

## **A reciclagem dos resíduos plásticos de Manaus (AM): O caso das entidades de catadores**

**Recycling plastic waste in Manaus (AM): The case of waste pickers**

**Reciclaje de residuos plásticos en Manaus (AM): El caso de los recicladores**

Recebido: 18/01/2022 | Revisado: 23/01/2022 | Aceito: 30/01/2022 | Publicado: 31/01/2022

**Eneida Guerra Silvestrim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8392-1486>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [egsilvestrim@gmail.com](mailto:egsilvestrim@gmail.com)

**Alexandre Almir Ferreira Rivas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1794-8909>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [central.rivas@gmail.com](mailto:central.rivas@gmail.com)

**Michael Raphael Soares Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-8936>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [michael.soares.vieira@gmail.com](mailto:michael.soares.vieira@gmail.com)

**Genilson Pereira Santana**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-4816>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [gsantana2005@gmail.com](mailto:gsantana2005@gmail.com)

### **Resumo**

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil ser bem instituída, o país reaproveita muito pouco os seus resíduos sólidos urbanos, como papel, plástico, entre outros; ou seja, a maior parte é despejada em aterros e locais inadequados. No caso da região Norte com área de 45,2 do território brasileiro e com a maior diversidade do mundo, o mercado de recicláveis ainda é baixo, principalmente na cidade de Manaus. Portanto, neste trabalho as entidades de catadores de Manaus que trabalham com materiais plásticos recicláveis foram estudadas a fim de mostrar um diagnóstico da reciclagem de resíduos plásticos. Dessa forma, um questionário contendo perguntas sobre o processo de funcionamento das entidades de catadores foi aplicado. O espaço amostral deste estudo constou de sete entidades de catadores para um erro experimental de 2,5%. Os resultados deste estudo mostram que os resíduos plásticos não são a principal fonte de renda entre os materiais recicláveis das entidades de catadores de Manaus. Além disso, as entidades de catadores e o poder público não trocam informações sobre os resíduos sólidos urbano da cidade de Manaus, o que dificulta o processo de reciclagem, principalmente de resíduos plásticos. Considerando o volume total de resíduos sólidos plásticos de 91.080 kg, vendido ao ano temos uma receita total de R\$ 213.072,00/ano. Apenas para o resíduo plástico. A falta de sincronização de informação e gestão entre o poder público e as entidades de catadores explicam em parte a quantidade de apenas cerca de 0,27% de resíduos sólidos urbanos sendo reciclados na cidade de Manaus. Por outro lado, a reciclagem dos resíduos plásticos é uma alternativa para a redução das emissões de efeito estufa e pode ser fonte de créditos de carbono, trazendo benefícios para a Amazônia.

**Palavras-chave:** Economia ambiental; Triagem; Coleta seletiva.

### **Abstract**

Despite the National Solid Waste Policy in Brazil being well established, the country reuses very little of its urban solid waste, such as paper, plastic, among others; that is, most of it is dumped in landfills and inappropriate places. In the case of the North region, with an area of 45.2 of the Brazilian territory and with the greatest diversity in the world, the recyclables market is still low, mainly in the city of Manaus. Therefore, in this work, the organizations of waste pickers in Manaus that work with recyclable plastic materials were studied in order to show a diagnosis of plastic waste recycling. In this way, a questionnaire containing questions about the functioning process of the collectors' entities was applied. The sample space of this study consisted of seven collectors' entities for an experimental error of 2.5%. The results of this study show that plastic waste is not the main source of income among recyclable materials from waste pickers in Manaus. In addition, the collectors' entities and the government do not exchange information about urban solid waste in the city of Manaus, which makes the recycling process difficult, especially for plastic waste. Considering the total volume of plastic solid waste of 91,080 kg, sold per year, we have a total revenue of R\$ 213,072.00/year. Just for plastic waste. The lack of synchronization of information and management between the government and the collectors' entities partly explains the amount of only about 0.27% of urban solid waste being

recycled in the city of Manaus. On the other hand, recycling plastic waste is an alternative for reducing greenhouse emissions and can be a source of carbon credits, bringing benefits to the Amazon.

