Ciências Ambientais

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Potencial econômico de plásticos recicláveis na cidade de Manaus (AM)

Antonio Claudio Kieling[1], Genilson Pereira Santana[2], Maria Cristina dos Santos[3], Camila Stephanie Santos da Silva[4], Chaenny Letícia da Silva Amorim[5], Joyce Rodrigues Pontes[6]

Resumo

O aumento do impacto ambiental dos descartes de Resíduos Urbanos obrigou o uso da reciclagem como forma de preservação ambiental. A geração de resíduos sólidos urbanos no planeta é em média 1,2 kg/pessoa/dia, no Brasil 1,06 kg e em Manaus 1,3 kg, acumulando na cidade, em 2015, 33.544 toneladas, sendo 13,4% plástico (4.495 toneladas) que acabaram descartadas no aterro sanitário, do km 19, da estrada AM-10. Este trabalho tem como objetivo contribuir para aumentar o acervo de informações da potencialidade de reciclagem de plásticos em Manaus e seu valor econômico. Para isso, foi realizado um levantamento junto a população de Manaus em seis zonas geográficas da cidade, cujos habitantes responderam sobre questões econômicas, tipos de resíduos gerados e os tipos de plásticos descartados. Os resultados mostraram que não existe uma sistemática para tratar da reciclagem e a coleta seletiva é muito incipiente. A distribuição de PET, PEAD e PP nas zonas de Manaus e seu valor econômico foram mapeados. O potencial apurado de reciclagem desses plásticos duros é de 1.125 toneladas mensais (13.495 toneladas/ano) e poderia gerar um valor econômico de R$ 3.843.925,00 (R$ 46.127.100,00/ano). As zonas Norte e Leste seriam as mais indicadas para programas de conscientização ambiental e coleta seletiva com foco na reciclagem.

Palavras Chave: Reciclagem PET, PEAD, PP, Resíduo Sólido Urbano, Valor Econômico

Economic potential of recyclable plastics in the city of Manaus (AM) The increase of the environmental impact of the discards of Urban Waste is forcing the use of the recycling as a form of environmental preservation. The generation of solid urban waste on the planet is on average 1.2 kg/person/day, in Brazil 1.06 kg and in Manaus 1.3 kg, accumulating 33,544 tons in the city in 2015, being 13.4% plastic (4,495 tons) that were eventually disposed of in the sanitary landfill at km 19 of the AM-10 road. This work aims to contribute to increase the collection of information on the potential of plastic recycling in Manaus and its economic value. For that, a survey was carried out with the population of Manaus in six geographical areas of the city, whose inhabitants answered on economic questions, types of waste generated and types of discarded plastics. The results showed that there is no systematics to deal with recycling and selective collection is very incipient. The distribution of PET, HDPE and PP in the zones of Manaus and their economic value were mapped. The recycling potential of these hard plastics is 1,125 tons per month (13,495 tons/year) and could generate an economic value of R$ 3,843,925.00 (R$ 46,127,100.00/year). The North and East zones would be the most suitable for environmental awareness programs and selective collection with a focus on recycling.

Keywords: Recycling PET, HDPE, PP, Urban Solid Waste, Economic Value.

[1] Professor Departamento Engenharia Mecânica, UEA, Manaus, AM, Brasil. E-mail: antonio.kieling@yahoo.com
[2] Professor Titular Departamento Química, ICE, UFAM, Manaus, AM, Brasil. E-mail: gsantana2005@gmail.com
[3] Professora Titular Departamento Parasitologia, ICB, UFAM, Manaus, AM, Brasil. E-mail: mcsantos@ufam.edu.br
[4] Acadêmica Engenharia Mecânica, UEA, Manaus, AM, Brasil. E-mail: cssds.eng@uea.edu.br
[5] Acadêmica Engenharia Mecânica, UEA, Manaus, AM, Brasil. E-mail: cldsa.eng@uea.edu.br
[6] Acadêmica Engenharia Mecânica, UEA, Manaus, AM, Brasil. E-mail: jrp.eng@uea.edu.br

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

1. Introdução

Resíduos são gerados pelo homem desde suas primeiras atividades, devida a utilização, transformação e modificação dos recursos naturais. A preocupação com a preservação dos recursos naturais começou com a conscientização de que muitos desses são finitos, não renováveis. O aumento dos impactos ambientais, que vem ocorrendo em todo planeta, obrigou o uso da reciclagem, que é uma boa alternativa para proteger o meio ambiente. A literatura reporta que, por dia, em média, cada pessoa do planeta gera cerca de 1,2 kg de Resíduo Sólido Urbano (RSU). Nas grandes cidades da América Latina e Caribe, por exemplo, a quantidade gerada de RSU pode chegar até a impressionantes 14 kg/pessoa/dia (HOORNWEG & BHADA-TATA, 2012).

No Brasil, a média de RSU gerada é de 1,06 kg/pessoa/dia (ABRELPE, 2016). Em Manaus, a geração de RSU é de 1,3 kg/habitante/dia; cerca de 70% são despejados em lixão ou aterros (MACHADO, SANTANA, SANTOS, 2008, SEMULSP, 2015). A coleta seletiva é uma atividade que tem atraído grande interesse da sociedade, tanto pela sua contribuição à sustentabilidade urbana como pela geração de renda, de cidadania e pela economia de recursos naturais que proporciona. Apesar de vários esforços das entidades públicas, a coleta seletiva ainda é incipiente em abrangência, ocorrendo em cerca de 41% dos municípios brasileiros tendo apenas 10% do que é potencialmente reciclável recolhido (CONKE; NASCIMENTO, 2018). Em Manaus, por exemplo, os efeitos dos resíduos podem ser detectados nos seus sistemas hídricos (SANTANA & BARRONCAS, 2007, OLIVEIRA e SANTANA, 2010)

A Lei no 12.305/2010 define a Política Nacional de Resíduos Sólidos e educação ambiental, enfatizando aspectos como a gestão integrada dos resíduos sólidos e a responsabilidade compartilhada entre governos e sociedade. Políticas públicas que se propõem a modificar comportamentos e práticas culturalmente enraizadas na população, referente ao manejo e gerenciamento do RSU, não se constrói apenas com a homologação de uma lei. Verifica-se que, para se alcançar a etapa do envolvimento popular efetivo, é necessária a implementação de políticas públicas de educação ambiental, focando na separação e descarte adequado dos resíduos na fonte geradora, o que evitaria a perda de qualidade dos materiais recicláveis e posterior reaproveitamento e reciclagem gerando renda e inserção social aos menos favorecidos (SILVA & SANTANA, 2010REIS; FRIEDE; LOPES, 2018).

Especificamente no caso de Manaus, houve várias tentativas de implantar a coleta seletiva. No período de 2005 a 2009 a coleta seletiva foi de 124 a 292 toneladas/mensalmente do total de resíduos sólidos coletadas pela SEMULSP (média 165,9 toneladas). A coleta seletiva foi usada em quatro programas implementados: 1) porta a porta – onde funcionários batiam de porta em porta coletando os materiais recicláveis em conjunto com associações de catadores em locais definidos (entre 47 e 179 toneladas/mês, média 87,3 toneladas); 2) pontos de entrega voluntária (PEV) do Aleixo e Dom Pedro – as pessoas entregavam voluntariamente seus recicláveis em pontos de coleta definidos (entre 20 e 32 toneladas/mês, média 28,2 toneladas); 3) coleta ponto a ponto – onde não existia o ‘porta a porta’, iniciando no prédio da Prefeitura e outros locais próximos, taludes de retenção, etc. (entre 12 e 18 toneladas/mês, média 15,3 toneladas) e 4) coleta centro comercial – acordo entre SEMULSP e Centro de Diretores Lojistas de Manaus (CDLM), onde o projeto piloto priorizou a região central em Manaus (entre 10 e 46 toneladas/mês, média 35,1 toneladas). Papel, papelão, vidro, plástico e metal são os materiais considerados recicláveis. A modalidade PEV é mais sustentável, evidenciado que não existe um sistema integrado de apoio a coleta seletiva em Manaus, onde os resíduos majoritariamente são depositados no lixão a céu aberto no aterro existente, no km 19, da estrada AM-10.

