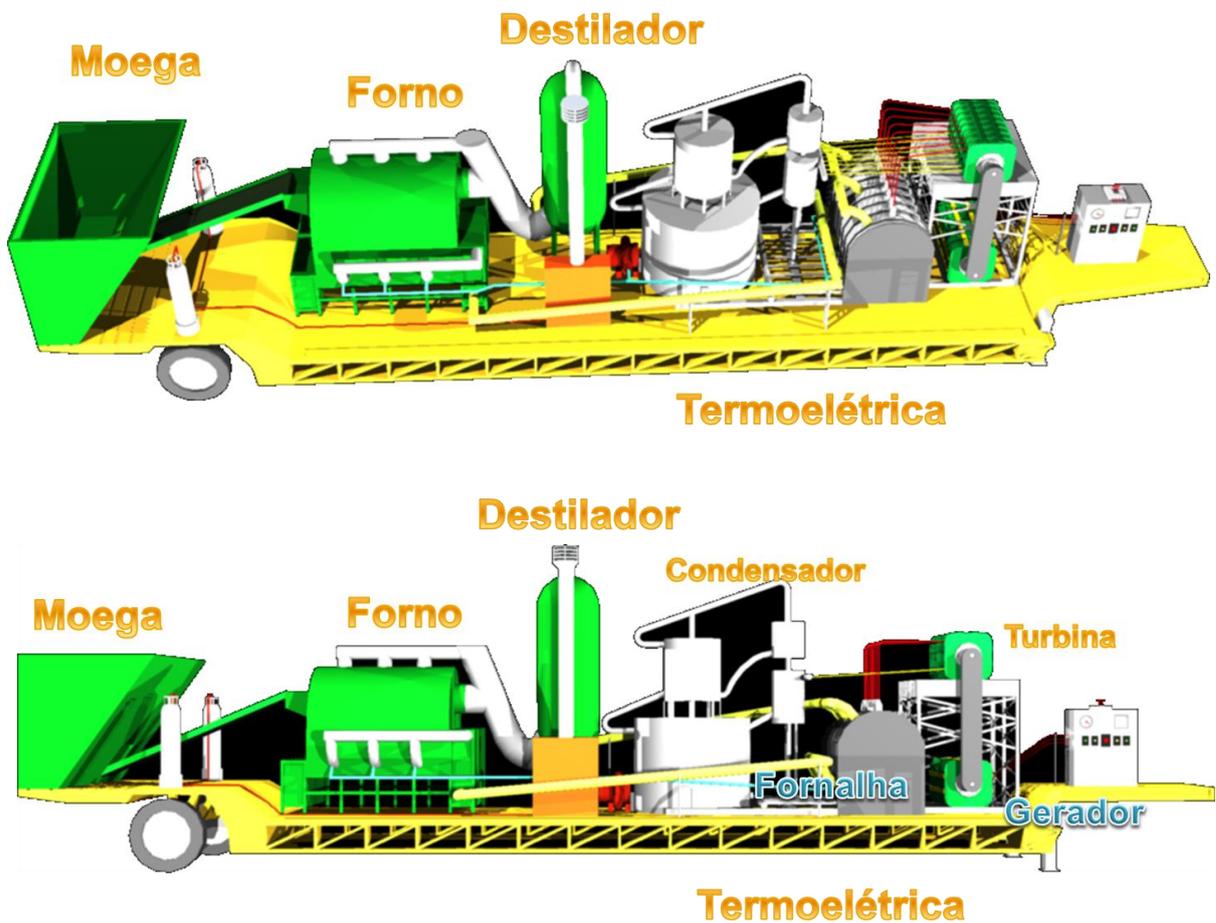
Em relação aos custos de implantação de uma usina de carbonização, o valor vai variar de acordo com o volume de resíduos que o empreendimento consegue operar no período de uma hora. Uma unidade com capacidade para 120 ton./dia e construída nos moldes do Projeto Natureza Limpa o valor é de aproximadamente R\$ 10 milhões, sem incluir os custos com aquisição do terreno e obras de infraestrutura, como terraplanagem, instalação de água, telefone, etc.

No caso da usina construída na cidade de Lagarto - SE, cuja capacidade também é de 120 ton./dia, o custo estimado de implantação foi de R\$ 5.745.000,00. Neste valor estão incluídos um terreno de 6.800 m<sup>2</sup>, avaliado em R\$ 290.000,00 e galpão com área construída de 1.500 m<sup>2</sup>, no valor de R\$ 90.000,00. Além da planta completa para processamento de resíduos (Carbonizador), briquetadeira e unidade termelétrica, no valor de R\$ 5.000.000,00. Uma moega para recepção dos resíduos, sistema de esteiras para transporte e transformador de energia elétrica no valor de 165.000,00. Infraestrutura administrativa, refeitório, vestiário, auditório, centro de visitantes, etc. no valor de R\$ 200.000,00.

Além das unidades fixas, instaladas de acordo com a demanda de cada local, foi desenvolvido pelo Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz um sistema de carbonizadores móveis. Essas unidades, construídas sobre um reboque de caminhão (Figura 12), são dotadas dos mesmos mecanismos que compõem as usinas fixas; moega receptora dos resíduos, forno carbonizador, destilador, condensador e termelétrica, porém com menor capacidade produtiva.

A grande vantagem oferecida é a capacidade de se deslocar conforme a necessidade. Podendo ser utilizadas em pequenos municípios ou em eventos públicos geradores de grande quantidade de resíduos, como festivais, olimpíada ou Copa do Mundo de futebol.

**Figura 12** – Composição das unidades móveis de carbonização



Fonte: Eco4business Brasil, 2012

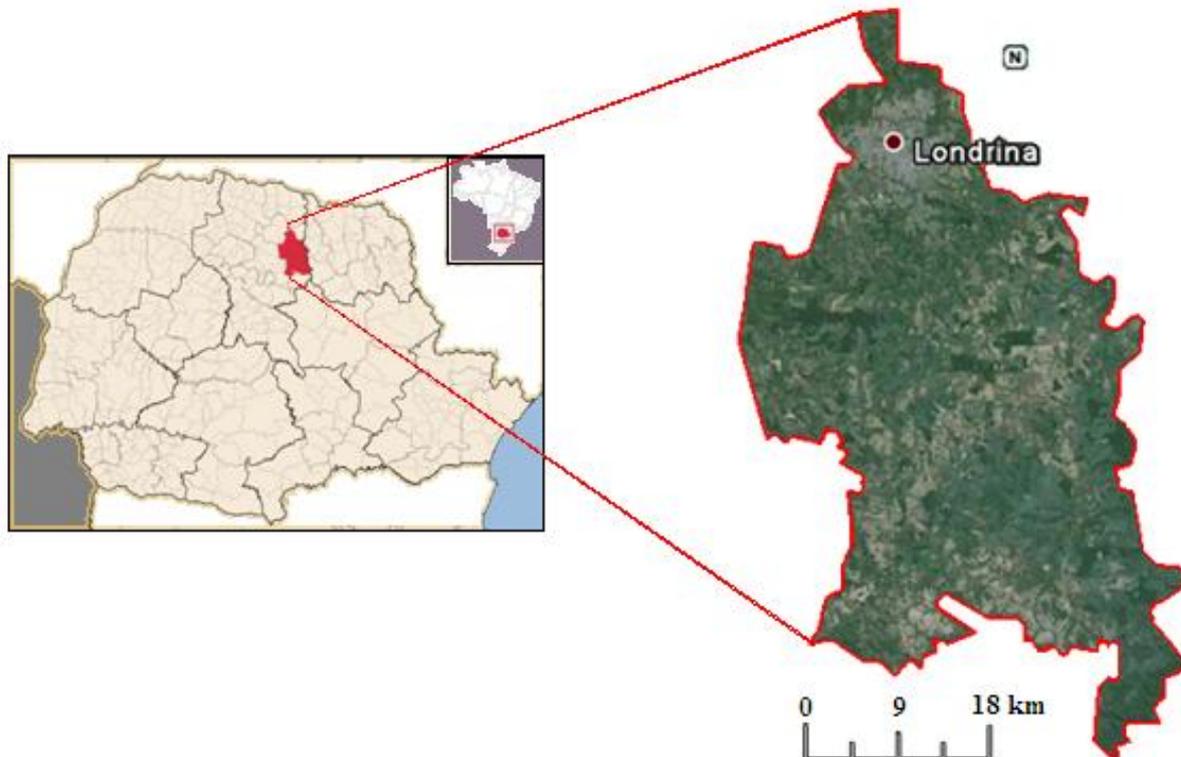
É importante salientar que o Núcleo Tecno-Ambiental Railton Faz negociou o direito de exploração do sistema de carbonização de resíduos por eles desenvolvido com um grupo italiano. Com isso a empresa Eco4business Brasil detém o direito de comercialização no país. A unidade móvel representada acima com capacidade para 500 kg/h e com termelétrica acoplada está sendo anunciada a R\$ 4.654.000,00.