**Keywords:** Environmental economics; Screening; Selective collect.

### Resumen

A pesar de que la Política Nacional de Residuos Sólidos en Brasil está bien establecida, el país reutiliza muy poco sus residuos sólidos urbanos, como papel, plástico, entre otros; es decir, la mayor parte se vierte en vertederos y lugares inadecuados. En el caso de la región Norte, con una superficie de 45,2 del territorio brasileño y con la mayor diversidad del mundo, el mercado de reciclables aún es bajo, principalmente en la ciudad de Manaus. Por lo tanto, en este trabajo, se estudiaron las organizaciones de recicladores de Manaus que trabajan con materiales plásticos reciclables con el fin de mostrar un diagnóstico de reciclaje de residuos plásticos. De esta forma, se aplicó un cuestionario que contenía preguntas sobre el proceso de funcionamiento de las entidades de recolectores. El espacio muestral de este estudio estuvo constituido por siete entidades recolectoras para un error experimental de 2.5%. Los resultados de este estudio muestran que los residuos plásticos no son la principal fuente de ingresos entre los materiales reciclables de los recicladores de Manaus. Además, los recicladores y las autoridades públicas no intercambian información sobre los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Manaus, lo que dificulta el proceso de reciclaje, especialmente para los residuos plásticos. Considerando el volumen total de residuos sólidos plásticos de 91.080 kg, vendidos por año, tenemos una facturación total de R\$ 213.072,00/año. Solo para residuos plásticos. La falta de sincronización de información y gestión entre el gobierno y las entidades recolectoras explica en parte que sólo cerca del 0,27% de los residuos sólidos urbanos se reciclen en la ciudad de Manaus. Por otro lado, el reciclaje de residuos plásticos es una alternativa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y puede ser una fuente de créditos de carbono, trayendo beneficios a la Amazonía.

**Palabras clave:** Economía ambiental; Poner en pantalla; Recogida selectiva.

## 1. Introdução

A enorme produção e progressiva quantidade de resíduos sólidos urbanos causa sérios prejuízos ao meio ambiente, à saúde e ao bem-estar da população. Por exemplo, em 2018 foram gerados no Brasil cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Desse montante, 92% foram coletados junto aos locais de geração e somente 59,6% foram destinados em aterros sanitários (ABRELPE, 2019).

Infelizmente, o Brasil recupera apenas 2,2% dos seus resíduos sólidos urbanos em unidades de triagem. Um valor muito abaixo de países desenvolvidos, por exemplo, em 2014 a Alemanha reciclou 67,3% entre compostagem e reciclagem de outros componentes do resíduo sólido. Outra destinação que reaproveita os resíduos sólidos urbanos que é a energia, enquanto na Europa existiam 492 instalações de transformação de resíduos sólidos em energia em 2017, no Brasil se observa uma ausência total (Mancini et al., 2021).

A região Norte possui uma área de 3,85 milhões de km<sup>2</sup> ou 45,2% do território brasileiro. Nessa região existem cerca de 18,7 milhões de habitantes ou 8,8% da população brasileira, com uma densidade populacional de 4,8 habitantes por quilômetro quadrado. Apesar do seu tamanho, o mercado de materiais recicláveis está limitado às cidades de Manaus (capital do estado do Amazonas) e Belém (capital do estado do Pará), as maiores cidades da região com mais de um milhão de habitantes cada (IBGE, 2022)

Especificamente na cidade de Manaus, as entidades de catadores também desempenham papel na limpeza urbana local, que somente entre 2013 e 2020, captou 7,2 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos mensalmente e cresceu a uma taxa de 1% ao ano, assegurando assim, a coleta de um volume total de 8.938 toneladas de resíduos. Esse volume corresponde a uma produção per capita de resíduos sólidos de aproximadamente 1,3 kg, sendo que apenas 2,2% dos resíduos gerados são reciclados (SEMULSP, 2020). Como consequência, o único aterro sanitário da cidade de Manaus contamina com metais pesados as águas superficiais da circunvizinhança (Oliveira & Santana, 2010). Além disso, a extensão da contaminação por metais pesados já chega até o rio Negro (Santana & Barroncas, 2007)

Apesar da população de Manaus ter uma boa percepção de resíduos sólidos urbanos graças ao trabalho de educação ambiental nas escolas, a cidade de Manaus ainda busca minimizar os problemas ambientais causados pelos resíduos sólidos

urbanos (Silva & Santana, 2010; da Silva et al., 2016). Infelizmente, na cidade de Manaus ocorreram 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 (Kieling et al., 2019).