Apesar de existirem uma variedade imensa de embalagens descartadas no ambiente, as de plástico e papelão se destacam de maneira mais visível. Em Manaus, não existe por parte da população uma consciência ambiental. Existe lixo acumulado e jogado nos igarapés do

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Educandos e São Raimundo, demandando na época de cheias ações da SEMULSP de retirada constante de lixo desses locais. A literatura aponta para um potencial de reaproveitamento de 15,03% do resíduo sólido sendo que os plásticos duros representam 5,62% para reciclagem (SANTOS JÚNIOR, 2017).

Na área do Polo Industrial de Manaus (PIM) foi firmado acordo entre a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) e a *Japan International Cooperation Agency* (JICA), em 2016, para a avaliação das condições de manuseio e gestão dos resíduos industriais gerados no PIM com a definição de normas e procedimentos destinados ao descarte apropriado e gestão dos 3R (Redução, Reutilização e Reciclagem).

A gestão e o tratamento de resíduos plásticos produzidos pelo PIM é importante visto que as empresas pela certificação na norma ambiental ISO 14000 (em função da obrigatoriedade de certificação na norma ISO 9000 para usufruírem benefícios fiscais as empresas em geral certificam-se também na área ambiental) ficam muito mais conscientizadas e organizadas ao fato que esses recicláveis apresentam maior valor financeiro agregado. Ações de criação de uma Bolsa de Resíduos Industriais para negociação entre empresas, logística reversa e uso de sistemas de produção mais limpos se apresentam como alternativas. O PIM gerou resíduos industriais de 55.615 toneladas/ano em 2005 a 75.9625 toneladas/ano em 2010, sendo reportados, em 2012, a reciclagem de 47% do resíduo gerado (MEIRELLES, 2016). Isto demonstra que existem ações mais consolidadas de reciclagem na área industrial de Manaus em detrimento as áreas urbanas, por isso o foco da avaliação do potencial de reciclagem do Resíduo Sólido Urbano na cidade de Manaus, é a intenção central deste trabalho.

Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos residenciais foram avaliados, em Manaus, e poderiam gerar 1,4 kg/habitante de plástico com potencial reciclável, porém com muitas dificuldades de processamento devido ao complexo processo de separação de componentes eletroeletrônicos associados.

Além disso, o descarte do plástico de embalagens é um problema sério em nível mundial, dados mostram que 40% do plástico produzido é retirado do uso em até um ano após, sendo que cerca de 60 a 80% acabam atingindo os oceanos. A descoberta de uma vasta área de detritos plásticos, no centro do Giro do Oceano Pacífico Norte, com concentração de aproximadamente seis vezes maior que a de plâncton mostra a gravidade desta poluição gerada. Como resultado, verifica-se cada vez mais que peixes “alimentam-se” de plástico (SCHUYLER et al., 2018). Plásticos coletados em água e praias são caracterizados por terem grande variedade de polímeros descartados, sendo os mais abundantes o polipropileno (PP), o polietileno (PE) o policloreto de vinila (PVC) e o poliestireno (PS) (SOBRAL; FRIAS; MARTINS, 2011).

O objetivo deste trabalho foi de aumentar o acervo de conhecimento sobre a possibilidade da realização de reciclagem de plásticos, em Manaus, e avaliar o seu potencial econômico.

2. Materiais e Métodos

A coleta de dados referente a cadeia de descarte de plásticos foi concentrada no Resíduo Sólido Urbano (RSU) gerado pelos moradores de Manaus. Para a definição do tamanho da amostra, considerou-se dados do IBGE (2017) para a população de 2.130.264 pessoas em Manaus (1.248.752 acima de 16 anos). O valor da confiabilidade estatística considerada foi de 95%, o erro considerado para a estimativa foi de 4,0%, o percentual de homens 48% e de mulheres 52% (IBGE, 2017), perfazendo um total mínimo de 800 pessoas a serem entrevistadas nas seis zonas de aglomeração geográfica da cidade de Manaus (Norte, Sul, Centro Sul, Centro Oeste, Leste e Oeste). O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário com 23 perguntas abertas e fechadas, buscando-se informações relativas as características geográficas e econômicas das pessoas (idade, sexo, naturalidade, estado civil, escolaridade, quantidade de pessoas na residência, renda, tipo de moradia, bairro de residência) e também da cadeia de consumo e descarte de RSU (tipo do lixo, tipo de plástico, garrafas PET, garrafas óleo, garrafas água sanitária, garrafas desinfetante, embalagens de shampoo/condicionador/sabão líquido,

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

recipiente utilizado para armazenar lixo, aparência do depósito de lixo, coleta seletiva, separar o lixo e limpeza do bairro).

Os 823 entrevistados residem em 67 bairros diferentes, com a seguinte configuração (Figura 1): Cidade Nova (8,8%), Coroado (7,0%), Centro (4,6%), Alvorada (4,3%), Japiim (4,0%), Flores (3,6%), Parque 10 de Novembro (3,6%), Cachoeirinha (3,5%), Petrópolis (3,5%), São José Operário (3,2%), Compensa (2,6%), Novo Aleixo (2,6%), Nova Cidade (2,3%), Tarumã (2,1%), Planalto (2,0%), Jorge Teixeira (1,9%), Praça 14 de Janeiro (1,9%), Colônia Terra Nova (1,7%), Raiz (1,7%), Redenção (1,7%), Dom Pedro (1,5%), Lírio do Vale (1,5%), Santo Antonio (1,5%), São Francisco (1,5%), São Jorge (1,5%), Cidade de Deus (1,4%), Adrianópolis (1,2%), Aleixo (1,2%), Chapada (1,2%), Armando Mendes (1,1%), Gilberto Mestrinho (1,1%), Ponta Negra (1,1%), São Lázaro (1,1%), São Raimundo (1,1%), Zumbi dos Palmares (1,0%), Da Paz (0,9%), Distrito Industrial I (0,9%), Nossa Senhora das Graças (0,9%), Nova Esperança (0,9%), Amazonino Mendes (0,7%), Lago Azul (0,7%), Monte das Oliveiras (0,7%), Santa Etelvina (0,7%), Betânia (0,6%), Tancredo Neves (0,6%), Manoa (0,5%), Novo Israel (0,5%), Santo Agostinho (0,5%), São Geraldo (0,5%), Tarumã-açu (0,5%), Vila da Prata (0,5%), Crespo (0,4%), Morro da Liberdade (0,4%), Presidente Vargas (0,4%), Santa Luzia (0,4%), Colônia Oliveira Machado (0,2%), Distrito Industrial II (0,2%), Educandos (0,2%), Grande Vitória (0,2%), Mauazinho (0,2%), Nossa Senhora Aparecida (0,2%), Puraquequara (0,2%), União da Vitoria (0,2%), Colônia Antonio Aleixo (0,1%), Colônia Santo Antônio (0,1%), Glória (0,1%) e Vila Buriti (0,1%). Estes percentuais abordados nas entrevistas estão em concordância com a amostragem proposta inicialmente de avaliar ao menos 800 pessoas.

Os entrevistados na cidade de Manaus apresentaram idade variando de 16 a 69 anos, com uma média de 25,5 (±9.0) anos. A maioria dos entrevistados estão na faixa de 17 a 25 anos de idade (69,4%), caracterizando a prevalência de jovens. Com relação ao sexo dos entrevistados, verificou-se que 57% são do sexo feminino, resultado que está de acordo com os dados do IBGE (2017) para a cidade de Manaus, que apresenta 52% de indivíduos do sexo feminino. A naturalidade foi a seguinte: 68,9% naturais de Manaus-AM, 2,7% de Parintins-AM, 1,5% de Belém-PA, 1,2% de Manacapuru-AM, 1,2% de Itacoatiara-AM e outras 95 cidades citadas por 24,5% dos entrevistados. Esses dados mostra uma migração considerável para a cidade (3 a cada 10 pessoas), demonstrando que o Polo Industrial de Manaus ainda atrai muita mão de obra para o estado do Amazonas. Com relação ao estado conjugal, 77,5% dos entrevistados são solteiros e 18,8% casados, 3,3% desquitados/divorciados e 0,4% viúvos. A maioria dos entrevistados sendo solteiros está alinhado com a informação de que são jovens e ainda não constituíram família.

