



## DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO ATERRO MUNICIPAL DE ANGATUBA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.VIII-005>

Larissa Maria de Oliveira Leite Vieira (\*), Frederico Guilherme de Souza Beghelli

\* Tecnóloga em Gestão Ambiental, FATEC Itapetininga- larissa.vieira2@fatecitapetininga.edu.br

### RESUMO

Angatuba é um município localizado no interior do estado de São Paulo, com 1.027,288 Km<sup>2</sup> de área territorial. O principal setor de atividade econômica é o agropecuário. O município conta com aterro municipal no bairro Aterrado. O gerenciamento e destinação inadequada de resíduos podem gerar uma série de problemas socioambientais contribuindo para o aquecimento global, contaminação de recursos hídricos, proliferação de doenças e ocupação inadequada do espaço. Em geral, países desenvolvidos apresentam maiores níveis de reciclagem, mas também de consumo e países em desenvolvimento ou pouco desenvolvidos, maiores problemas com relação à destinação final. Com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estava prevista a erradicação dos lixões no Brasil, porém, a determinação não foi cumprida e com a lei 14 026/2020 o prazo foi estendido e escalonado. Estima-se a perda de R\$ 8 bilhões de reais ao ano pela não reciclagem no Brasil. No presente estudo foi feito um diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos que chegam ao aterro municipal de Angatuba-SP. Foram calculados de peso específico, e geração per capita bem como feita análise gravimétrica. Constatou-se o predomínio de resíduos orgânicos no aterro, com baixa proporção de recicláveis indicando eficiência na coleta seletiva. Devido a composição do material no aterro, sugere-se a implementação de compostagem no município, bem como educação ambiental continua para os moradores locais. Os dados apresentados poderão ser utilizados para atualização do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos ou ainda servir como parâmetro para futuras análises ou realização de estimativas em municípios de pequeno porte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos-sólidos, Aterro-Controlado, Reciclagem, Lixo, Angatuba.

### ABSTRACT

The city of Angatuba is located in San Paulo state. The city occupies an area of 1,027.288 Km<sup>2</sup>. Agriculture and cattle are the economic activities that are predominant in there. Angatuba city has a municipal landfill placed at Aterrado district. The unappropriate management or the final deposition of garbage may cause many social and environmental problems including contribution to global warming, water pollution, the spread of diseases and land losses. In a general way, high-income countries are more efficient in recycling. However, such countries generally have higher consuming rates. The midle and low-income countries, generally have more problems in giving adequate final destination to their garbage. In Brazil, according to the National Solid Waste Policy law, landfills without features to protect water and soil from pollution coming from garbage (sanitary landfills) should have been eradicated until 2014. Nevertheless, the deadline was not fulfilled and federal law 14 026/2020 extended and escalated the deadline to the eradication of landfills that were not sanitary landfill. It is calculated that Brazil losses R\$ 8 million per year as consequence of recycling gaps. In the present work we presented a diagnostic of urban solid waste that are deposited in the landfill of Angatuba, San Paulo. We calculated specific weight, the per capita waste production and gravimetric composition. There was noted that organic matter is predominant in the landfill. The recyclable material were not significative in landfill what may serve as an evidence of efficiency of the selective garbage collection. Considering gravimetric composition, we suggest the implementation of organic matter composting in the city as also continuous environmental education. The following data may be used to enhance of the Municipal Plan of Solid Waste Management or it can be used as parameter to future analysis or to produce estimatives for small cities.

**KEY WORDS:** Solid waste, Landfill, Recycling, Garbage, Angatuba.

### INTRODUÇÃO



O município de Angatuba, localiza-se no interior do estado de São Paulo a 40 km do município de Itapetininga. Trata-se de um município de pequeno porte, com população estimada de 25724 pessoas (IBGE 2021). O presente estudo foi realizado junto ao Aterro Municipal de Angatuba em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente do município com o intuito de gerar subsídios para gestão dos resíduos e atualização do Plano Municipal de Resíduos Sólidos. As análises de campo foram realizadas no período de 14 de setembro de 2020 a 31 de maio de 2021. O estudo gerou dados de diagnóstico baseando-se no trabalho de Rezende *et al.* (2013) com modificações na metodologia. A gravimetria permite que seja possível indicar componentes relacionados com o total de peso dos resíduos e o peso específico representa o peso por unidade de volume ocupado (REZENDE, *et al.* 2013).