Atualmente, na cidade de Manaus existem 20 entidades de catadores que trabalham com reciclagem de resíduos plásticos. Infelizmente, essa quantidade de entidades é muito baixa para reduzir consideravelmente a quantidade de resíduos plásticos no aterro sanitário da cidade de Manas. Dessa forma, as seguintes questões norteiam este estudo: I) o poder público vem incentivando e desenvolvendo as cooperativas em Manaus? e II) a prática do programa coleta seletiva está tendo participação das cooperativas no processo? Desse modo, o estudo assume duas hipóteses. A primeira supõe que o poder público estaria efetivamente incentivando e desenvolvendo as cooperativas. A segunda assume que o programa de coleta seletiva estaria de fato tendo participação direta das cooperativas.

## 2. Metodologia

O local de estudo compreende a cidade Manaus (AM) com aproximadamente 2,3 milhões de habitantes (IBGE, 2022), trata-se de uma pesquisa Qualiquantitativa com ênfase descritiva, aplicando métodos estatísticos para a seleção amostral nas 20 entidades que trabalham com a reciclagem de resíduos plásticos. Dentre as quais foram aplicados questionários da pesquisa.

Esse espaço amostral foi definido pelo cálculo a partir das fórmulas (Andriotti, 2004; Silva & Santana, 2010):

$$1) \quad n_0 = 1 / E^2$$

$n_0$  diz respeito à primeira proximidade do tamanho da amostra (07);  $E$  compreende o erro amostral tolerável, porém, neste caso específico, utilizaremos a margem de erro amostral de 2,5%.

$$1) \quad n = N_0 n_0 / N + n_0$$

$N$  é o total das entidades de catadores do município de Manaus (tendo sido considerado 19 entidades) e  $n_0$  a primeira aproximação do tamanho da amostra.

O número de questionários aplicados em cada entidade de catadores foi calculado proporcionalmente ao número de entidades existentes. Dessa forma, os questionários foram aplicados para o quantitativo amostral resultante da fórmula, sendo distribuídos nos diferentes tipos entidades de catadores: 04 nas associações; 01 nas cooperativas e 02 nos grupos independentes, a amostra estudada foi selecionada em delineamento inteiramente casualizado DIC (Tabela 1).

Após esse levantamento de dados, foi realizado o agrupamento dos mesmos em planilha Excel, com produção de gráficos e tabelas para melhor visualização. Para cada uma das entidades de catadores, foi calculada a rentabilidade.

**Tabela 1:** Entidades de catadores do município de Manaus.

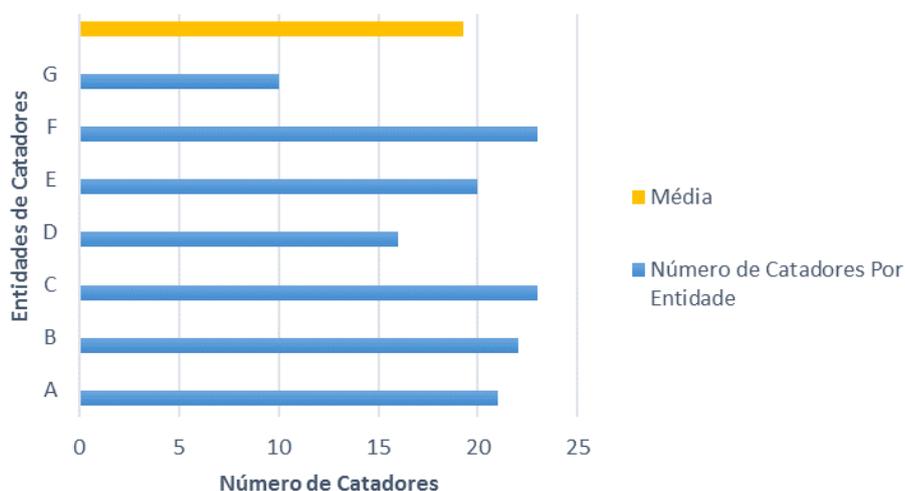
Tipo de catadores	Nome	Quantidade	Amostragem
Associações	ASCARMAN	10	4
	Manaus Eco Cidadão		
	ASCAFIGUAMA		
	ECO Recicla		
	ALIANÇA		
	ACR		
	ARPA		
	Recicla Manaus		
	Nova Recicla		
Cooperativas	Calma	2	1
	ECO Cooperativa industrialização de Materiais Recicláveis		
	COOPCAMARE		
Grupos independentes	Associação de Catadores Maria do Bairro	3	2
	Projeto Reciclar Dá Vida		
	Projeto somando “Lixo e Cidadania”		
Núcleos de catadores	Núcleo I	5	0
	Núcleo II		
	Núcleo II		
	Núcleo IV		
	Núcleo V		

Fonte: Autores (2022).