#### 4 SITUAÇÃO DOS RSU EM LONDRINA – PR

Localizada no norte do Paraná (Figura 13), Londrina possui área total de 1.653 km<sup>2</sup>, sua população de acordo com o censo 2010 (IBGE) é de 506.701 habitantes, dos quais 13.181 ou menos de 3% vivem na zona rural. Há poucas décadas a cidade era conhecida como a capital mundial do café, hoje, no entanto o setor agropecuário responde por apenas 3,1% do PIB municipal de R\$ 8,8 bilhões (IBGE/2009). A base econômica está vinculada essencialmente aos serviços com 75,68% do total.

Londrina é vista como a principal cidade do norte do estado, com sua área de influência se expandindo até a parte sudoeste do estado de São Paulo. Destacam-se como fatores de atratividade o dinamismo do comércio, dos centros de ensino, da área da saúde e da construção civil, além do principal aeroporto da região, com mais de 1 milhão de passageiros anuais. O setor industrial, menos expressivo, responde por 21,22% do PIB. Merecem destaque as indústrias alimentícias, químicas e têxteis.

**Figura 13** – Mapa de localização de Londrina



Fonte: Google Maps – adaptado Laércio Voloch

Assim como ocorre na maioria das cidades brasileiras, Londrina também enfrenta dificuldades para destinar adequadamente seus dejetos. De 1975 a 2010, os resíduos eram encaminhados para o aterro do Limoeiro, distante 7 km do centro. Este local era caracterizado inicialmente como lixão, visto que a área não contou com estudos técnicos ou procedimentos adequados quando de sua instalação, contando inclusive com presença de catadores até o fim do século passado.

A falta de opções para a destinação crescente dos resíduos, assim como maior exigência legal, obrigou o poder público a efetuar adaptações, como a construção de lagoas para captação e tratamento de chorume e colocação de camada de terra sobre os resíduos depositados para minimizar a propagação dos vetores. Dessa forma o antigo lixão foi transformado em aterro controlado e sua vida útil foi continuamente estendida, mesmo com todas as críticas e denúncias de contaminação ambiental.

Um agravante a parte era o fato do aterro se localizar próximo ao final da pista do aeroporto municipal (Figura 14), a presença de inúmeras aves em busca de restos de alimentos na área era um perigo constante para a aviação.

**Figura 14** – Localização do aterro controlado do Limoeiro em Londrina



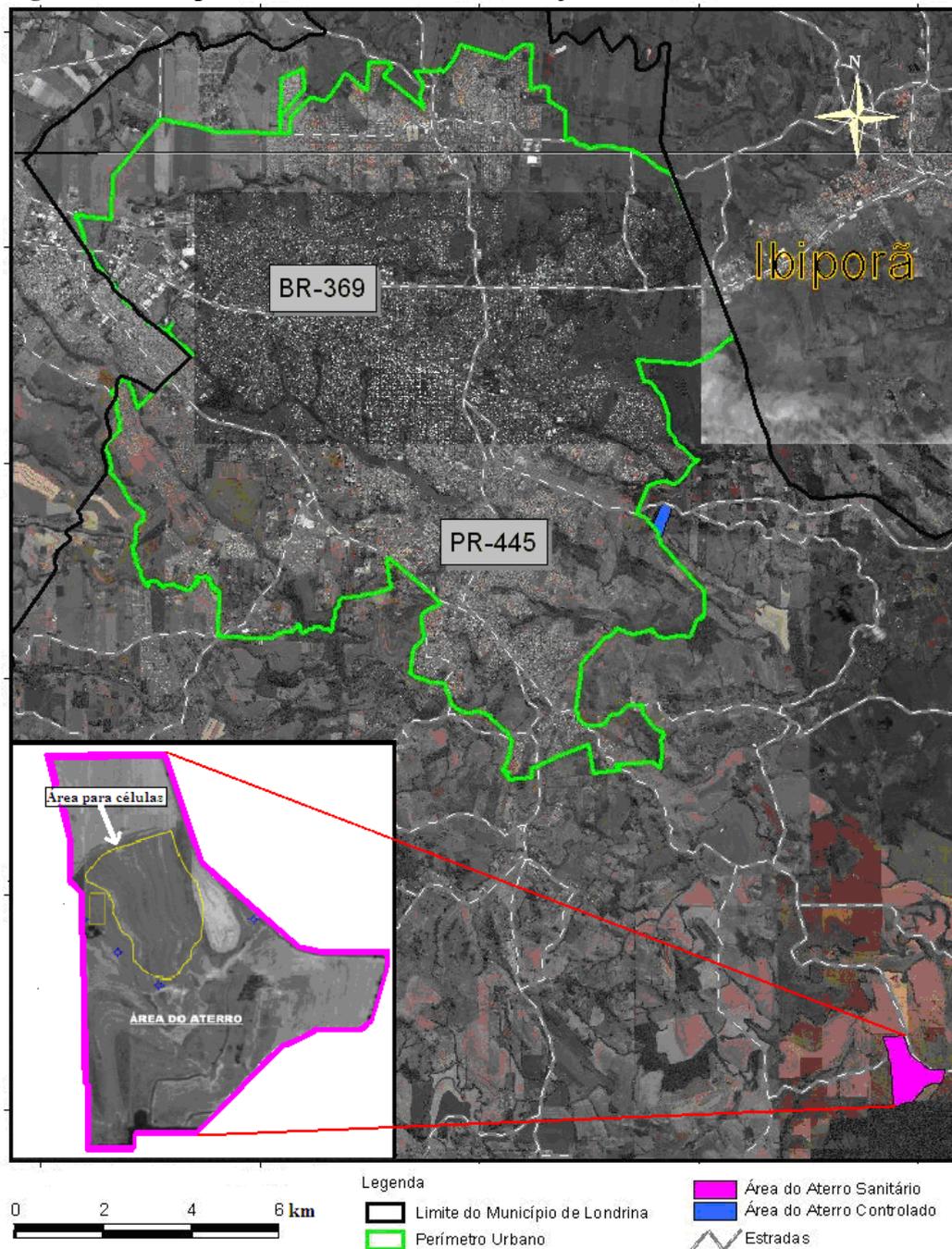
Fonte: Google Earth – adaptado Laércio Voloch

Em setembro de 2010 quando já havia extrapolado em muito a capacidade de uso, finalmente o aterro do Limoeiro foi desativado e os resíduos sólidos urbanos de Londrina passaram a ser encaminhados para um novo aterro sanitário, construído em uma área considerada mais adequada.

#### 4.1 Central de Tratamento de Resíduos - CTR

Com a saturação do antigo aterro, começou a ser construído em 2009 um aterro sanitário às margens da rodovia estadual João Alves Rocha Loures – PR 442 na zona sul do município, a cerca de 20 km do centro da cidade (Figura 15). A área total do empreendimento é de 84,7 ha dos quais aproximadamente 18 ha são adequados à construção de células de recebimento dos resíduos sólidos urbanos.

**Figura 15** – Mapa de Londrina com a localização da CTR



Fonte: Prefeitura de Londrina – Projeto CTR – adaptado Laércio Voloch

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina – FAUEL foi contratada pela prefeitura, para elaboração dos projetos necessários à obtenção das licenças do empreendimento junto ao Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

De acordo com a FAUEL o projeto trata o aterro como uma Central de Tratamento de Resíduos domésticos (CTR) do tipo classe IIa e IIb, seguindo todos os padrões de engenharia e ambientais vigentes (Figura 16), inclusive com central de compostagem que deverá tratar separadamente os resíduos orgânicos objetivando aterrar somente as sobras não passíveis de reciclagem ou compostagem. Para tanto, está funcionando um projeto piloto na região central de Londrina, no qual os resíduos são separados na origem em três segmentos, recicláveis, orgânicos e rejeitos, sendo coletados em dias diferentes e encaminhados às suas destinações. Os recicláveis para as cooperativas e os outros dois para a CTR, os orgânicos para o setor de compostagem e os rejeitos aterrados na célula de destinação final.

Em outubro de 2010, sob autorização do IAP, o município começou a depositar os resíduos numa célula emergencial com 11.750 m<sup>2</sup>. Segundo a FAUEL (2009) a estrutura para recebimento dos RSU foi concebida sob rigoroso critério técnico, de forma a evitar possíveis problemas futuros. A célula conta com impermeabilização de base com 60 cm de argila compactada, manta PEAD de 2 mm de espessura, colchão de brita de diferentes tamanhos para escoamento dos lixiviados, que descem por gravidade até os tanques de contenção, de onde são reconduzidos à célula para recirculação. Há também um sistema para drenagem dos gases, que atualmente estão sendo queimados.