A escolaridade informada variou de “ensino fundamental incompleto” até “ensino superior completo”. A predominância dos entrevistados é de “ensino superior incompleto” com 64,3%, 17,8% reportaram “ensino superior completo” e 16% “ensino médio completo”, levando a interpretação de que se trata de um perfil de jovens a busca de uma formação universitária que lhes permitam um futuro melhor. Verificou-se que 86,8% tem até cinco familiares residindo sob o mesmo teto, com preponderância de quatro pessoas (29,2%), três pessoas (25,1%) e 6,7% seis pessoas. Os entrevistados reportaram ganhos mensais variando de um até acima de 15 salários mínimos. A faixa de cinco a sete salários mínimos corresponde a 48,1% e acima de dez salários 23,1% das respostas. Referente ao tempo em que os entrevistados residem em Manaus, 75,3% informaram que residem a 10 anos ou mais na cidade, com 9,9% reportando de 5 a 10 anos. 3 a cada 4 pessoas entrevistadas residem a mais de 10 anos em Manaus**.**

Dos entrevistados, 94,5% responderam que residem em casas de alvenaria enquanto 3,8% residem em casas mistas (madeira/alvenaria) e os restantes 1,7% residem em casa de madeira, o que demonstra uma segurança frente as intempéries que são comuns na cidade de Manaus, principalmente na época das chuvas, o inverno manauara.

Este trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Humanos com parecer de número 96523518.8.0000.5020.

Ciências Ambientais

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

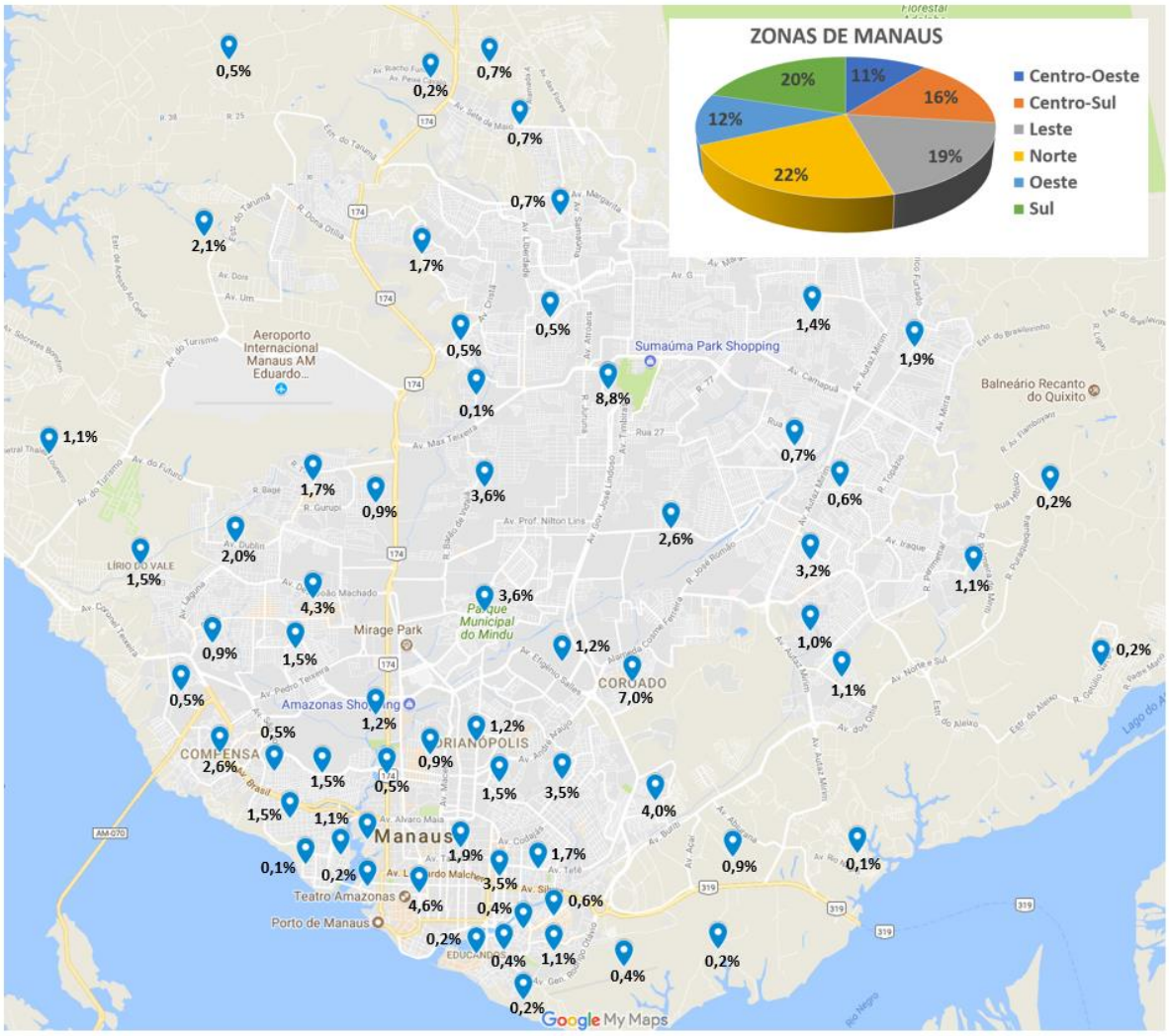

Figura 1 – Distribuição dos 823 entrevistados na cidade de Manaus referente ao descarte de resíduo sólido urbano (RSU).

3. Resultados e Discussão

3.1. Características geográficas e econômicas dos entrevistados em Manaus-AM

A Figura 2 mostra que 96% dos entrevistados reportaram que descartam material orgânico, 87% material plástico, 73% papéis, 47% embalagens de vidro e 41% embalagens de metal como resíduo em suas residências. Referente ao material plástico, 87% descartam garrafas PET, 87% embalagens de shampoo/condicionador de cabelo, 86% sacos plásticos, 82% garrafas de água sanitária, 79% garrafas de óleo de cozinha e desinfetante, 78% embalagens de sabão para louça, 69% potes de iogurte e 56% embalagens de sabonete líquido.

Para avaliação do potencial de reciclagem, neste trabalho o foco foram as embalagens de plásticos duros, que podem ser reciclados com mais facilidade que os plásticos moles. Na Figura 2 é possível verificar a quantidade de cada tipo de embalagem com plástico duro descartada e o seu percentual referente a amostragem realizada nos bairros de Manaus. Considerou-se que as embalagens de refrigerante e óleo comestível consumidas são fabricadas de PET, as embalagens de desinfetante, água sanitária e shampoos/condicionadores são fabricadas com PEAD, enquanto o PP está presente nas tampas de todas estas embalagens, com base no levantamento de campo realizado em supermercados de Manaus. Com relação as

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

embalagens PET, constata-se um descarte médio de 2,55 unidades semanais (11,04 unidades mensais), embalagens PEAD 0,55 unidades semanais (2,38 unidades mensais) e PP 3,10 tampas de embalagens semanais (13,42 tampas mensais), dados por pessoa entrevistada (per capita). Considerou-se também um peso médio unitário para as embalagens PET de 40 gramas, embalagens PEAD de 20 gramas e para as tampas de 2,9 gramas (valores médios estimados) e para a população de Manaus de 2.130.264 pessoas (IBGE, 2017) para a projeção do potencial reciclável. Estes dados apontam para as quantidades mensais de 940.178 kg de PET (940,18 toneladas), 101.547 kg de PEAD (101,55 toneladas) e 82.887 kg de PP (82,88 toneladas), totalizando 1.124.612 kg de plásticos duros recicláveis (1.124,61 toneladas) que são mensalmente descartados e acabam no lixão, da AM-10. Esta quantidade corresponde a 3,35% do RSU gerados em Manaus, em 2015 (SEMULSP, 2015). Este percentual está alinhado aos valores encontrados em grandes cidades para resíduo sólido, tais como Distrito Federal, Fortaleza e cidades do Sul de Minas Gerais (Tabela 3). O valor médio de percentual de plástico encontrado na análise gravimétrica do RSU, em Manaus, apresentada na Tabela 3.1 (13,4%) foi similar ao valor encontrado na Tabela 3.3 (11,4%) referente aos municípios brasileiros selecionados.