### 3. Resultados e Discussão

As Entidades de catadores existentes atualmente na cidade de Manaus, são apoiadas pela SEMULSP, que disponibilizou cerca de 08 galpões para essas entidades, as demais utilizam galpões disponibilizados pela Arquidiocese de Manaus (4) ou espaços privados (2) e algumas entidades dividem espaço. Para uma quantidade de 20 entidades, que empregavam 200 catadores, constatou-se que algumas deixaram de existir, principalmente devido à crise durante e pós Pandemia e que, as que sobreviveram à crise, tiveram seus negócios reduzidos consideravelmente, devido à necessidade de paralisação dos serviços. A Figura 1 mostra a quantidade funcionários das entidades de catadores de Manaus.

**Figura 1:** Média de Catadores Por Entidade.



Fonte: Autores (2022).

Todas as entidades pesquisadas declararam que não tinham o costume de registrar seus resultados e passaram a ver a importância desses dados, após as visitas. Quanto à coleta de dados, as entidades que têm o espaço cedido pela Prefeitura, informaram que a SEMULSP não solicita dados mensais sobre os resultados das atividades, então não coletam ou arquivam esses dados. E, considerando que as empresas aprovadas para realização de serviços públicos precisam fornecer dados regulares das atividades, isso seria importante e ajudaria para a visualização de um melhor do cenário das entidades.

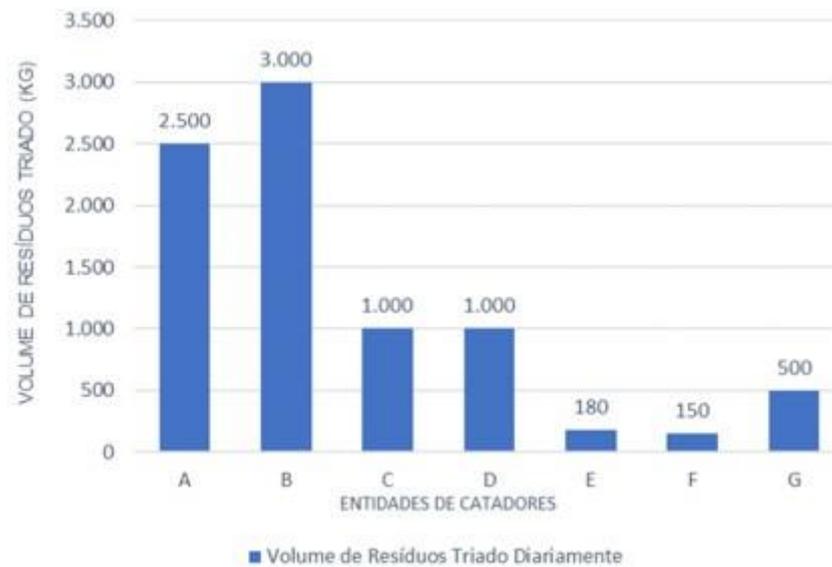
**Quadro 1:** Descrição das entidades de catadores de plásticos na cidade de Manaus.

<p>Galpão compartilhado das associações B e C. As imagens ilustram a separação dos materiais que é feita em Big Bags, com capacidade de 1t cada, sendo eles segregados por tipo de material.</p>	
<p>Galpão compartilhado das associações D e F.</p>	
<p>Galpão pertencente a associações B, área onde ficam os materiais já triados e segregados</p>	

Fonte: Autores (2022).

A Figura 2 mostra o volume de resíduo plástico triado diariamente pelas entidades de catadores da cidade de Manaus. Em termos de resíduos plásticos, as entidades de Manaus não possuem um padrão para a classificação dos resíduos plásticos. Assim, os resíduos plásticos são classificados por tipo conforme a nomenclatura oficial do resíduo plástico (PET Tereftalato de Polietileno, PP Polipropileno, PEAD Polietileno de Alta Densidade, PVC Policloreto de Vinila, PEBD Polietileno de Baixa Densidade e PS Poliestireno).