**Figura 16** – Preparação da célula para recebimento de RSU



Fonte: CMTU Londrina

Atualmente os resíduos estão sendo depositados em uma segunda célula construída nos mesmos moldes da primeira, que já teve sua capacidade de recebimento preenchida. De acordo com a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), órgão municipal responsável pelo gerenciamento dos resíduos, está em estudo a licitação de uma terceira célula de 13.393 m<sup>2</sup> de base e capacidade para receber 315.828 m<sup>3</sup> de resíduos. Considerando o volume atual que chega à CTR essa célula teria capacidade de utilização de aproximadamente 2 anos e um custo de construção estimado em R\$ 2 milhões.

A coleta tripartida implantada no centro da cidade (recicláveis, orgânicos e rejeitos), por enquanto não apresenta os resultados esperados, a maioria dos resíduos orgânicos chega misturada aos rejeitos e recicláveis, dificultando muito o processo de compostagem. Em média apenas quatro das 400 toneladas diárias pode ser aproveitada para esse fim. Isso é especialmente preocupante, pois os orgânicos representam parcela significativa dos resíduos que chegam a CTR, diminuindo consequentemente a vida útil do empreendimento.

#### **Quadro 06 – Estrutura da CTR Londrina**

<b>CTR de Londrina</b>	
Administração	CMTU
Operação	Revita Engenharia S.A
Área total	84,7 ha
Área destinada às células	18 ha
Tempo de vida útil previsto pelo projeto de implantação	28 anos
Quantidade de resíduos/dia previsto pelo projeto para 2012	315 ton./dia
Quantidade de resíduos/dia recebido em 2012	400 ton./dia
Compostagem de Orgânicos previsto pelo projeto para 2012	30 %
Compostagem de Orgânicos efetuado em 2012	1 %

Fonte: CMTU, 2012 – Elaborado Laércio Voloch, 2012

#### **4.2 Coleta seletiva em Londrina**

Desde 1996 a cidade conta com programas de coleta seletiva, no entanto, em um primeiro momento sem grande êxito, já que o material recolhido era de aproximadamente 1% do total de resíduos sólidos domiciliares gerados no município. Isso ocorria em função de falhas na logística de coleta, pequena área coberta pelo serviço, baixa adesão da população e concorrência com os catadores independentes.

Havia também um trabalho intenso de separação de recicláveis efetuado por cerca de 60 catadores no antigo aterro municipal, conhecido popularmente como lixão. A separação efetuada no lixão era motivo de preocupação em função das péssimas condições de trabalho, do perigo de acidentes e contaminações, visto que os recicláveis eram retirados do meio do “lixo” comum. No início da última década ocorreu um acidente fatal com um catador de recicláveis no local, motivando o ministério público a determinar o fim daquela atividade.

Nesse mesmo período a prefeitura de Londrina criou o “Programa Municipal de Coleta Seletiva – Reciclando Vidas”. Esse programa incentivava a formação de associações de recicladores, objetivando principalmente a incorporação dos ex-catadores do lixão nestas instituições.

Os princípios fundamentais do programa eram os seguintes:

- Organização dos recicladores em associações;
- Capacitação dos recicladores;
- Campanhas de divulgação;
- Segregação na origem com distribuição de sacos plásticos na cor verde para colocação dos recicláveis;
- Coleta porta a porta pelos próprios recicladores em carroças ou carrinhos manuais em dias previamente definidos;
- Cada associação ficou responsável por determinada área.

Em 2002, com o objetivo de aumentar o preço de venda dos materiais, as 20 associações existentes se juntaram e formaram a Central de Pesagem e Vendas – CEPEVE, conseguindo assim maior poder de negociação com os compradores o que resultou em melhor rendimento para os associados.

O programa foi evoluindo e em 2006 apresentava os seguintes números:

- 100 % da área urbana atendida;
- 500 recicladores (80 % do sexo feminino) divididos em 28 associações;
- 75 % de participação da população;
- 32 itens separados e comercializados;
- 110 toneladas de reciclados recolhidos diariamente;
- 0,228 kg/habitante/dia ou 24 % do total de RSU gerados em Londrina;
- Utilização de caminhões e vans no serviço de coleta;
- R\$ 43,00 por tonelada era o valor da coleta seletiva para o município.

O programa “Reciclando Vidas” possibilitou uma melhora nos rendimentos e nas condições de trabalho dos coletores e acabou se tornando referência de sucesso na gestão dos resíduos com inclusão social. Contudo, nos últimos anos, sobretudo após a crise financeira internacional ocorrida em 2008, o preço de muitos recicláveis caiu sensivelmente, segundo Laureano (2012) coordenador em São Paulo do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), somente nos últimos meses do ano passado os preços caíram até 62%, são exemplos o quilograma do ferro que era negociado a R\$ 0,42 e passou para R\$ 0,16 e o do alumínio que passou de R\$ 3,40 para R\$ 1,80.

Ao mesmo tempo, o crescimento econômico no país criou muitos postos de trabalho e vários recicladores conseguiram emprego em outras áreas, ampliando ainda mais a rotatividade que já era elevada. O alto índice de rotatividade é um fato importante, pois demonstra que o sistema adotado na maioria dos projetos existentes no país, em geral não satisfaz as necessidades dos trabalhadores, tanto do ponto de vista econômico, quanto das condições precárias de trabalho. Isso demonstra que se o Brasil continuar sua caminhada de desenvolvimento e a população encontrar empregos formais com certa tranquilidade, brevemente poderá haver falta de mão de obra também no setor de reciclagem.

Em Londrina, por exemplo, as associações, anteriormente organizadas em ONGs, tiveram que se unir em cooperativas, para permitir maior participação financeira do poder público municipal, ou teriam sérias dificuldades de sobrevivência e um trabalho de mais de uma década estaria ameaçado. Atualmente operam no município a *Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Londrina – COOPERSIL*, a *Cooperativa de Catadores de Material Reciclável de Londrina – COOPRELON* e a *Cooperativa dos Profissionais de Reciclagem de Londrina – COOCEPEVE*. Juntas as três entidades possuem 365 cooperados que ganham entre R\$ 600,00 e R\$ 1.000,00 mensais.

Em 2006 eram coletadas na cidade cerca de 110 ton./dia de recicláveis, atualmente a coleta despencou para uma média diária de apenas 45 toneladas. Isso demonstra que mesmo com os benefícios tão propalados da reciclagem e por mais que a população e o poder público se esforcem, são muitas as variáveis que interferem no bom andamento do setor e ainda demandará tempo para que essa atividade seja efetivamente auto-sustentável.

Os plásticos, por exemplo, são cobiçados pelo setor de reciclagem, visto ser esse um dos produtos mais propícios a tal finalidade. Mas são necessárias algumas considerações a respeito. Alguns ecologistas, ou assim auto proclamados, falam em reaproveitamento dos plásticos como se fosse a coisa mais simples do mundo, bastando separar esse material do

restante do lixo e pronto, problema resolvido. Parece uma utopia pensar assim, em face da quantidade de fatores envolvidos. Cita-se a composição, coloração, contaminação, quantidade e preços adequados à comercialização, etc. Além disso, muitas embalagens acondicionam produtos que por sua composição inviabilizam automaticamente o aproveitamento das mesmas, pois gasta-se mais para descontaminá-las do que o preço obtido com a venda. E isso ocorre não apenas com os plásticos, mas com a maioria dos produtos passíveis de reciclagem.

Fora as dificuldades técnicas, há ainda o fator humano. Como convencer toda uma população a separar adequadamente seus resíduos, quando existe uma enormidade que ainda lança seus dejetos tranquilamente em plena rua? Paciência, insistência, leis e campanhas educativas talvez seja parte da resposta.

Nesse sentido o trabalho efetuado em Londrina há mais de uma década é louvável, pois de certa forma construiu na maioria da população o hábito da separação dos resíduos em recicláveis e rejeitos. Mas, mesmo nessa cidade que já adquiriu uma cultura de reaproveitamento, os números efetivos da reciclagem são moderados e atrelados a um custo operacional extremamente elevado. Segundo a CMTU o volume total de recicláveis efetivamente comercializados pelas três cooperativas responsáveis por esse serviço no município é de aproximadamente 12 mil toneladas/ano. O custo para os cofres públicos ultrapassa 6 milhões de reais no mesmo período, o que representa mais de 500 reais por tonelada vendida. Nesse valor estão computados as despesas com coleta, pagamento de aluguel dos barracões, distribuição dos sacos plásticos à população para facilitar a separação, etc. Mesmo considerando o caráter ambiental e social do programa municipal de coleta seletiva, pois propicia trabalho e renda para uma parcela extremamente carente da população, além de destinar adequadamente um volume considerável de resíduos que iria para o aterro, há que se considerar que o custo por tonelada é bem expressivo. Esse, aliás, é um dos fatores que contribuem para o pequeno número de projetos públicos de coleta seletiva no Brasil.