Os percentuais de materiais na análise gravimétrica mostrados na Tabela 1 e as quantidades de resíduos de coleta domiciliar de 2015 pela SEMULSP (Tabela 2) permitiu estimar as quantidades de resíduos recicláveis geradas diariamente e mensalmente em Manaus, cujos resultados são os seguintes (base 2015):

a) Plástico (13,4%): 222,04 toneladas/dia – 4.495,01 toneladas/mês
b) Papel/Papelão (16,2%): 268,43 toneladas/dia – 5.434,14 toneladas/mês
c) Panos/Estopa (3,0%): 49,71 toneladas/dia – 1.006,34 toneladas/mês
d) Metais (5,7%): 94,45 toneladas/dia – 1.912,06 toneladas/mês
e) Couro/Borracha (6,0%): 9,94 toneladas/dia – 201,23 toneladas/mês
f) Vidro (2,7%): 44,74 toneladas/dia, 905,72 toneladas/mês
g) Madeira (8,0%): 132,56 toneladas/dia – 2.683,57 toneladas/mês
h) Matéria Orgânica (43,4%): 719,14 toneladas/dia – 14.558,39 toneladas/mês
i) Outros (7,0%): 115,99 toneladas/dia – 2.348,12 toneladas/mês

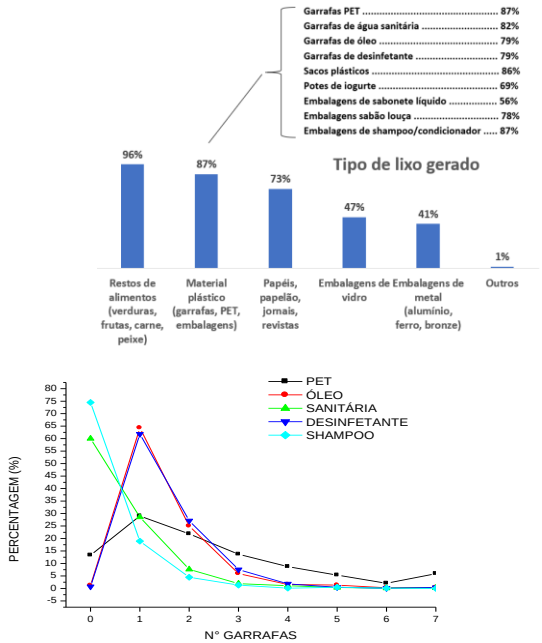

Figura 2 – Tipo de lixo gerado nas residências e embalagens plásticas descartadas semanalmente em Manaus-AM.

Por outro lado, dados da SEMULSP (2015) mostram que a quantidade de RSU seletivamente coletado é de apenas 0,1% (Tabela 2), o que sugere a necessidade de ações concretas urgentes na esfera ambiental para que este percentual aumente, tais como a proposta envolvendo Políticas Públicas para o Gerenciamento Ambiental em cinco etapas (PINTO, 2010): Sensibilização (motivação inicial), Compreensão (das características do ecossistema), Responsabilidade (pela preservação do ecossistema), Competência (ação proativa no ambiente) e Cidadania (mobilização de outras pessoas na prevenção de riscos ambientais). Essas ações combinadas com um planejamento de separação do resíduo domiciliar em duas partes (resíduo orgânico e outros) permitem ser facilmente selecionado em centros de triagem e processamento, gerando

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

renda e emprego para pessoas desempregadas, contribuindo para a diminuição do impacto negativo deste descarte que, atualmente, é direcionado ao lixão, da AM-10.

Tabela 1 – Análise gravimétrica percentual (%) de resíduos sólido urbano em Manaus.

Gravimetria RSU	Santos (2002)	Vilar (2013)	Santos Júnior (2017)	Nascimento (2017)	Média
Papel/Papelão	18,9	23,6	3,5	18,9	16,2
Plásticos	8,6	15,3	11,4	18,5	13,4
Panos/Estopa	2,6	0,0	9,5	0,0	3,0
Metais	4,3	7,4	7,6	3,6	5,7
Couro/Borracha	0,5	0,0	2,0	0,0	0,6
Vidro	2,2	4,6	2,1	2,0	2,7
Madeira	2,9	6,9	18,4	3,6	8,0
Matéria Orgânica	58,7	26,3	43,5	45,2	43,4
Pedra	1,2	0,0	0,0	0,0	0,3
Outros	0,0	16,0	2,0	8,2	6,6
Total	100,0	100,0	100	100,0	100,0

Tabela 2 – Quantidade de resíduos coletados, em Manaus, em 2015.

MODALIDADES	MASSA COLETADA	MÉDIA DIÁRIA	PARTICIPAÇÃO RELATIVA (%)
	--------- (toneladas/ano) ---------		
Coleta Domiciliar	402.535	1.657	63,2
Remoção Mecânica	118.693	523	18,6
Remoção Manual	88.988	366	14,0
Coleta de Poda	5.193	22	0,8
Coleta Hospitalar	800	4	0,1
Coleta Seletiva	478	2	0,1
Terceiros	20.319	84	3,2

Fonte: SEMULSP (2015)

3.2. Distribuição de pet, PEAD e pp nas zonas de Manaus e seu valor econômico

A distribuição do potencial de plástico duro, que pode ser reciclado mensalmente (1.124.612 kg/1.124,61 toneladas), seguiu a estimativa de população de Manaus (IBGE, 2017) proporcional a população de cada bairro componente das seis zonas existentes, nessa cidade (Norte, Leste, Sul, Oeste, Centro-Sul e Centro Oeste). Para a projeção do valor econômico potencial gerado considerou-se preços de R$ 3,50/kg para o PET e R$ 3,00/kg para o PEAD e PP, valores obtidos junto a empresas recicladoras e produtoras de peças plásticas injetadas do Polo Industrial de Manaus – PIM.

3.2.1. Contribuição do PET

A contribuição mensal do PET descartado por regiões da cidade e mostrado na Figura 3, cujo total 940.178 kg – R$ 3.290.623,00 se distribui como segue:

a) Região Norte (R$ 921.014,50 mensais): 28% do total de PET descartado (263.147 kg), destacando-se os bairros Cidade Nova (6,77% - 63.619 kg), Novo Aleixo (5,40% - 50.740 kg) e Cidade de Deus (3,92% - 36.838 kg).
b) Região Leste (R$ 823.406,50): 25% (235.259 kg), destacando-se os bairros Jorge Teixeira (6,31% - 59.283 kg), São José Operário (3,70% - 34.752 kg) e

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Gilberto Mestrinho (3,09% - 29.068 kg).

c) Região Sul (R$ 526.613,50): 16% (150.461 kg), destacando-se os bairros Japiim (2,98% - 28.030 kg), Petrópolis (2,30% - 21.643 kg) e Centro (1,85% - 17.428 kg).

d) Região Oeste (R$ 466.140,50): 14% (133.183 kg), destacando-se os bairros: Compensa (4,24% - 39.826 kg), Tarumã (1,57% - 14.735 kg) e São Jorge (1,21% - 11.367 kg).

e) Região Centro-Sul (R$ 280.787,50): 9% (80.225 kg), destacando-se os bairros Flores (2,69% - 25.261 kg), Parque 10 de Novembro (2,30% - 21.667 kg) e Aleixo (1,15% - 10.848 kg).

f) Região Centro-Oeste (R$ 272.660,50): 8% (77.903 kg), destacando-se os bairros Alvorada (3,61% - 33.938 kg), Redenção (1,96% - 18.469 kg) e Dom Pedro (0,95% - 8.965 kg).