A gravimetria serve de base para estimativa de eficiência da reciclagem, cálculos para geração de renda bem como dados para estudo da viabilidade da implementação de compostagem ou biodigestão. O cálculo de peso específico gera dados para cálculo do tempo de vida do aterro, dimensionamento de células de lixo ou frota de caminhões.

De acordo com World Bank (2018), estima-se que a produção média mundial de resíduos sólidos urbanos (RSU) seja de 2,01 bilhões de toneladas por ano, por dia pode-se variar de 0,11 a 4,54 Kg per capita. As projeções para 2030 são de 2,29 bilhões de toneladas e para 2050 de 3,40 bilhões de toneladas/ano, considerando-se a taxa de urbanização mundial.

Ainda de acordo com World Bank (2018) a geração per capita no Brasil é de 1,04 Kg por dia. Em 2010 a geração de resíduos per capita foi de 348 Kg/ano com aumento para 379 kg/ano em 2019. Para 2050 a projeção é de aumento de 50% na geração de RSU (ABRELPRE, 2020). Portanto, pode-se observar que a geração de resíduos é um problema ambiental grave e que tende a se intensificar ao longo dos anos, fazendo-se necessária uma gestão eficiente e sustentável da questão. As formas mais comuns de deposição final dos resíduos são os métodos de deposição sobre o solo. Partindo da forma com maiores riscos de danos ambientais e para a saúde pública para a forma mais adequada de deposição de resíduos temos os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Nos lixões o resíduo é descartado sem a devida preparação do solo e isolamento do material o que favorece a ocorrência de danos graves sobre o solo, o ar e especialmente recursos hídricos próximos ao local de descarte. Além disso, por não haver cobertura dos resíduos, lixões são uma séria ameaça à saúde da população. Os aterros controlados, continuam com a problemática de poluição de solo e dos recursos hídricos, porém, diferem dos lixões devido a abertura de valas onde são despejados os resíduos que são posteriormente cobertos com uma camada de terra. Estas duas formas, são formas ambientalmente inadequadas de deposição de resíduos. Já os aterros sanitários são definidos pela CETESB (2017), como “uma obra de engenharia que tem como objetivo acomodar no solo resíduos no menor espaço prático possível, causando o menor dano possível ao meio ambiente ou à saúde pública”, neste tipo de aterro há a cobertura do solo por uma manta impermeável, coleta de gases, lixiviado e águas pluviais. Dentre as formas de deposição sobre o solo, os aterros sanitários são a única forma considerada ambientalmente adequada e que atende às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Brasil, 2010). Todavia, de acordo com a atualização da PNRS pela lei Marco do Saneamento Básico - lei 14026 de 2020 no artigo 51, Angatuba pelo seu porte teria o prazo limite até 2023 para adequação de seu aterro.

## OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo realizar a diagnóstico e caracterização do aterro do município de Angatuba-SP, realizar análise gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e de serviços direcionados ao aterro municipal, assim gerando subsídios para auxiliar a atualização do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Angatuba, além de estimar a geração per capita de resíduos sólidos urbanos gerados no município.

## METODOLOGIA

Para este trabalho, utilizaremos a definição para RSU em conformidade com a PNRS (Brasil, 2014) e o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (São Paulo, 2020), que excluem os grandes geradores e resíduos da construção civil da categoria RSU.

A determinação da geração per capita de resíduos destinados ao aterro municipal foi estimada a partir da pesagem de dois caminhões, nos dias 14/09/20 e 05/11/20, da coleta municipal de resíduos com destino ao aterro municipal.

O peso líquido médio obtido foi multiplicado pelo total de caminhões que circulam por semana (17 caminhões). Este valor foi dividido por sete, para assim estimar a geração média diária com destino ao aterro.

O valor resultado médio mensal foi estimado multiplicando-se o valor diário por 30,416, considerando-se 365 dias de um ano distribuídos em 12 meses para cálculo de um mês médio.