Como já mencionado, mesmo no caso de Londrina que já conta com um projeto público de reciclagem relativamente consolidado, o volume diário aproveitado não chega nem a 10 % do que é encaminhado ao aterro sanitário. Isso se torna um sério problema, pois todos os dias cerca de 400 toneladas de resíduos são soterrados, e apesar de desaparecer da frente dos nossos olhos, essa pequena montanha de “lixo” diário continuará a ser um problema por décadas, gerando elevados custos financeiros para evitar os ambientais.

## 5 A CARBONIZAÇÃO NO CONTEXTO LONDRINENSE

Considerando os custos do tratamento de resíduos em Londrina, somente para a empresa Revita Engenharia S.A que executa os serviços operacionais no interior da CTR a CMTU repassa R\$ 399.462,68 ao mês. A licitação da nova célula de destinação com capacidade para dois anos será de aproximadamente R\$ 2.000.000,00, ou seja, em 28 anos, que é o tempo de vida útil do aterro, serão gastos no mínimo R\$ 162.000.000,00 em valores atuais somente com operação interna e destinação. Esses números vêm ao encontro de um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (2007), a pedido da Associação das Empresas de Tratamento de Resíduos (Abetre), o qual revelou que a construção de aterros sanitários no Brasil apresenta os seguintes valores (Quadro 07):

**Quadro 07** – Valor dos aterros sanitários no Brasil

Capacidade de recebimento de resíduos	Custo total em R\$
2000 toneladas/dia	525,8 milhões
800 toneladas/dia	236, 5 milhões
100 toneladas/dia	52,4 milhões

Fonte: abetre.org.br – Elaborado Laércio Voloch, 2012

Os custos apresentados referem-se à aquisição do terreno, obras de infraestrutura, manutenção, operação e encerramento. Sendo a etapa de operação a que consome mais recursos. Segundo o estudo, o tempo de vida média dos aterros é de 42 anos, mas em geral, somente nos 20 primeiros é possível receber resíduos, os demais são para as etapas de finalização das atividades que, aliás, costumam ter seus custos subestimados pelos órgãos competentes, resultando em sério risco de problemas ambientais. A título de exemplo, cita-se o aterro controlado do Limoeiro de Londrina onde deverão ser gastos mais de R\$ 3 milhões com a execução do projeto de encerramento.

Considerando as características e custos dos aterros sanitários, usinas de incineração e as dificuldades do setor de reciclagem, a carbonização de resíduos não deve ser desprezada pelas autoridades competentes, pois pode ser uma alternativa viável, do ponto de vista ambiental, social e financeiro. Segundo Lima (2012), no sistema por ele desenvolvido, tema do presente trabalho, a única obrigação do setor público é garantir que o RSU do município seja entregue na usina, os custos de instalação, manutenção e operação, ficam a cargo do setor privado, que obterá sua remuneração a partir da comercialização dos produtos resultantes do

processo, venda da energia elétrica gerada na termelétrica acoplada e possíveis receitas com o lançamento de créditos de carbono no mercado.

Essa característica da carbonização, que permite a obtenção de receita financeira com a matéria prima *lixo* é fundamental, pois retornando aos exemplos já citados; na CTR de Londrina em 28 anos serão gastos aproximadamente R\$ 160 milhões; no projeto da usina de incineração de São Bernardo do Campo, só para instalação serão investidos R\$ 600 milhões. São, portanto, centenas de milhões de reais que podem deixar de ser “enterrados” ou “queimados” literalmente no lixo, podendo ser usados em outros projetos que realmente beneficiem a população. Lembrando que a exploração dos resíduos sólidos urbanos depende de concessão pública, então, obviamente é necessário superar os tramites legais e burocráticos para viabilizar tais empreendimentos.

No caso de Londrina, se as **400 toneladas** diárias de RSU coletadas deixassem de ser destinadas ao aterro e fossem para uma usina de carbonização com uma termelétrica acoplada, obter-se-ia **160 toneladas** de briquetes. Essa quantidade de carvão é suficiente para impulsionar uma termelétrica de **20 MW/h** e abastecer aproximadamente **20 mil residências**.

Diariamente ainda poderiam ser obtidos:

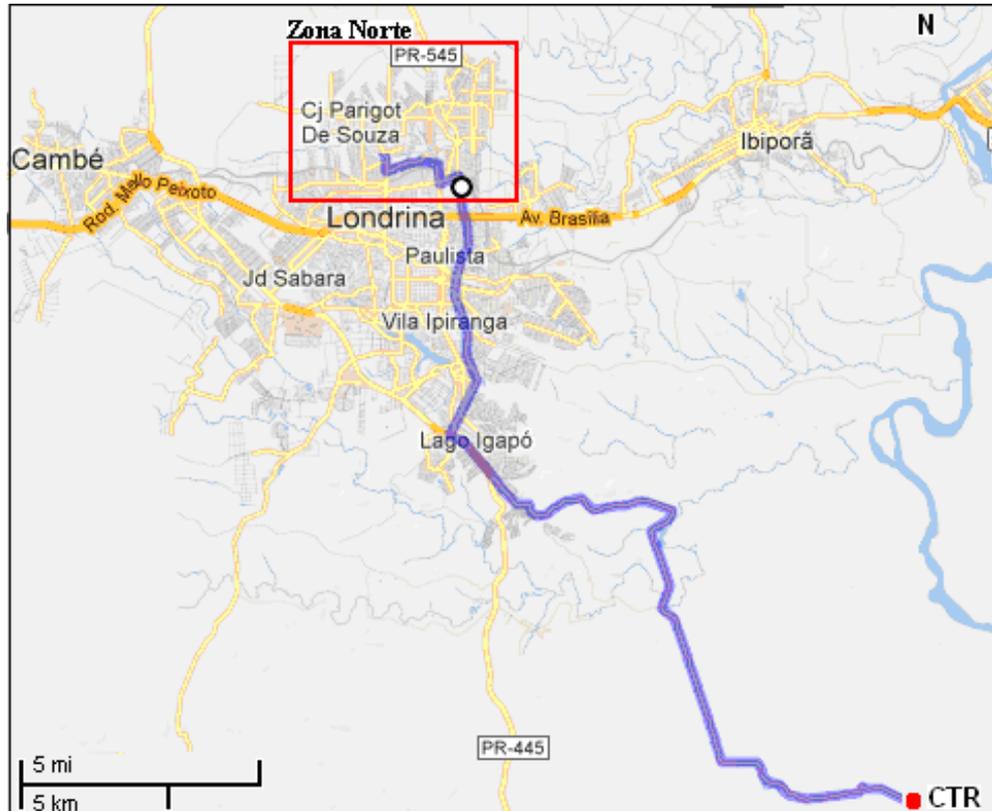
- Óleo vegetal – 2560 litros
- Alcatrão – 1440 litros
- Água ácida – 1440 litros
- Lignina – 960 litros

Esses subprodutos, juntamente com o material reciclável, principalmente metal e vidro, que continuam intactos após o processo e a possibilidade de comercialização de créditos de carbono, demonstram que é preciso observar nossas sobras mais atentamente, ao invés de “lixo” o que existe são resíduos com potencial de aproveitamento. O grande volume de material que hoje é desperdiçado na CTR de Londrina poderia servir de matéria prima para obtenção de uma gama de outros produtos, gerando renda e trabalho formal durante todo ciclo de transformação.

Outro fator importante na carbonização é a localização da usina, podem ocorrer variações em função das exigências de cada lugar, mas em geral se trata de um empreendimento que pode ser instalado nas proximidades das fontes geradoras sob o ponto de vista espacial, reduzindo a distância e o tempo de deslocamento dos caminhões de coleta, isso representa redução dos custos operacionais e conseqüentemente menor gasto público com a coleta de resíduos. O aterro sanitário de Londrina, por exemplo, localiza-se na zona rural a

mais de 20 km ao Sul da área central, os caminhões compactadores que efetuam a coleta na zona Norte, justamente a mais povoada da cidade, precisam cruzar todo o perímetro urbano, percorrendo de 60 a 80 km para efetuar a descarga na CTR e retornar aos bairros (Figura 17).

**Figura 17** – Rota percorrida da zona Norte de Londrina até a CTR



Fonte: GoogleMaps – elaborado Laércio Voloch

Em relação ao caráter ambiental das usinas de carbonização, merece destaque o processo operacional, que ocorre em sua maioria em ambiente coberto, minimizando dessa forma a ação dos fatores climáticos. Outro ponto positivo é o fato de praticamente não restarem sobras em todo o sistema, já que tudo é comercializado ou aproveitado para gerar energia. O resíduo mais relevante é a liberação de gases na atmosfera, nesse quesito, por solicitação do projeto Natureza Limpa foram realizados testes para medir a liberação de poluentes (Anexo B), os quais constataram que as emissões estão dentro dos padrões exigidos pela legislação, entretanto, é mais do que necessário salientar que o método aqui abordado é fruto da observação de um pesquisador brasileiro que viu no processo de carbonização uma possível solução para o problema dos resíduos. Tal técnica, portanto, é recente e ainda carece de efetiva aprovação científica e temporal, sendo importante que esses empreendimentos tenham acompanhamento rígido e constante dos órgãos ambientais responsáveis, especialmente em relação à emissão de poluentes atmosféricos.