Tabela 3 – Percentuais de plásticos encontrados no RSU em municípios selecionados.

LOCAL	RÍGIDO	MOLE	TOTAL	AUTOR
Rio de Janeiro-RJ	5,5	2,5	8,0	Prefeitura Rio de janeiro (2015)
Porto de Moz-PA	5,7	4,3	10,0	Souto, Raiman e Albino (2013)
Garibaldi-RS	6,2	2,6	8,9	Ferla (2016)
93 municípios do Brasil-1999/2008	4,6	8,9	13,5	IPEA (2012)
Maria da Fé-MG	n/d	n/d	12,2	Alkmin e Ribeiro Júnior (2016)
Municípios pequeno porte-SC	9,1	10,2	19,3	Dal Pont, Valvassori e Guadagnin (2013)
Pirambú-SE	n/d	n/d	18,2	Casado et al. (2010)
Cáceres-MT	2,0	2,7	4,7	Alcântara (2010)
Brasil	n/d	n/d	2,9	Souza e Guadagnin (2009)
Cocal do Sul- SC	4,8	12,9	17,7	Souza e Guadagnin (2009)
Nova Odessa-SP	5,0	1,0	6,0	Sousa (2015)
Criciúma-SC	9,0	14,0	23,0	Oenning et al. (2012)
Fortaleza-CE	2,1	4,6	6,7	Santos, Zanella e Silva (2008)
Salinas-MG	n/d	n/d	14,1	Costa et al. (2013)
Campo Mourão-PR	n/d	n/d	12,0	Gasques (2013)
Sul Minas Gerais-MG	3,5	3,0	6,5	Franco (2012)
Jaú-SP	3,6	5,9	9,5	Rezende et al. (2013)
Distrito Federal-DF	3,8	4,5	8,3	Gomes (2015)
Garanhuns-PE	n/d	n/d	15,0	Barreto, Melo e Paiva (2015)
		Média	**11,4**	

n/d = não disponível

3.2.2. Contribuição do PEAD

A contribuição mensal referente ao PEAD descartado, mostrada na Figura 4, por regiões da cidade (total 101.546 kg – 304.638,00) se distribui como segue:

a) Região Norte (R$ 85.266,00): 28% do total de PEAD descartado (28.422 kg), destacando-se os bairros Cidade Nova (6,77% - 6.871 kg), Novo Aleixo (5,40% - 5.481 kg) e Cidade de Deus (3,92% - 3.978 kg).

b) Região Leste (R$ 76.230,00): 25% (25.410 kg), destacando-se os bairros Jorge Teixeira (6,31% - 6.403 kg), São José Operário (3,70% - 3.753 kg) e Gilberto Mestrinho (3,09% - 3.140 kg).

c) Região Sul (R$ 48.750,00): 16% (16.250 kg), destacando-se os bairros

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Japiim (2,98% - 3.027 kg), Petrópolis (2,30% - 2.338 kg) e Centro (1,85% - 1.882 kg).

d) Região Oeste (R$ 43.155,00): 14% (14.385 kg), destacando-se os bairros: Compensa (4,24% - 4.302 kg), Tarumã (1,57% - 1.592 kg) e São Jorge (1,21% - 1.228 kg).

e) Região Centro-Sul (R$ 25.995,00): 9% (8.665 kg), destacando-se os bairros Flores (2,69% - 2.728 kg), Parque 10 de Novembro (2,30% - 2.340 kg) e Aleixo (1,15% - 1.172 kg).

Região Centro-Oeste (R$ 25.242,00): 8% (8.414 kg), destacando-se os bairros Alvorada (3,61% - 3.666 kg), Redenção (1,96% - 1.995 kg) e Dom Pedro (0,95% - 968 kg)

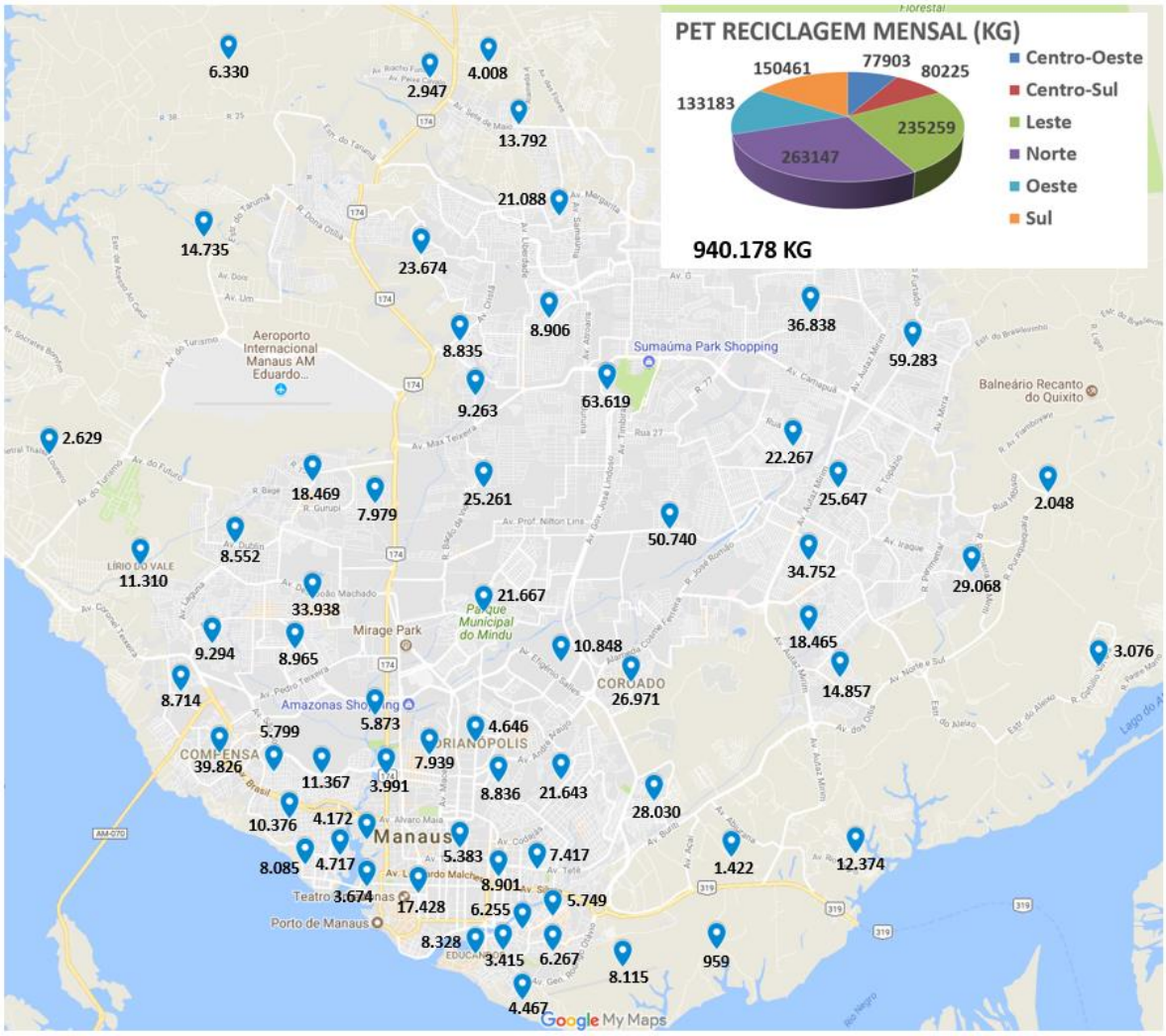

Figura 3 – Potencial mensal de garrafas PET para reciclagem em Manaus-AM.