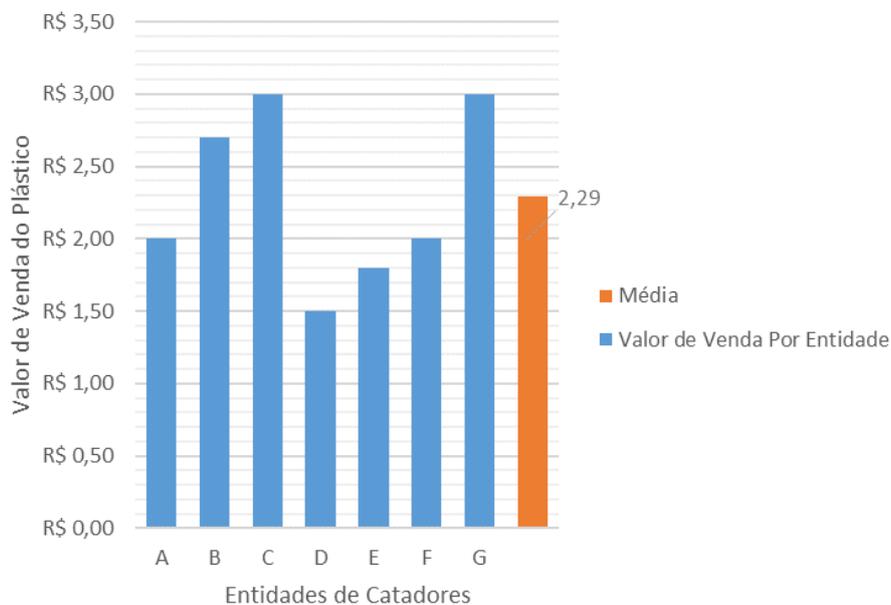
**Figura 2:** Volume de resíduos triado diariamente (kg).



Fonte: Autores (2022).

Nota-se que, embora exista potencial para um bom rendimento com resíduos plásticos, as entidades de catadores têm um lucro consideravelmente maior com os outros tipos de resíduos sólidos (papel e alumínio). O preço médio da venda dos resíduos plásticos é de R\$ 2,29, sendo considerada a média entre os preços de venda praticados pelas entidades (Figura 3). Além disso, considerou-se que as entidades não fazem nenhum controle sobre os tipos de plásticos vendidos e os referidos preços (que são diferentes), apenas computam o material plástico que foi vendido em “plástico”. Assim, temos o volume total de resíduos sólidos plásticos de 91.080 kg vendida ao ano, a uma receita total de R\$ 213.072,00/ano. Apenas para o resíduo plástico (Figura 3).

**Figura 3:** Valor Médio de Venda do Plástico Pelas Entidades.



Fonte: Autores (2022).

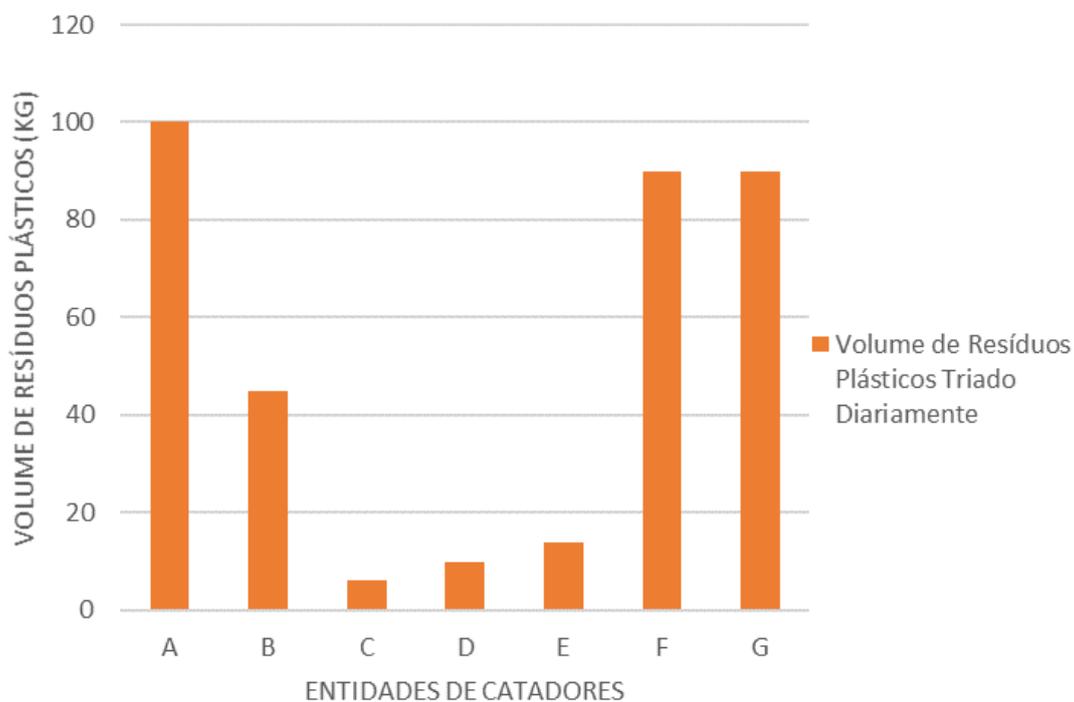
A quantidade anual de resíduos sólidos urbanos plásticos, triada e aproveitada economicamente pelas entidades de catadores de Manaus, neste estudo é de 91.080 kg.