No Quadro 08, apresentado na sequência, sintetizam-se as vantagens e desvantagens das três principais formas de destinação abordadas no decorrer do presente trabalho.

**Quadro 08** – Prós e contras dos aterros sanitários, incineração e carbonização

	<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<b>Aterro sanitário</b>	<p>Custo de instalação relativamente baixo quando comparado a outros métodos;</p> <p>Possibilidade de aproveitamento energético do biogás;</p> <p>Simplicidade do processo;</p> <p>Estimula a reciclagem;</p>	<p>Possibilidade de contaminação do solo caso haja alguma infiltração;</p> <p>Dificuldade de encontrar áreas adequadas à instalação e elevado custo operacional;</p> <p>O resíduo permanece como um passivo ambiental por décadas exigindo monitoramento constante;</p> <p>Gera odores e gases de efeito estufa;</p> <p>Ninguém quer por perto;</p>
<b>Incineração</b>	<p>Redução significativa da massa e volume dos resíduos;</p> <p>Possibilidade de aproveitamento energético;</p> <p>Exige pequeno espaço e pode se localizar próximo a área urbana;</p>	<p>Custo de instalação e manutenção muito elevado;</p> <p>Geração de cinzas e gases altamente tóxicos;</p> <p>Demanda energia complementar;</p> <p>Baixo poder calorífico quando há muito material orgânico que é o caso brasileiro;</p> <p>Alta resistência da sociedade à instalação;</p> <p>Desestimula a reciclagem;</p>
<b>Carbonização</b>	<p>Eliminação do passivo ambiental;</p> <p>Aproveitamento energético dos resíduos;</p> <p>Exige pequeno espaço e pode se localizar próximo a área urbana;</p> <p>Baixo custo de instalação;</p> <p>Gera a própria energia;</p>	<p>O poder calorífico dos briquetes vai depender da composição do resíduo, quanto mais úmido menor a qualidade;</p> <p>Geração de gases poluentes;</p> <p>Tecnologia recente que ainda carece de comprovação científica;</p> <p>Desestimula a reciclagem;</p>

Elaborado Laércio Voloch, 2012.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando todos os fatores expostos no decorrer do presente trabalho e observados as devidas ressalvas, pode-se concluir que a carbonização de RSU apresenta algumas vantagens em relação aos aterros sanitários e a incineração, tanto do ponto de vista ambiental, espacial ou econômico e pode sim ser uma alternativa de destinação dos resíduos sólidos urbanos, não apenas para Londrina, como para a maioria dos municípios brasileiros. Um dos pontos positivos mais relevantes desse modelo de destinação de resíduos é o fato da instalação e manutenção do empreendimento ser de exclusiva responsabilidade da iniciativa privada, isso desonera financeiramente o setor público, permitindo a realocação de tais despesas para outras áreas de interesse social.

No entanto, é necessário reconhecer que os fatos apresentados são essencialmente de caráter qualitativo. A especificidade do projeto e a escassez de literatura sobre o tema foram barreiras relevantes e dificultaram a obtenção de dados que propiciassem uma análise mais precisa sob o ponto de vista técnico e científico. Restam, portanto, algumas lacunas que devem ser preenchidas, especialmente em relação à emissão de poluentes, para que se tenha a comprovação efetiva da viabilidade desses empreendimentos. Enquanto isso não ocorre, é necessário entender que o “lixo” produzido pela população não desaparece num toque de mágica, somente no Brasil são gerados:

- **198.514.000 quilogramas por dia**
- **8.271.000 quilogramas por hora**
- **137.000 quilogramas por minuto**
- **2.300 quilogramas por segundo**

Trata-se de um processo contínuo, que não é interrompido enquanto se discute demoradamente se tal solução é adequada ou não, somente no tempo gasto para ler a presente página já foram gerados cerca de 200.000 quilogramas de resíduos.

Leis, resoluções, pesquisas e discussões em relação aos resíduos são relevantes e necessárias, porém, mais do que discutir ou criticar, é necessário apresentar soluções concretas para um problema que não cessa um segundo sequer, e nesse sentido a carbonização de RSU tem seus méritos e potencial de aproveitamento. Seu uso efetivo pode ser uma alternativa para que os resíduos deixem de ser um passivo ambiental que irá acompanhar as próximas gerações, para se tornar um bem econômico, gerando empregos, energia e melhor qualidade de vida para a população.

## REFERÊNCIAS

- AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001. 598 p.
- AMBIENTE BRASIL. **Plásticos se decompõem na água e liberam toxinas**. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2009/08/21/47701-plasticos-se-decompõem-na-água-e-liberam-toxinas-diz-pesquisa.html>> Acesso em: 05 set. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/abrelpe\\_quemsomos.cfm](http://www.abrelpe.org.br/abrelpe_quemsomos.cfm)> Acesso em: 23 maio 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, nov. 2004.
- \_\_\_\_\_. NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1024X768>>. Acesso em: 05 jun. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA – ABLP. O Brasil que recicla. **Limpeza Pública**, São Paulo, n. 65, p. jul. 2007, 14-27.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO – ABAL. **Latinhas campeãs**. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/latas.asp>> Acesso em: 07 nov. 2012.
- AUGUSTO, Álvaro. **Energia a partir do lixo**. 2011. Disponível em: <<http://alvaroaugusto.blogspot.com/2011/07/energia-partir-do-lixo.html>> Acesso em: 02 out. 2012.
- BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.interlegis.leg.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2012.
- BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.interlegis.leg.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

BRASILENERGIA. **No mundo, um mercado em expansão.** Disponível em: <<http://www.energiahoje.com/brasilenergia/noticiario/2011/03/01/427152/no-mundo-um-mercado-em-expansao.html>> Acesso em 15 abr. 2012.

CAIRES, Luana. **Incineração: tecnologia de ponta transforma o lixo em energia.** Disponível em: <<http://agetec.com.br/news/53/114/Incineracao-tecnologia-de-ponta-transforma-o-lixo-em-energia/>> Acesso em: 21 abr. 2012.

COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA - CMTU. **Projeto do aterro sanitário de Londrina.** Londrina: Prefeitura do Município de Londrina, 2009.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Manuais de gerenciamento.** Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 18 jul. 2012.

DAMASCENO, Priscylla. **R\$ 2 Bilhões jogados no lixo.** 2012. Disponível em: <<http://comunidade.maiscomunidade.com/conteudo/2011-04-21/especial/5563/R-2-BILHOES-JOGADOS-NO-LIXO.pnhtml>> Acesso em: 19 out. 2012

ECO4BUSINESS. **Centrale mobile su rimorchio per la produzione di energia derivata da trattamento di rifiuti e biomassa.** Disponível em: <<http://www.eco4business.com.br>> Acesso em: 23 abr. 2012.

ECOMETRÓPOLE. **Central de Tratamento de Resíduos de Londrina.** Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ecometropole/ctr---central-de-tratamento-de-residuos-de-londrina>>. Acesso em: 27 set. 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação preliminar do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS.** Ministério de Minas e Energia, 2008. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081208\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081208_1.pdf)> Acesso em: 21 abr. 2012.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Estudo sobre aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterros sanitários,** São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/FGV%20-%20Aterros%20Sanitarios%20-%20Estudo.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2012.

FUSCALDO, Wladimir C. **Resíduos sólidos: práticas e conceitos**. Um estudo a partir da experiência de Londrina – PR. 2001. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

GREENVANA. **Prêmio Greenbest**. 2011. Disponível em:  
<<http://greenbest.greenvana.com/sobre/>> Acesso em: 14 out. 2012.

GONÇALVES, Carlos W. P. **Os (Des)caminhos do meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 1998.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1/>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

IPARDES. **Base física e política**. Disponível em:  
<[http://www.ipardes.gov.br/mapoteca/mapoteca\\_politico.php](http://www.ipardes.gov.br/mapoteca/mapoteca_politico.php)>. Acesso em: 01 maio 2012.

IPEA. Comunicado do Ipea – 2012 – Abril - nº 145. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13917](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13917)>. Acesso em: 14 maio 2012.

LAKATOS, L. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1994.

LIMA, Jose Railton de S. **Entrevista concedida por e-mail**. Lagarto, 05 jul. 2012.

LIMA, Rosimeire S. **Resíduos sólidos domiciliares: um programa de coleta seletiva com inclusão social**. Brasília: Ministérios das Cidades, 2007.

LONDRINA. Prefeitura Municipal de. **A cidade**. Disponível em:  
<<http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php>>. Acesso em: 14 maio 2012.

MENZEL, Peter. **Hungry planet: what the world eats**. 2006. Disponível em:  
<<http://www.pulplab.com/global-chow/>> Acesso em: 29 ago. 2012.