3.2.3. Contribuição do PP

Verifica-se na Figura 5 que a contribuição mensal referente ao PP descartado por regiões da cidade (total 82.888 kg – R$ 248.664,00) se distribui como segue:

a) Região Norte (R$ 69.597,00): 28% do total de PP descartado (23.199 kg), destacando-se os bairros Cidade Nova (6,77% - 5.609 kg), Novo Aleixo (5,40% - 4.473 kg) e Cidade de Deus (3,92% - 3.248 kg).

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

b) Região Leste (R$ 62.223,00): 25% (20.741 kg), destacando-se os bairros Jorge Teixeira (6,31% - 5.226 kg), São José Operário (3,70% - 3.064 kg) e Gilberto Mestrinho (3,09% - 2.563 kg).
c) Região Sul (R$ 39.795,00): 16% (13.265 kg), destacando-se os bairros Japiim (2,98% - 2.471 kg), Petrópolis (2,30% - 1.908 kg) e Centro (1,85% - 1.536 kg).
d) Região Oeste (R$ 35.226,00): 14% (11.742 kg), destacando-se os bairros: Compensa (4,24% - 3.511 kg), Tarumã (1,57% - 1.299 kg) e São Jorge (1,21% - 1.002 kg).
e) Região Centro-Sul (R$ 21.219,00): 9% (7.073 kg), destacando-se os bairros Flores (2,69% - 2.227 kg), Parque 10 de Novembro (2,30% - 1.910 kg) e Aleixo (1,15% - 956 kg).
f) Região Centro-Oeste (R$ 20.604,00): 8% (6.868 kg), destacando-se os bairros Alvorada (3,61% - 2.992 kg), Redenção (1,96% - 1.628 kg) e Dom Pedro (0,95% - 790 kg)

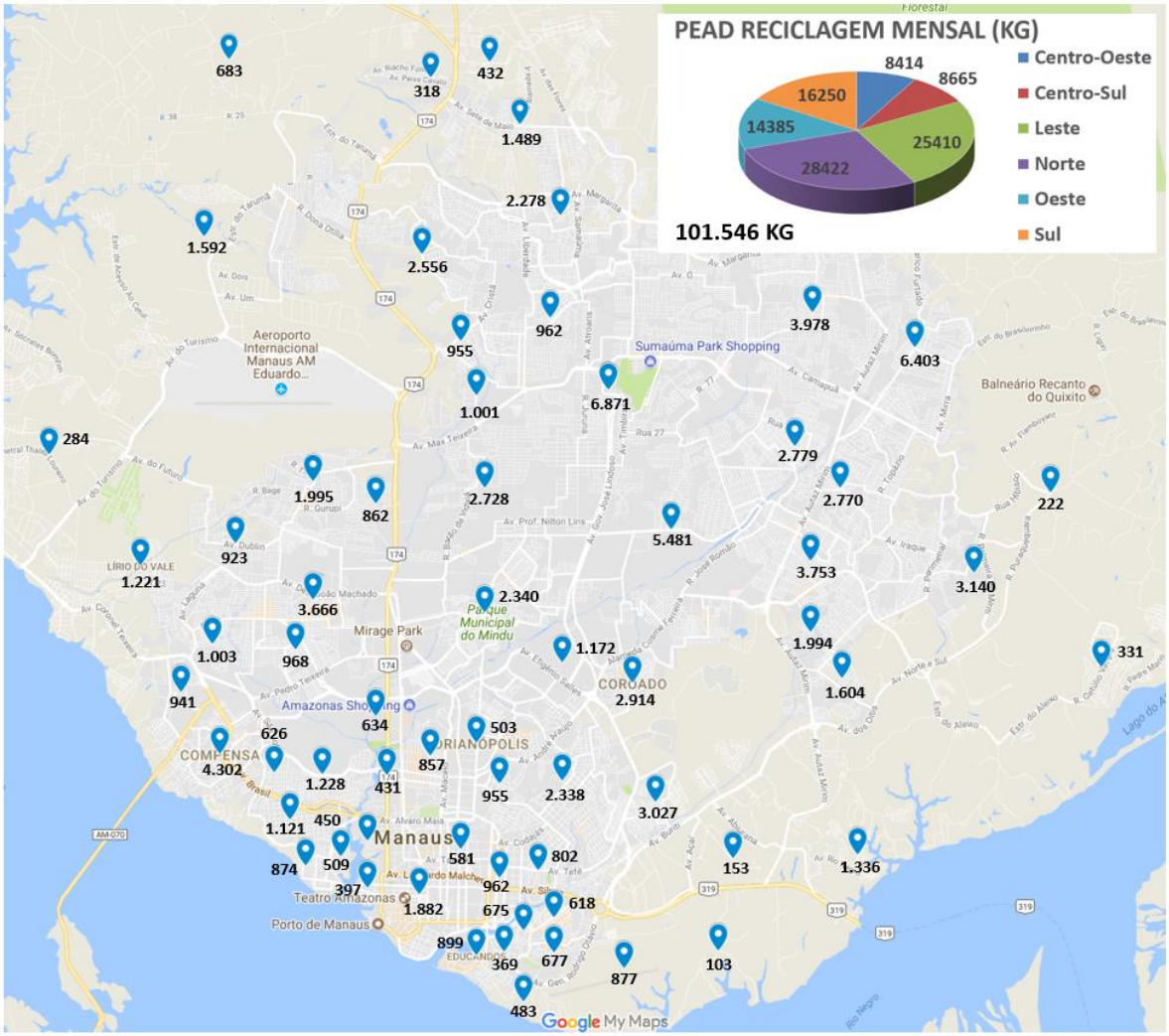

Figura 4 – Potencial mensal de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) para reciclagem em Manaus-AM.

3.2.4. Contribuição do Plástico Duro

A Figura 6 mostra que a contribuição mensal do plástico duro descartado por regiões da cidade (total 1.124.612 kg – R$ 3.843.925,00) se distribui como segue:

g) Região Norte (R$ 1.075.877,50): 28% do total descartado (314.769 kg), destacando-se os bairros Cidade Nova (6,77% - 76.099 kg), Novo Aleixo

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

(5,40% - 60.693 kg) e Cidade de Deus (3,92% - 44.065 kg).

h) Região Leste (R$ 961.859,50): 25% (281.409 kg), destacando-se os bairros Jorge Teixeira (6,31% - 70.913 kg), São José Operário (3,70% - 41.569 kg) e Gilberto Mestrinho (3,09% - 34.770 kg).

i) Região Sul (R$ 615.158,50): 16% (179.976 kg), destacando-se os bairros Japiim (2,98% - 33.528 kg), Petrópolis (2,30% - 25.889 kg) e Centro (1,85% - 20.847 kg).

j) Região Oeste (R$ 544.521,50): 14% (159.309 kg), destacando-se os bairros: Compensa (4,24% - 47.639 kg), Tarumã (1,57% - 17.626 kg) e São Jorge (1,21% - 13.597 kg).

k) Região Centro-Sul (R$ 328.001,50): 9% (95.963 kg), destacando-se os bairros Flores (2,69% - 30.216 kg), Parque 10 de Novembro (2,30% - 25.918 kg) e Aleixo (1,15% - 12.976 kg).

l) Região Centro-Oeste (R$ 318.506,50): 8% (93.186 kg), destacando-se os bairros Alvorada (3,61% - 40.596 kg), Redenção (1,96% - 22.092 kg) e Dom Pedro (0,95% - 10.724 kg).