Por fim, foi calculada a geração per capita de resíduos destinados ao aterro considerando-se 70% da população como urbana (ANGATUBA, 2012) e os dados mais recentes do IBGE para população (estimativa para 2020 com base no Censo 2010).



Para determinação da composição gravimétrica, foram realizadas três visitas, nos dias 14/09/20, 05/11/20 e 26/03/21, ao aterro municipal de Angatuba-SP. Foram consideradas as seguintes classes de materiais: rejeito (material não recolhido pela Associação de Reciclagem do Município), isopor, metal, tecido, plástico mole, orgânico, saco de cereais e embalagem longa vida.

No aterro foram realizadas dez pesagens em um recipiente com 27 L de capacidade volumétrica em uma balança com capacidade máxima de 150 kg. Esta balança foi nivelada e o peso líquido calculado. O peso específico foi determinado dividindo-se o valor médio das pesagens pelo volume do recipiente.

As mesmas amostras foram dispostas sobre o solo e separadas em seus diferentes componentes, novamente pesados, para determinação da composição gravimétrica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se em todos os dias de amostragem, que o método para deposição dos resíduos utilizado é a deposição em valas diretamente no solo, sem a presença de manta ou tratamento específico, o que caracteriza situação de aterro controlado (figura-1).



**Figura 1-Vala aberta para deposição de resíduos**

Fonte: elaboração própria

Com base nas estimativas realizadas, chegou-se a uma quantidade mensal de resíduos de 335,36 t/mês. A geração per capita calculada foi de 0,30 kg/dia, que foi gerada através da divisão do total pela população com base na geração total diária. Este valor situa-se bem abaixo da média nacional estimada pelo World Bank (2018) que é de 1,04 kg/dia. A CETESB utiliza os valores determinados pela Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (São Paulo, 2020) que estima 0,8 kg/hab.dia para municípios com população entre 25 e 100 mil habitantes. A geração aqui calculada provavelmente reflete fatores como o porte da cidade e/ou economia local.

Além disso, destaca-se que neste estudo não foram considerados os materiais que tiveram como destino a reciclagem, pois estes retornam ao sistema produtivo. Porém, mesmo considerando-se esta diferença, a geração permaneceria baixa, o que pode refletir uma multiplicidade de fatores incluindo algum efeito de sazonalidade ou regionalismo não captados pelas amostragens realizadas neste estudo.

Todavia, a hipótese de haver um viés significativo de amostragem não parece provável ou ao menos não ter um efeito significativo. Considerando-se os dados anteriores, registrados no Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Angatuba (Angatuba, 2012), se considerarmos somente os resíduos denominados no diagnóstico como “orgânicos”, o valor na época seria de, aproximadamente, 0,355 kg/dia.hab ou de 0,429 considerando-se os recicláveis. A proximidade com a estimativa anterior, revela ser esta uma realidade do município. Considerando-se os dois anos nossos dados indicam uma melhoria no gerenciamento de resíduos.



O valor atual pode ser indicativo de melhoria no sistema de segregação e reciclagem, aumento no percentual de materiais recicláveis gerados e corretamente destinados à reciclagem (na época do diagnóstico foi estimado em 90% de matéria orgânica) ou outros fatores relacionados aos hábitos de consumo e descarte, conscientização ambiental, fatores econômicos dentre outros. Hábitos como a queima domiciliar de resíduos a céu aberto também podem estar relacionados ao valor abaixo da média nacional.

Com relação ao peso específico, este variou de 0,22 a 0,50 Kg/L, com média de 0,321 Kg/L considerando-se as três amostragens.

**Tabela 1-Amostra de pesagens dos resíduos**

Amostra	14/09/20	05/11/20	26/03/21
1	7	2,7	60
2	5,8	3,2	7,35
3	11,3	5,4	7
4	10,2	8,6	12,45
5	5,5	6,1	7
6	3,6	7,4	4,75
7	5,8	8,6	12,55
8	7,3	7,1	6,6
9	6	7,7	8,2
10	3,5	3,6	7,8
<b>MÉDIA</b>	6,6	6,04	13,37
<b>PE (Kg/L)</b>	0,24	0,22	0,50

Fonte: Elaboração própria  
\*peso em Kg.