NEIVA, Paula; LIMA, Roberta de A. Oceano de plástico. **Veja**, São Paulo, ano 41, n. 9, p. 92-97, mar. 2008.

NÚCLEO TECNO-AMBIENTAL RAILTON FAZ. **Transformando lixo em lucro.**

Disponível em: <[railtonfaz.com.br](http://railtonfaz.com.br)> Acesso em: 21 dez. 2011.

O BRASIL que recicla. ABLP. **Limpeza Pública**, São Paulo, n. 65, p. 14-27, jul. 2007.

OGAWA, Vítor. Aterro corre risco de ter vida útil reduzida. **Folha de Londrina**, Londrina, 05 de mar. 2012. Folha Geral, p. 5.

OLIVEIRA, Luciano Basto. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil.**, 2004. Tese (Planejamento Energético) – Universidade

Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em:

<<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/lboliveira.pdf>> Acesso em: 17 maio 2012.

PADOVANI, W. F. História. **Veja - Sustentabilidade**. São Paulo, ano 44, n. 2249, p. 18-24, dez. 2011.

PARANÁ. Lei Estadual 12.493/1999. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/LEIS/LEI\\_ESTADUAL\\_12493\\_DE\\_01\\_1999.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/LEIS/LEI_ESTADUAL_12493_DE_01_1999.pdf)> Acesso em: 19 maio 2012.

PORTALPCH. **O resto que vira megawatt.** Disponível em: <[http://www.portalpch.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4944:10032011-o-resto-que-vira-megawatt&catid=1:ultimas-noticias&Itemid=98](http://www.portalpch.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4944:10032011-o-resto-que-vira-megawatt&catid=1:ultimas-noticias&Itemid=98)> Acesso em: 15 abr. 2012.

PRATA DO LIXO. **O valor da latinha de alumínio para a sociedade:** reciclagem é um bom negócio. Disponível em: <[http://www2.uol.com.br/JC/sites/lata/vinc\\_industria.html](http://www2.uol.com.br/JC/sites/lata/vinc_industria.html)>.

Acesso em: 14 jun. 2012.

PINTO, Mario da S. **A coleta e disposição de lixo no Brasil.** Coord. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.

PITA, Marina. **Termoelétrica movida a lixo.** Disponível em: <<http://www.infraestrutura urbana.com.br/solucoes-tecnicas/5/artigo224674-1.asp>> Acesso em: 20 out. 2012.

RIGHETTI, Sabine. Dinamarqueses vão importar lixo para geração de energia. **Folha de São Paulo**, São Paulo, jul. 2011. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/941759-dinamarqueses-vaio-importar-lixo-para-geracao-de-energia.shtml>> Acesso em: 16 ago. 2012.

ROSA, Agostinho. **Fabricação de cada computador consome 1.800 quilos de materiais.** Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070309>> Acesso: 10 out. 2012.

ROSENTHAL, Elisabeth. **Energia limpa que vem do lixo.** Tradução de André Luiz Araújo. The New York Times, 2010. Disponível em: <<http://www.otempo.com.br/otempo/noticias/?IdEdicao=1631&IdCanal=7&IdSubCanal=47&IdNoticia=138526&IdTipoNoticia=1>> Acesso em: 02 nov. 2012.

SARAIVA, Marina. **Lixo é insumo energético.** Globonews. Cidades e soluções, 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globo-news/cidades-e-solucoes/platb/2010/10/07/lixo-e-insumo-energetico/>> Acesso em: 21 dez. 2011.

TEIXEIRA, Eglé N.; BIDONE, Francisco. R. A. **Redução na fonte de resíduos sólidos: embalagens e matéria orgânica.** Cap. 2. In: Francisco R. A. Bidone (Org.). PROSAB. Lixo: metodologias e técnicas de minimização, reciclagem e reutilização de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABES, 1999, v. 1, p. 15-21.

TJMC EMPREENDIMENTOS. **Projeto Natureza Limpa.** Disponível em: <<http://www.naturezalimpa.com/tecnologia.asp>>. Acesso em: 08 maio 2012.

UOL. **Lixo nos oceanos.** Disponível em: <<http://leiturasdahistoria.uol.com.br/ESLH/Edicoes/37/imagens/i252754.jpg>> Acesso em: 19 out. 2012.

VASCONCELOS, Renata. **Lixo: o desafio de cuidar dos detritos.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM124\\_2568-7823-LIXO+O+DESAFIO+DE+CUIDAR+DOS+DETRITOS,00.html](http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM124_2568-7823-LIXO+O+DESAFIO+DE+CUIDAR+DOS+DETRITOS,00.html)> Acesso em: 07 set. 2012.

WALDMAN, Maurício. **Lixo: cenários e desafios:** abordagens básicas para entender os resíduos sólidos. São Paulo: Cortez, 2010.

# **ANEXOS**

## ANEXO A



À  
TJMC EMPREENDIMENTOS.

At: Christiane Martins.

Recife, 10 de junho de 2011.

RELATÓRIO Nº 026/2011

ANÁLISE DE PODER CALORÍFICO SUPERIOR E  
PODER CALORÍFICO INFERIOR.

MATERIAL:

- Amostras de Briquete de Carvão acondicionadas em caixa de papelão, sem referência.

Material analisado no Calorímetro Digital C2000 IKA-WERKE para determinação de Poder Calorífico Superior e Poder Calorífico Inferior da amostra.

AMOSTRA	Poder Calorífico Superior		Poder Calorífico Inferior	
	(kJ/kg)	(kcal /kg)	(kJ/kg)	(kcal/kg)
Carvão (RP00)	27.047	6.460	26.815	6.405
Carvão (RL00)	14.568	3.479	14.338	3.424
Carvão (RM00)	22.072	5.272	21.719	5.187
Carvão (LP25)	14.420	3.444	14.169	3.384
Carvão (LP50)	19.303	4.610	19.063	4.553
Carvão (LP100)	21.716	5.187	21.497	5.134

Prof. Dr. Sérgio Peres  
Engenheiro Mecânico CREA. 4758/81 - PE  
Químico Industrial CRQ. 004/07 - PE 1º REGIÃO

**NOTA IMPORTANTE:**

Os resultados deste ensaio/análise têm significação restrita e se aplicam tão somente a amostra(s) coletada(s) pelo cliente.

## ANEXO B


**Analítica**

 Análises Químicas & Controle de Qualidade  
 Anunciação & Anunciação Ltda.  
 CNPJ: 02.319.491/0001-63

Análises Químicas &amp; Controle de Qualidade

 Análise de Solo, Água, Calcário, Adubo, Minérios, Bebidas,  
 Bromatologia, Sal Mineral, Vinteapça, Ração e Combustível.

Interessado: <b>TJMC Empreendimentos</b>	
Localidade: <b>Av. Governador Valadares Nº 302 – Conj. 202 – Centro CEP: 38.610-000</b>	
Município: <b>Unai – MG</b>	
Natureza da Amostra: <b>Efluente Gasoso</b>	
Data da Coleta: <b>12/08/2011</b>	
Local da Coleta: <b>Rua das Magnólias Nº 245 – Distrito Industrial – CEP 38.610-000</b>	
Coordenadas Geográficas: <b>16° 19' 46,8" S / 46° 53' 43,1" O</b>	
Responsável Pela Coleta: <b>Eng. Mackson D'Anunciação – CREA: 1201948720 / Téc. Ary Neto</b>	
Acompanhante: <b>Engº Claristones Nunes / Engº Carlos Abreu / Sr. Jorge Borges</b>	
Chuvas nas últimas 24 horas: <b>Não</b>	
Laboratório: <b>197 / 2011</b>	Protocolo: <b>3500/ 2011</b>

(\*)Os dados de coleta abaixo referem-se as médias aritméticas relativas a oito horas de estudos ininterruptos.