Nota-se ainda que, considerando o volume total de resíduos sólidos urbanos triado pelas entidades, totalizado em 1.999.200 kg/ano, temos um volume muito baixo, principalmente nos resíduos plásticos, resultante da triagem aproveitada para venda dos resíduos triados, um retorno econômico importante. Assim, existe um volume enorme não aproveitado, onde os recursos não conseguem ser alocados eficientemente. Do volume total coletado pela prefeitura de 731.070.000 kg, apenas o volume de 1.999.200 kg/ano é triado pelas entidades de catadores, resultando em um volume residual de 729.070.800 kg, que é destinado ao aterro sanitário.

Segundo Sousa et al. (2016) os principais fatores que motivam a reciclagem são: preservação de recursos naturais (matéria prima, água, energia), redução da poluição, redução da quantidade de lixo nos aterros (destinação correta do lixo) e estudos apontam ainda para a geração de empregos. Os brasileiros, mensalmente, jogam fora 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos, 30% poderiam ser reaproveitados, mas apenas 3% vão para a reciclagem. Muitas cidades do Brasil vêm adotando a reciclagem como uma das formas de diminuição da poluição no intuito de evitar danos ao meio ambiente e no panorama visual, fazendo com que haja menos desperdícios. Em dez anos, o número de municípios que implantaram programas de reciclagem aumentou de 81 para mais de 900. Mas isso não representa nem 20% das cidades (IBGE, 2022).

Somente no Brasil, o consumo aparente de transformados plásticos foi de 6,5 milhões de toneladas (ABIPLAST, 2019) e a projeção é que esse valor chegue a 7,8 milhões de toneladas em 2023. Em Manaus observamos o volume médio do plástico triado pelas entidades na Figura 4 onde são triados diariamente entre 10 e 100 kg de resíduos plásticos pelas entidades.

**Figura 4:** Volume médio diário triado pelas entidades de catadores.

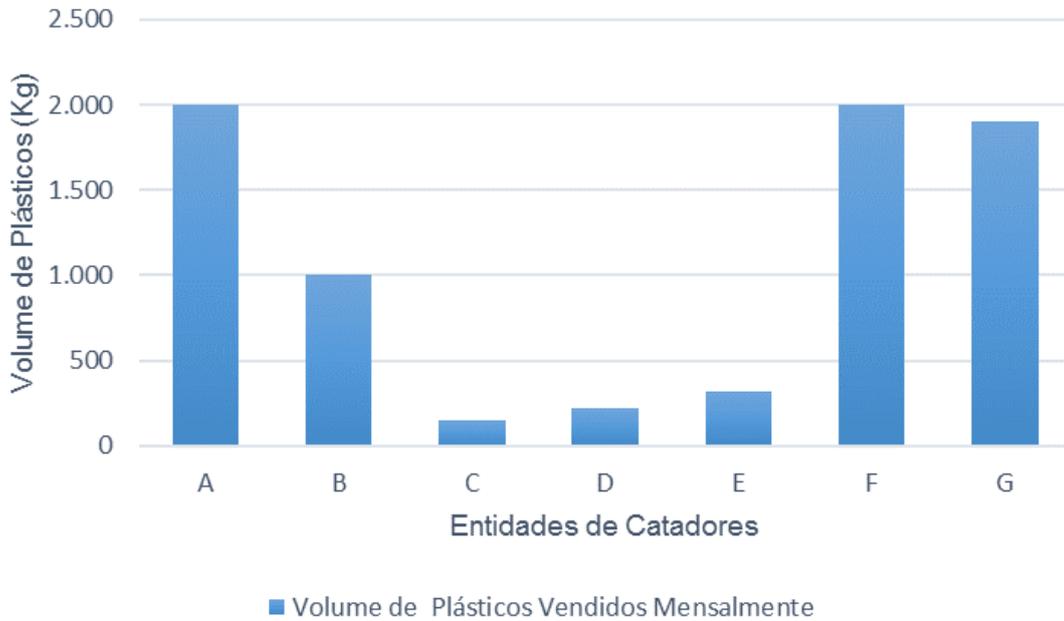


Fonte: Autores (2022).