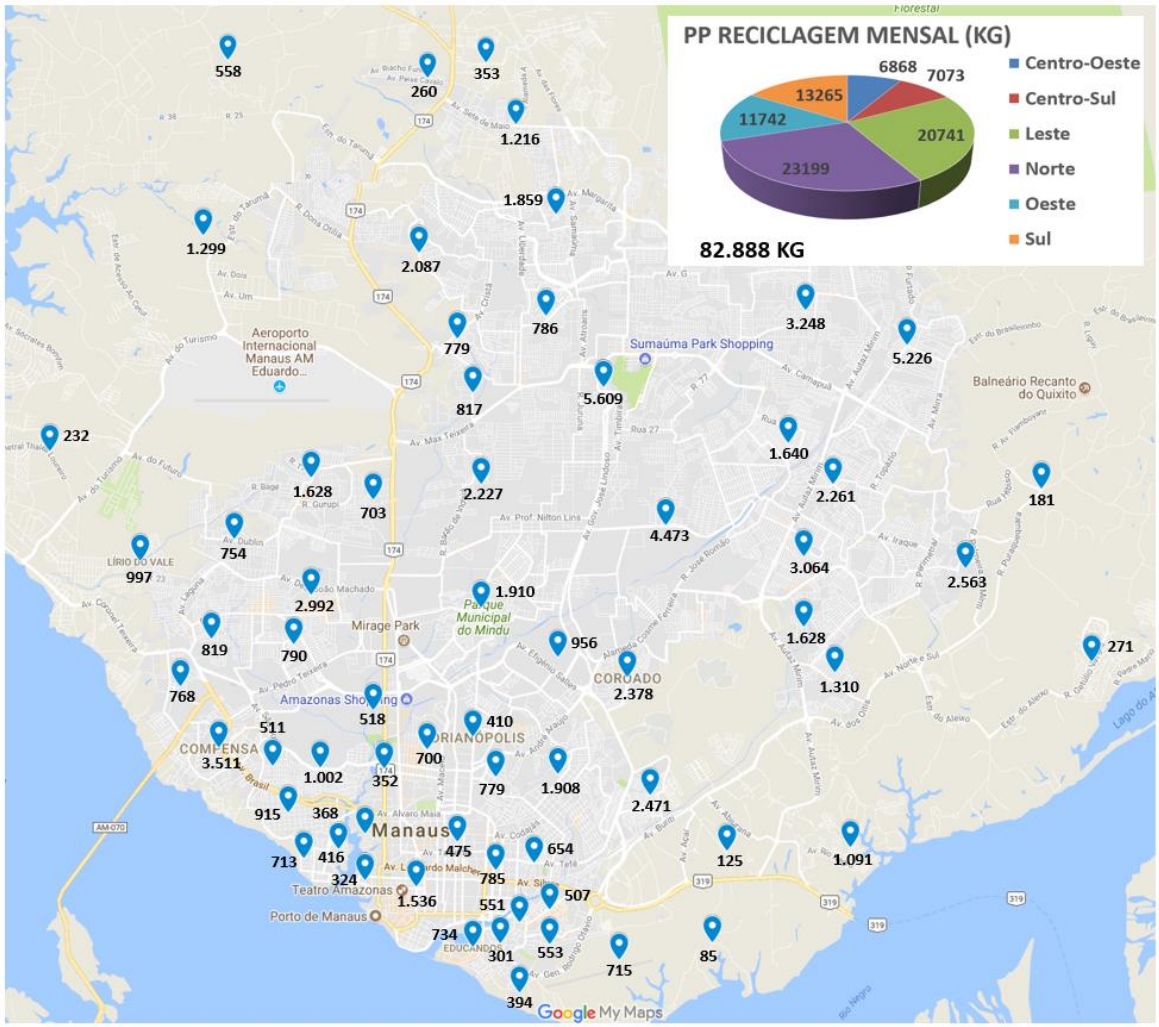

Figura 5 – Potencial mensal de PP (Polipropileno) para reciclagem em Manaus-AM.

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

O potencial anual em termos monetários do plástico duro a reciclar totaliza uma quantidade de 13.495 toneladas e um montante de R$ 46.127.100,00 valorados ao preço médio de mercado. Considerando-se o potencial de reciclagem das Zonas Norte e Leste da cidade (53% do total) combinadas, as quais geram R$ 2.037.737,50 mensais (R$ 24.452.844,00 anuais) indica ser as áreas, da cidade, para implementação de um programa de reciclagem.

Considerando-se, ainda, que os recursos gastos na remoção de lixo nos igarapés de Manaus -2014 de 7.530 toneladas – R$ 10.300.000,00 e 2015 de 8.400 toneladas – R$ 11.500.000,00 (SANTOS JÚNIOR, 2017), poderiam ter sido aplicados em campanhas de conscientização dos cidadãos para um correto acondicionamento e separação de resíduos ou , por exemplo, no apoio a projeto de desenvolvimento de sacos plásticos biodegradáveis (plástico verde), o que favoreceria o reaproveitamento e a não contaminação dos igarapés da cidade.

4. Considerações Finais

O material plástico descartável foi o PET, de embalagens de shampoo/condicionador, de sacos plásticos, de garrafas: de água sanitária, óleo de cozinha, desinfetantes, de sabão para louça e sabonete líquido, e potes de iogurte. O percentual de plástico no RSU é de 13,4% (222 toneladas/dia – 4.495 toneladas/mês) e o plástico considerado duro (PET, PEAD e PP) corresponde a 3,35% dos RSU gerados, em Manaus. O potencial mensal dos plásticos duros compreende: PET 940,20 toneladas (valor econômico R$ 3,290 milhões), PEAD 110,55 toneladas (R$ 0,304 milhões) e PP 82,89 toneladas (R$ 0,249 milhões), gerando um total de 1.124,6 toneladas (R$ 3,84 milhões) que pode alcançar a quantidade anual de 13.495 toneladas com valor econômico de R$ 46,13 milhões, quantia muito significante que atualmente está sendo descartada no aterro sanitário existente, no km 19, da rodovia AM-10. Na implantação de um programa de coleta seletiva os resultados mostram que as Zonas Norte e Leste da cidade teriam um potencial de 53% do total para a reciclagem.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. São Paulo: Abrelpe, 2016.

ALKMIN, D. V.; RIBEIRO JUNIOR, L. U. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (rsu) do lixão do município de maria da fé, estado de minas gerais. **Revista Caminhos de Geografia,** v. 18, n. 61, p. 65–82, 2016.

BARRETO, E. V.; MELO, E. S. R. L.; PAIVA, G. F. A. V. Análise de composição de resíduos sólidos urbanos como instrumento de gestão em política pública de saneamento. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS, 2015.

CASADO, A. P. B.; BRASILEIRO, G. M. A.; LIMA, A. P. S.; Fábio José Farias SOARES, F. J. F.; ALMEIDA, L. C.; MENEZES, M. L. J. Diagnóstico da gestão e análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Pirambu/SE. 3º Simpósio Ibero Americano de Ingeniería de Resíduos e 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos. 2010.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. L. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. **Brazilian Journal of Urban Management**, 2018, v. 10, n. 1, 199-212.

COSTA, L. E. B.; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, 2012, v.3, n.2.

DAL PONT, C. B.; VALVASSORI, M. l.; GUADAGNIN, M. R. Estudo de Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de Seis Municípios de Pequeno Porte do Sul de

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

Santa Catarina. 4º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre. 2013.

FERLA, F. COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS AVALIANDO O POTENCIAL PARA COMPOSTAGEM E RECICLAGEM NO MUNICÍPIO DE GARIBALDI/RS. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário UNIVATES. 2016.