**DADOS DE COLETA:**

 Temperatura ambiente: **32,0 °C**  
 Velocidade do ar: **6,0 m / s**  
 Umidade Relativa do ar: **34,00 %**  
 Direção dos Ventos: **Noroeste**  
 Rampa Térmica: **50,0 °C Início**  
**400,0 °C Final**

 Identificação da Coleta: **Pós Operacional – Forno de combustão em funcionamento – rampa de temperatura**

Ensaio	Unidade	Método	Norma Técnica	VMP (*)	Resultados	Interpretação		
						Aceitável	Alerta	Reprovado
HCl / Cl <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Cromatografia gasosa	CETESB L 8.231	< 0,50	0,12	X		
Dioxinas	µg/m <sup>3</sup>	Cromatografia gasosa	US EPA method 23	< 0,50	0,08	X		
Furancos	µg/m <sup>3</sup>	Cromatografia gasosa	US EPA method 23	< 0,50	0,07	X		
Chumbo (Pb)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	0,1	X		
Materiais particulado (**)	µg/m <sup>3</sup>	agv	US EPA method 5	< 70	40	X		
Mercurio (Hg)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 28	0,1	X		
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	IEC 1000-4-11	< 250	175	X		
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	IEC 1000-4-11	< 100	89	X		
Oxídeos de Azoto (NO <sub>x</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	quimiluminescência	IEC 1000-4-11	< 550	300	X		
Carbono Orgânico Total (TOC)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	IEC 1000-4-11	< 100	80	X		
Fumaça	µg/m <sup>3</sup>	Refletância	IEC 1000-4-11	< 100	50	X		
Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's)	µg/m <sup>3</sup>	Cromatografia gasosa	US EPA 8260	< 80	30	X		
Metano (CH <sub>4</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	Cromatografia gasosa	IEC 1000-4-11	< 100	45	X		
Cromo (Cr)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	1	X		
Prata (Ag)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	1	X		
Ferro (Fe)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	3	X		
Zinco (Zn)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	1	X		
Cobalto (Co)	µg/m <sup>3</sup>	IV nd	US EPA method 29	< 7	1	X		

(\*) partículas totais em suspensão

Agv = amostrador de grandes volumes

IV nd = Infravermelho não dispersivo

(\*) Valores orientadores para uma jornada média de 08 horas de funcionamento ( emissão atmosférica ).

Fonte: Resolução CONAMA 3, de 28 de Junho de 1990 combinado com a Resolução CONAMA 316 de 29 de Outubro de 2002.

*Mackson D'Anunciação*  
 Eng. Sanitarista / Químico  
**Cuiabá – MT; 22 de Agosto de 2011.**


**Analítica**

Análises Químicas &amp; Controle de Qualidade

 Anunciação & Anunciação Ltda.  
 CNPJ: 02.319.491/0001-63

 Análise de Solo, Água, Cálculo, Adubo, Minério, Bebidas,  
 Bromatologia, Sal Mineral, Vinhaça, Ração e Combustível.

## CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS

Interessado: <b>TJMC Empreendimentos</b>	
Localidade: <b>Av. Governador Valadares N° 302 – Conj. 202 – Centro CEP: 38.610-000</b>	
Município: <b>Unai – MG</b>	
Natureza da Amostra: <b>Cinzas de Combustão - Pirólise</b>	
Local da Coleta: <b>Cinzeiro do Forno de Combustão - TJMC Empreendimentos</b>	
Coordenadas Geográficas: <b>16° 19' 46,8'' S / 46° 53' 43,1'' O</b>	
Data da Coleta: <b>12/08/2011</b>	
Responsável Pela Coleta: <b>Eng. Mackson D'Anunciação – CREA: 1201948720 / Téc. Ary Martins Neto</b>	
Acompanhante: <b>Eng° Claristones Nunes / Eng° Carlos Abreu / Sr. Jorge Borges</b>	
Chuvas nas últimas 24 horas: <b>Não</b>	
Laboratório: <b>61 / 2011</b>	Protocolo: <b>3500 / 2011</b>

### 1. DADOS DA AMOSTRA:

 Aspecto: **Sólido com textura e granulometria indefinida**

 Cor: **Tons de negro a cinza**

 Teor de Umidade: **0,7%**

 Test Paint Filter: **O resíduo não apresentou líquido sobrenadante, realizou-se um processo de extração 1000 gramas de cinzas pós carbonização, para técnica de análises de lixiviação / solubilização e amostra bruta.**

### 2. METODOLOGIA APLICADA:

Os ensaios foram realizados de acordo com as NORMAS da ABNT:

NBR 10004 – Classificação de Resíduos sólidos

NBR 10005 – Ensaio de Lixiviação

NBR 10006 – Ensaio de Solubilização

NBR 10007 – Amostragem dos Resíduos Sólidos.

### 3. ORIGEM DO RESÍDUO:

A amostra é proveniente das atividades de pirólise de resíduos de serviço domésticos.

### 4. CONCLUSÃO:

 Tendo em vista os resultados obtidos, conforme a metodologia aplicada / laudos técnicos, atestamos e classificamos o material analisado (Cinzas de pirólise) **Como Resíduo Classe II B – Inerte.**

Cuiabá – MT; 22 de Agosto de 2011

Mackson R. D'Anunciação  
 Eng. Sanitarista / Químico  
 CRO - 14306834 / CREA 1201948720


**Análítica**

 Anunciação & Anunciação Ltda.  
 CNPJ: 02.319.491/0001-63

 Análise de Solo, Água, Calcário, Adubo, Minério, Bebidas,  
 Bromatologia, Sal Mineral, Vinhaça, Ração e Combustível.

**Laboratório: 61 / 2011**

Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10004:2004 MB VMP <sup>(2)</sup>	Método Analítico	Resultado
Teor de Sólidos (%)	---	%	---	NBR 10.005	96,50

**NBR 10.004 - Parâmetros na Massa Bruta**

Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10004:2004 MB VMP <sup>(2)</sup>	Método Analítico	Resultado
Cianeto (como HCN)	---	mg/Kg	250	SM21 4500- CNF	< 0,001
pH	---	---	2≤pH≤12,5	SM21 4500- H <sup>+</sup> B	8,60
Ponto de Fulgor	---	°C	< 60	ASTM D93-99	64
Sólidos Totais	---	g/g	---	SM21 2540 C	990,5
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S)	[18496-25-8]	mg/Kg	500	SM21 4500- S <sub>2</sub> G	265

Tipo de Amostra	Identificação da Amostra
NBR 10005/2004 - Lixiviado	Ensaio em amostras de resíduo

**NBR 10.005 - Lixiviado - Dados de Preparo**

Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10005:2004 VMP <sup>(2)</sup>	Método Analítico	Resultado
Massa da Amostra Pesada	---	g	---	NBR 10.005	1000
pH após a Adição do Ácido	---	---	---	SM21 4500- H <sup>+</sup> B1	4,00
pH da Amostra	---	---	---	SM21 4500- H <sup>+</sup> B	3,86
pH Final do Extrato Lixiviado	---	---	---	SM21 4500-H <sup>+</sup> B	4,92
Solução de Extração	---	---	---	NBR 10.005	Etanol 70%
Tempo de Lixiviação	---	---	---	NBR 10.005	3 h
Teor de Sólidos Secos (%)	---	---	---	SM21 2540 B	95,14
Volume de Lixiviado Obtido	---	---	---	NBR 10.005	500 mL

**NBR 10.005 - Lixiviado - Parâmetros Inorgânicos**

Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10005:2004 VMP <sup>(2)</sup>	Método Analítico	Resultado
Arsênio	[7440-38-2]	mg/L	1	SM21 3120 B	< 0,001
Bário	[7440-39-3]	mg/L	70	SM21 3120 B	< 0,001
Cádmio	[7440-43-9]	mg/L	0,5	SM21 3111 B	< 0,001
Chumbo	[7439-92-1]	mg/L	1	SM21 3111 B	< 0,001
Cromo Total	[7440-47-3]	mg/L	5	SM21 3111 B	< 0,001
Fluoretos	---	mg/L	150	SM21 4500-F C	< 0,001
mercúrio	[7439-97-6]	mg/L	0,1	EPA 7470 A	< 0,001
Prata	[7440-22-4]	mg/L	5	SM21 3111 B	< 0,001
Selênio	[7782-49-2]	mg/L	1	SM21 3120 B	< 0,001

*Mackson R. D. Anunciação*  
**Cuiabá - MT; 22 de Agosto de 2011**  
 CRO 16500234 / CREA 1201948730

Escritório: Avenida Fernando Gentil da Costa nº 4.187 - Caspá - CEP 78080-000 - Fone/Fax: (65) 3661-1199/ 3661-9206 - Cuiabá - Mato Grosso  
 Laboratório: Rua Tremembé, nº 151 - Coqueiros - CEP 78085-190 - Fone/Fax: (65) 3661-7796 - Dourados - Mato Grosso - anapa@terra.com.br - www.analiticant.com.br  
 Filial: Av. Integrados, nº 3.029 - Barro Preto e Silva - CEP 78.905-709 - Porto Velho - Rondônia - Fone/Fax: (69) 3223-0302 - analitica@terra.com.br



Análises Químicas & Controle de Qualidade

Anuniação & Anuniação Ltda.  
CNPJ: 02.319.491/0001-63

Análise de Solo, Água, Calcinó, Adubo, Minério, Bebidas,  
Bromatologia, Sal Mineral, Vinhaça, Ração e Combustível.