Observa-se na Figura 5 o volume de plástico vendido pelas entidades de catadores de Manaus onde fica claro que algumas entidades conseguem volumes mais significativos para comercializar (devido principalmente ao volume recebido da coleta seletiva e as condições que chegam das entidades). As entidades com volumes maiores de venda, conseguem triagem

maior e com melhor qualidade, ou seja, sem contaminações ou outras condições físicas que possam comprometer o aproveitamento.

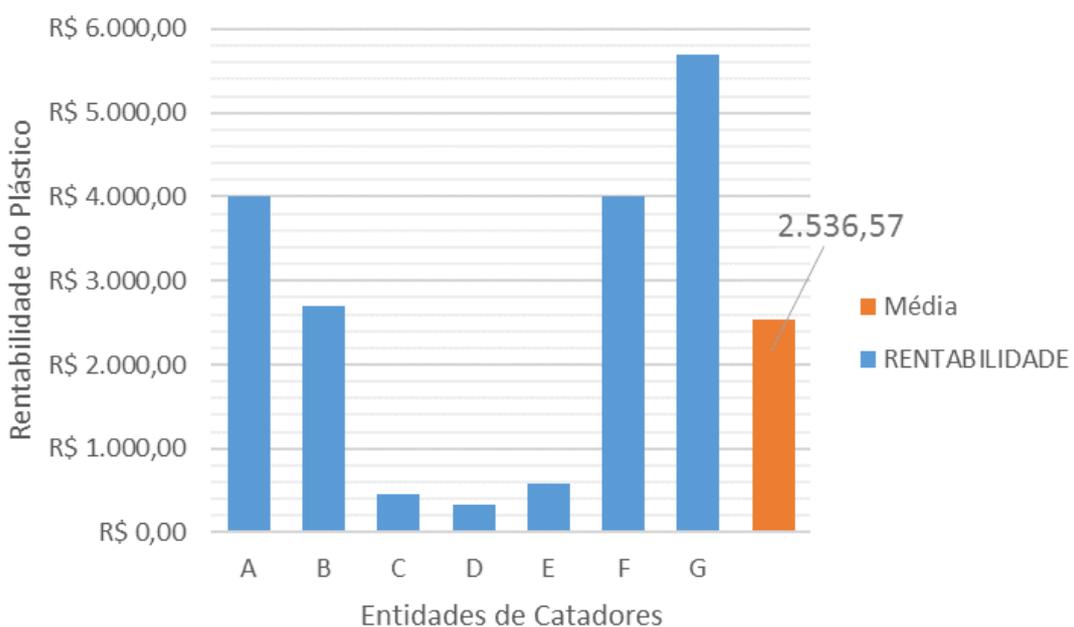
**Figura 5:** Volume de plástico vendido mensalmente.



Fonte: Autores (2022).

Como consequência do volume de vendas de cada entidade verifica-se que a rentabilidade também se modifica em função da variação dos preços praticados, uma vez que não há um preço pré acordado entre as entidades (Figura 6).