As variações observadas nos pesos específicos de cada amostra, devem-se às características distintas dos resíduos. Foi registrado peso específico significativamente superior na terceira amostragem, caracterizada por maior proporção de matéria orgânica (Tabela 2). A matéria orgânica tem seu peso, quando ainda fresca, determinado principalmente pelo seu elevado teor de água, este valor irá se reduzir com liberação de líquido por evaporação ou durante a decomposição (AUGUSTO, *et al.* 2009).

Como são bairros distintos o diferente peso específico e composição, podem ser atribuídos ao exercício de diferentes atividades ou condições socioeconômicas. A composição, produção e quantidade do lixo tendem a variar de acordo com níveis de renda e sazonalidade de acordo com a localização da cidade (OZCAN, *et al.* 2016).

Nota-se ainda, com relação à gravimetria, que o principal componente dos resíduos que chegam ao aterro em todos os casos, foi a matéria orgânica sendo os rejeitos o segundo componente de maior relevância, o que indica que processos de segregação e reciclagem na cidade podem ser considerados como eficientes com base nas amostras analisadas (Tabela 2).

**Tabela 2-Análise gravimétrica**

Materiais	Gravimetria					
	14.set.20		05.nov.20		26.mar.21	
	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
<b>Plástico</b>	2,1	3%	1,2	3%	7,55	10%
<b>Rejeito</b>	14,6	24%	21,2	45%	5,7	7%
<b>Metais</b>	0,5	1%	0,8	2%	0,45	1%
<b>Tecido</b>	10,5	17%	1,7	4%	4,15	5%
<b>Orgânico</b>	32,7	54%	22,2	47%	58	73%
<b>Isopor</b>	-	-	<1	<2%	0,85	1%
<b>Saco de milho e caixa longa vida</b>	-	-	<1	<2%	-	-
<b>Papel e papelão</b>	-	-	-	-	<1	<2%
<b>Borracha</b>	-	-	-	-	2,3	3%

Fonte: Elaboração própria

## CONCLUSÕES



O município apresenta baixa geração per capita de resíduos sólidos urbanos. Tal valor provavelmente reflete melhoria no sistema de reciclagem, mas também sugere necessidade de investigação, podendo haver outros fatores, incluindo destinação inadequada nos bairros. Os resíduos de matéria orgânica são o componente mais significativo. Assim sendo, recomenda-se o estudo de realização de compostagem pelo município. Com bases nos dados obtidos, a reciclagem ocorre de forma eficiente. Há de se pensar na possibilidade de reciclagem de tecidos. Com relação específica ao aterro recomenda-se a impermeabilização das valas, coleta de gases e percolados com demais adequações necessárias conforme NBR 13896. Ficam as informações disponíveis para uso do município e quaisquer interessados.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem aos CNPq pelo auxílio financeiro e à Secretaria de Meio Ambiente de Angatuba, em especial à colaboração prestada pela então secretária de meio ambiente Dra. Laíne Silveira Correa para realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE, 2020. Panorama 2020: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil edição 2020 com novo formato, novas análises e informações inéditas. **ABRELPE**, São Paulo, Dez. 2020.
2. AUGUSTO, K.V.Z. *et.al.* Redução de Volume e Peso Durante a Compostagem de Dejetos de Galinhas Poedeiras. Florianópolis, 2009.
3. ANGATUBA. Plano De Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos De Angatuba (SP). São Paulo, jul. 2012.
4. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2017.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 2021. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021.
6. OZCAN, H. K.; GUVENC, S. Y.; GUVENC, L.; DEMIR, G.. Municipal Solid Waste Characterization according to Different Income Levels: A Case Study. **Sustainability**, Turkey 2016.
7. REZENDE, J.H. *et.al.* Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **FATEC**, SP, v.18, n.1, p.11.
8. SÃO PAULO. 2020. Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo, 2020.
9. WORLD BANK. **What a waste**. Whashington, DC. 2018. 03-24-25-54p.