Laboratório: 61 / 2011

NBR 10.005 - Lixiviado - Parâmetros Orgânicos					
Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10005:2004 VMP (2)	Método Analítico	Resultado
1,1-Dicloroetileno	[75-35-4]	mg/L	3	EPA 8260 B	< 0,0001
1,2-Dicloroetano	[107-06-2]	mg/L	1	EPA 8260 B	< 0,0001
1,4-Diclorobenzeno	[106-46-7]	mg/L	7,5	EPA 8260 B	< 0,0001
2,4,5-T	[93-76-5]	mg/L	0,2	EPA 8270 D	< 0,0001
2,4,5-TP	[93-72-1]	mg/L	1	EPA 8270 D	< 0,0001
2,4,5-Triclorofenol	[95-95-4]	mg/L	400	EPA 8270 D	< 0,0001
2,4,6-Triclorofenol	[88-06-2]	mg/L	20	EPA 8270 D	< 0,0001
2,4-D	[94-75-7]	mg/L	3	EPA 8270 D	< 0,0001
2,4-Dinitrotolueno	[121-14-2]	mg/L	0,13	EPA 8270 D	< 0,0001
Aldrin e Dieldrin	[309-00-2][60-57-1]	mg/L	0,003	EPA 8081 A	< 0,0001
Benzeno	[71-43-2]	mg/L	0,5	EPA 8260 B	< 0,0001
Benzo(a)pireno	[50-32-8]	mg/L	0,07	EPA 8270 D	< 0,0001
Clordano (isômeros)	[5103-71-9][5103-74-2]	mg/L	0,02	EPA 8081 A	< 0,0001
Clóreto de vinila	[75-01-4]	mg/L	0,5	EPA 8260 B	< 0,0001
Clorobenzeno	[108-90-7]	mg/L	100	EPA 8260 B	< 0,0001
Clorofórmio	[67-66-3]	mg/L	6	EPA 8260 B	< 0,0001
Cresol Total	[108-39-4][95-48-7][106-44-5]	mg/L	200	EPA 8270 D	< 0,0001
DDT (p,p-DDT + p,p-DDE + p,p-DDD)	[72-54-8][72-55-9][50-29-3]	mg/L	0,2	EPA 8081 A	< 0,0001
Endrin	[72-20-8]	mg/L	0,06	EPA 8081 A	< 0,0001
Heptacloro e seu epóxido	[76-44-8][1024-57-3]	mg/L	0,003	EPA 8081 A	< 0,0001
Hexaclorobenzeno	[118-74-1]	mg/L	0,1	EPA 8081 A	< 0,0001
Hexaclorobutadieno	[87-68-3]	mg/L	0,5	EPA 8260 B	< 0,0001
Hexaclorocetano	[87-68-3]	mg/L	3	EPA 8270 D	< 0,0001
Lindano (g BHC)	[58-89-9]	mg/L	0,2	EPA 8081 A	< 0,0001
m-Cresol	[108-39-4]	mg/L	200	EPA 8270 D	< 0,0001
Metilacetona	[78-93-3]	mg/L	200	EPA 8260 B	< 0,0001
Metoxicloro	[72-43-5]	mg/L	2	EPA 8081 A	< 0,0001
Nitrobenzeno	[98-95-3]	mg/L	2	EPA 8270 D	< 0,0001
o-Cresol	[95-48-7]	mg/L	200	EPA 8270 D	< 0,0001
p-Cresol	[106-44-5]	mg/L	200	EPA 8270 D	< 0,0001
Pentaclorofenol	[87-86-5]	mg/L	0,9	EPA 8270 D	< 0,0001
Piridina	[110-86-1]	mg/L	5	EPA 8260 B	< 0,0001
Tetracloro de Carbono	[56-23-5]	mg/L	0,2	EPA 8260 B	< 0,0001
Tetracloroetileno	[127-18-4]	mg/L	4	EPA 8260 B	< 0,0001
Toxafeno	[8001-35-2]	mg/L	0,5	EPA 8081 A	< 0,0001
Tricloroetileno	[79-01-6]	mg/L	7	EPA 8260 B	< 0,0001

Cuiabá - MT; 22 de Agosto de 2011

Eng. Sanitarista / Químico  
CRO: 16300024 / CREA: 1261948730

Escritório: Avenida Fernando Costa da Costa nº 4.187 - Goiabá - CEP 78260-000 - Fone/Fax: (65) 3661-1193/ 3661-6006 - Cuiabá - Mato Grosso  
Laboratório: Rua Tremembé, nº 151 - Capelinha - CEP 78085-190 - Fone/Fax: (65) 3661-7700 - Cuiabá - Mato Grosso - asaqa@terra.com.br - www.analitica.com.br  
Filial: Av. Imigrantes, nº 3.029 - Bairro Costa e Silva - CEP 78.903-715 - Porto Velho - Rondônia - Fone/Fax: (65) 3223-0802 - analitica@terra.com.br


**Análítica**

Análises Químicas &amp; Controle de Qualidade

 Anunciação & Anunciação Ltda.  
 CNPJ: 02.319.491/0001-63

 Análise de Solo, Água, Calcário, Adubo, Minério, Bebidas,  
 Bromatologia, Sal Mineral, Vinhaça, Ração e Combustível.

**Laboratório: 61 / 2011**

NBR 10.006 - Solubilizado - Parâmetros Orgânicos					
Parâmetro	CAS	Unidade	NBR 10006:2004 VMP <sup>(1)</sup>	Método Analítico	Resultado
2,4,5-T	[93-76-5]	mg/L	$2,0 \times 10^{-3}$	EPA 8270 D	$< 1,0 \times 10^{-4}$
2,4,5-TP	[93-72-1]	mg/L	0,03	EPA 8270 D	$< 0,01$
2,4-D	[94-75-7]	mg/L	0,03	EPA 8270 D	$< 0,01$
Aldrin e Dieldrin	[309-00-2][60-57- 1]	mg/L	$3,0 \times 10^{-5}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-5}$
Clordano (isômeros)	[5103-71-9][5103- 74-2]	mg/L	$2,0 \times 10^{-4}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-4}$
DDT (isômeros)	[72-54-8][72-55- 9][50-29-3]	mg/L	$2,0 \times 10^{-3}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-3}$
Endrin	[72-20-8]	mg/L	$6,0 \times 10^{-4}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-4}$
Heptacloro e seu epóxido	[76-44-8][1024-57- 3]	mg/L	$3,0 \times 10^{-5}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-5}$
Hexaclorobenzeno	[118-74-1]	mg/L	$1,0 \times 10^{-3}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-3}$
Lindano (g BHC)	[58-89-9]	mg/L	$2,0 \times 10^{-3}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-3}$
Metoxicloro	[72-43-5]	mg/L	0,02	EPA 8081 A	$< 0,01$
Toxafeno	[8001-35-2]	mg/L	$5,0 \times 10^{-3}$	EPA 8081 A	$< 1,0 \times 10^{-3}$

**NOTAS**  
<sup>(1)</sup> VMP = Valor Máximo Permitido.

Cuiabá – MT; 22 de Agosto de 2.011

Macleson R. D. Anunciação  
 Eng. Sanitarista / Químico  
 CRO 14306824 / CREA 1201948720



**Analítica**

Anunciação & Anunciação Ltda.  
CNPJ: 02.319.491/0001-63

Análises Químicas & Controle de Qualidade  
Análise de Solo, Água, Calcário, Adubo, Minério, Betedós,  
Bromatologia, Sal Mineral, Vinhaça, Ração e Combustível.

### Diagnósticos Conclusivos

De acordo com os Resultados analíticos encontrados, atestamos:

- 1 – O Rendimento / eficiência térmica do Forno de Carbonização para o Teste de Queima foi de 88,00%;
- 2 – A eficiência de combustão no Teste de Queima oscilou entre 88,00% a 90,00 % e dependeu do teor de umidade dos Resíduos Sólidos Carbonizados;
- 3 - Os gases resultantes foram totalmente absorvidos em razão da boa mistura (combustível / comburente) e do tempo de residência nas câmaras de combustão;
- 4 – A emissão atmosférica lançada pela unidade de Carbonização da TJMC Empreendimentos, no Teste de Queima está de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 03 e CONAMA 316 e enquadra dentro da legislação municipal, estadual e federal pertinentes e citados, não havendo traços de poluentes perigosos e / ou insalubres sendo emitidos na atmosfera alta e na atmosfera baixa;
- 5- A eficiência de redução de massa / volume atingiu 85,00 %;
- 6- As cinzas resultantes da combustão do Forno de Carbonização modelo ALFA I – Série NL9850-17, foram classificadas de acordo com a NBR10004, NBR 10005, NBR 10006 e NBR 10007 como classe II B - Inertes, podendo ser destinado ao aterro sanitário.
- 7- Por ser um protótipo ainda em fase de ajustes e de alinhamento termoquímico no sistema de combustão, recomendamos monitoramento atmosférico – análises da Qualidade do ar semestralmente para evidenciação da Lei de Hess.

Por ser expressão da verdade, firmo o presente.

*Mackson R. D. Anunciação*  
Eng. Sanitarista / Químico

**Prof. DSC Mackson Ronny de Oliveira D'Anunciação**  
Engenheiro Sanitarista – Ambiental – Químico  
CREA 1201948720  
CRQ 16300024