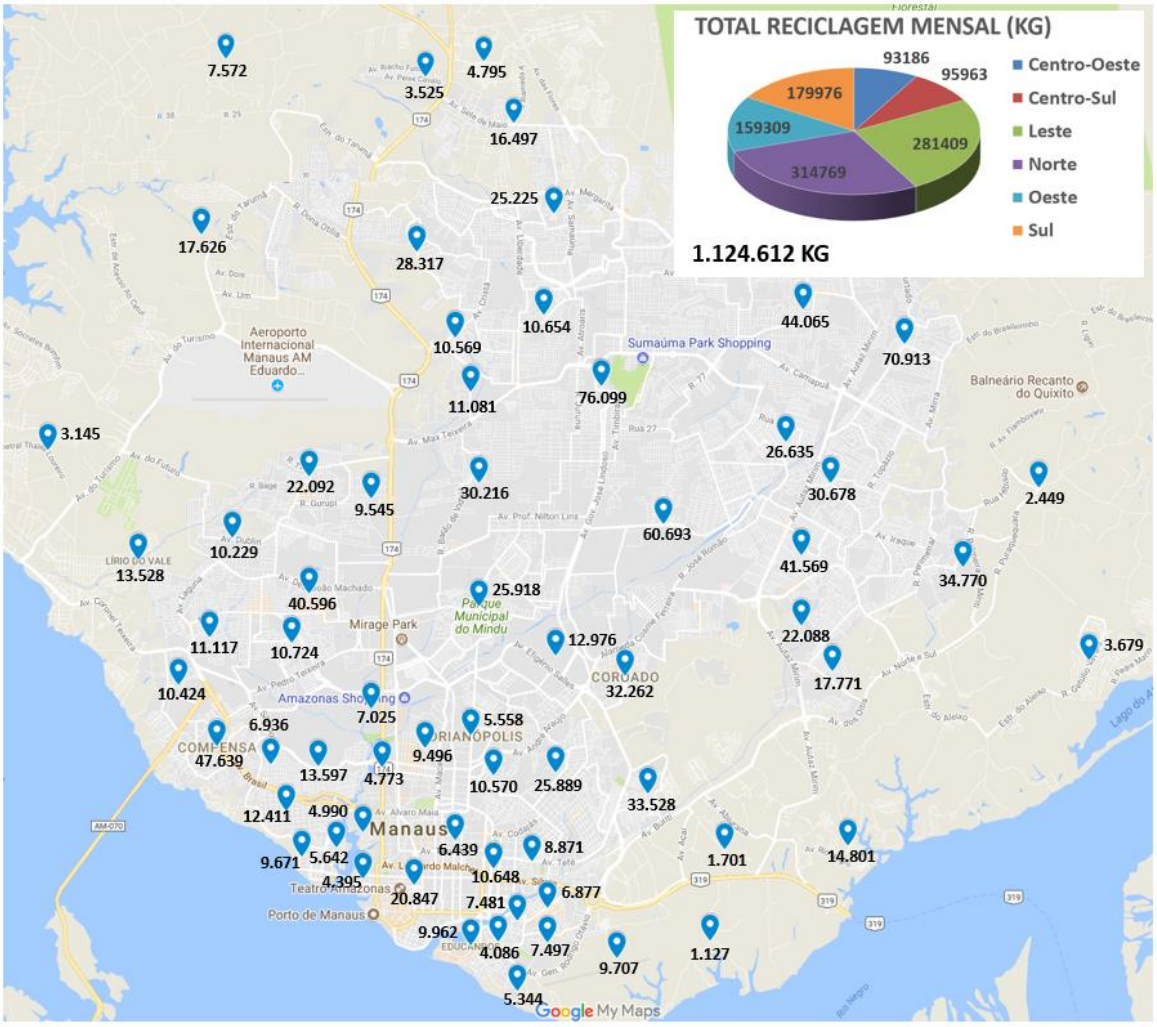

Figura 6 – Potencial mensal total de plásticos selecionados para reciclagem em Manaus-AM.

FRANCO, C. S. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos de descarte no sul de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras – UFL, 2012.

GASQUES, A. C. F. ANÁLISE DA GESTÃO E DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO – PR. Universidade Estadual de Maringá. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. 2013.

GOMES, P. C. R. Relatório da análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal – 2015. Serviço de Limpeza Urbana – SLU, Governo de Brasília, 2015.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a waste - A global review of solid waste management. Washington: World Bank, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas -

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS. Estimativas populacionais dos municípios para 2017. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. 2012.

MACHADO, A. L., SANTANA, G. P., SANTOS, M. C. dos. Waste solid management from Balbina village, Presidente Figueiredo, Amazonas, state, Brazil. **Caminho da Geografia,** 2008, v. 9., n. 28, p. 19-25

NASCIMENTO, E. RESUMO EXECUTIVO PLANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E COLETA SELETIVA: REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS. RESÍDUOS SÓLIDOS AMAZONAS. PRSCS OUTUBRO 2017. 2017.

OENNING, A. S..; CARDOSO, M. A.; DAL PONT, C. B.; LIMA, B. B.; VALVASSORI, M. L. ESTUDO DE COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA. **Revista Iniciação Científica**, 2012, v. 10, n. 1.

OLIVEIRA, D. L., SANTANA, G. P. Influência do Aterro Municipal de Manaus sobre as águas superficiais da circunvizinhança: Um enfoque ao estudo de metais pesados. **Caminhos de Geografia,** 2010, v. 11, n. 34, p. 75-83

Prefeitura da cidade do rio de janeiro. Secretaria municipal de meio ambiente. Diagnóstico preliminar de resíduos sólidos da cidade do rio de janeiro. 2015.

REIS, D.; FRIEDE, R.; LOPES, F. H. P. Política nacional de resíduos sólidos (Lei no 12.305/2010) e educação ambiental. Revista **Interdisciplinar de Direito**, 2018, v. 14, n. 1, p. 99-111.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. S.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. R. L.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2013, v.18, n.1, p. 1-8.

SANTANA, G. P., BARRONCAS, P. de S. R. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM). **Acta Amazonica,** 2007, v. 37, n. 1, p. 111-118.

SANTOS JÚNIOR, A. B. ABORDAGEM ECONÔMICA NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE IGARAPÉS URBANOS DE MANAUS. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia – PPGCASA. Universidade Federal do Amazonas – UFAM. 2017.

SANTOS, G. O.; ZANELLA, M. E.; SILVA, L. F. F. Correlações entre indicadores sociais e o lixo gerado em fortaleza, Ceará, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema** (REDE), 2008.

SANTOS, M. C. Lixo: Curiosidades e conceitos. Manaus: Editora UFAM, 2002. 169 p.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; LAWSON, T. J.; OPIE, K.; WILCOX, C. Economic incentives reduce plastic inputs to the ocean. **Marine Policy**. April 2018.

SECRETARIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – SEMULSP. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Manaus (PMGIRS). 2015.

SILVA, W. P. da, SANTANA, G. P. Percepção de lixo da população de Manaus (AM): A problemática da reciclagem. **Caminho de Geografia,** 2010, v.11, n. 34, p.34-42.

SOBRAL, P.; FRIAS, J.; MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. Sociedade Portuguesa de Ecologia. **Revista Ecologi@,** 2011, v. 3, p. 12-21.

SOUSA, R. F. Experiências em campo com gravimetria de resíduos sólidos domésticos com base no ipvs (índice paulista de vulnerabilidade social). Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos, CONSIMARES. 2015.

SOUTO, F. B. D; RAIMAM, M. P.; ALBINO, U. B. Resíduos sólidos urbanos em Porto de Moz – PA: Problemas e oportunidades. **Revista Geográfica Acadêmica**, 2013, v. 7, n.2, p. 85-94.

SOUZA, G. C.; GUADAGNIN, M. R. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares: o método de quarteamento na definição da composição gravimétrica em Cocal do Sul-SC. 3º Seminário Regional de resíduos Sólidos. Universidade de Caxias do Sul – UCS, 2009.

VILAR, P. K. A. C. ANÁLISE DA COLETA SELETIVA NA MODALIDADE DOS PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEV) NA CIDADE DE

Scientia Amazonia, v. 8, n.2, CAm1-CAm15, 2019
Revista on-line http://www.scientia-amazonia.org
ISSN:2238.1910

MANAUS/AM. Dissertação de Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, área de concentração: Saneamento Urbano – (PPCS) do Instituto de Tecnologia (ITEC) da Universidade Federal do Pará (UFPA). 2015.