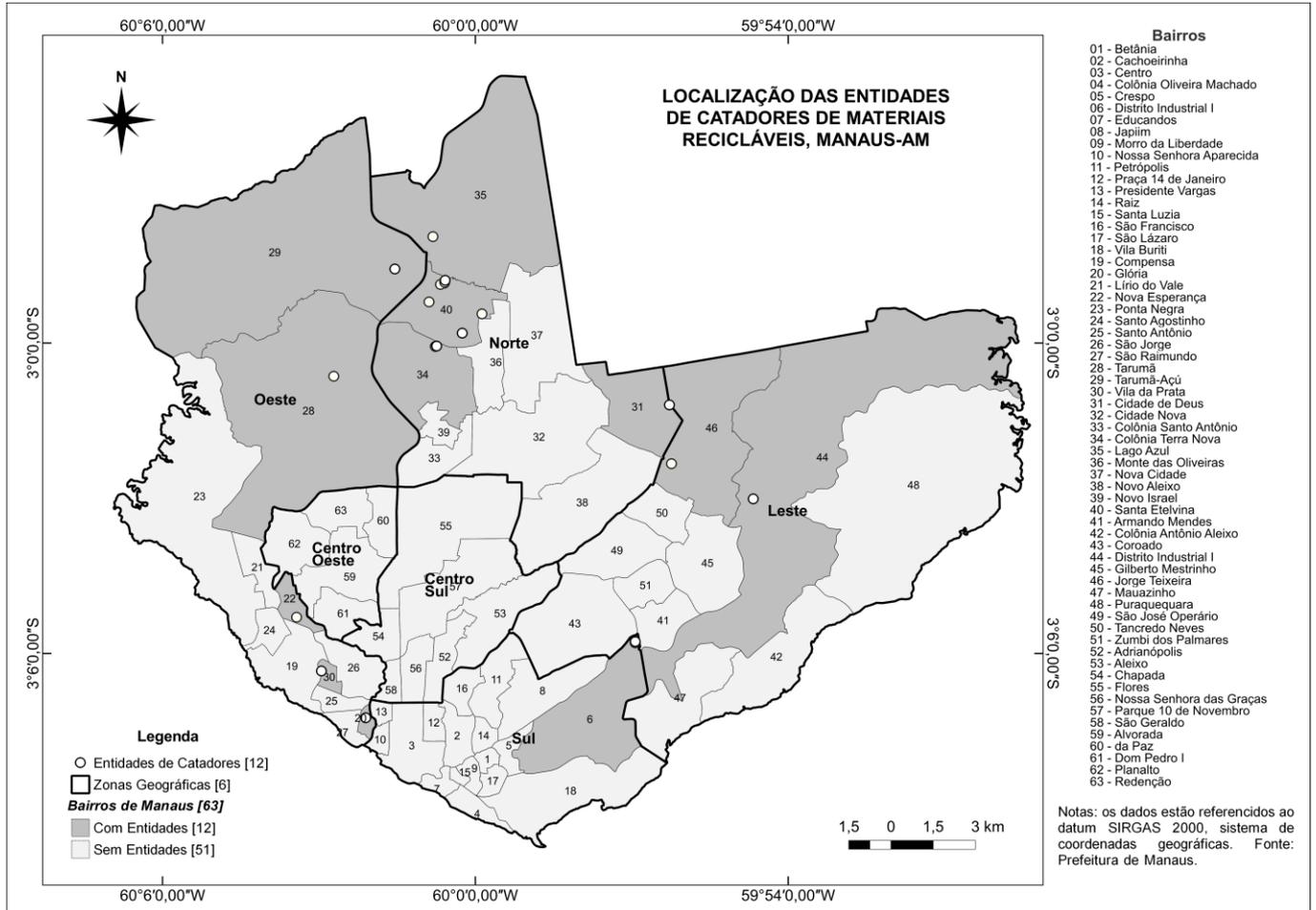
**Figura 6:** Rentabilidade Mensal do Plástico Para as Entidades de Catadores da Cidade de Manaus.



Fonte: Autores (2022).

Na Figura 7, onde consta a localização das entidades de catadores de resíduos na cidade de Manaus, observa-se que nem todos os bairros da cidade possuem entidades de catadores. Destaca-se o bairro de Santa Etelvina (40), por exemplo, onde encontram-se 05 entidades de catadores, enquanto em outros bairros, exponencialmente de maior área e com alto índice de população de baixa renda, como Lago Azul (35), Distrito Industrial (44), Tarumã Açú (29), ficam sem esse tipo de cobertura.

**Figura 7: Localização das Entidades de Catadores – Manaus AM.**



Fonte: Autores (2022).

As entidades utilizam os materiais recicláveis oriundos dos 25 pontos oficiais de coleta da prefeitura (Pontos de Entrega Voluntária - PEV) mas, do total de 63 bairros existentes na cidade, ainda existem 27 bairros na cidade sem Pontos de Coleta. Não havendo, nesses bairros, incentivo à coleta seletiva. Isso demonstra ser mais um ponto determinante do ainda baixo volume de materiais disponíveis para o trabalho das entidades, como pode ser observado no mapa da cidade de Manaus, onde destacam-se os PEVs e pode ser observada uma grande área sem cobertura de coleta seletiva (Figura 8) que a prefeitura tem implantado pela cidade, onde observa-se o mesmo comportamento. Alguns bairros, não possuem cobertura alguma, o que dificulta o acesso da comunidade ao descarte consciente e ficam dependendo da disposição em se deslocar à um outro bairro, mais próximo, para fazer o descarte correto dos resíduos.

Enfim, ao considerar-se as zonas geográficas em que estão divididas a cidade de Manaus, temos a seguinte consideração:

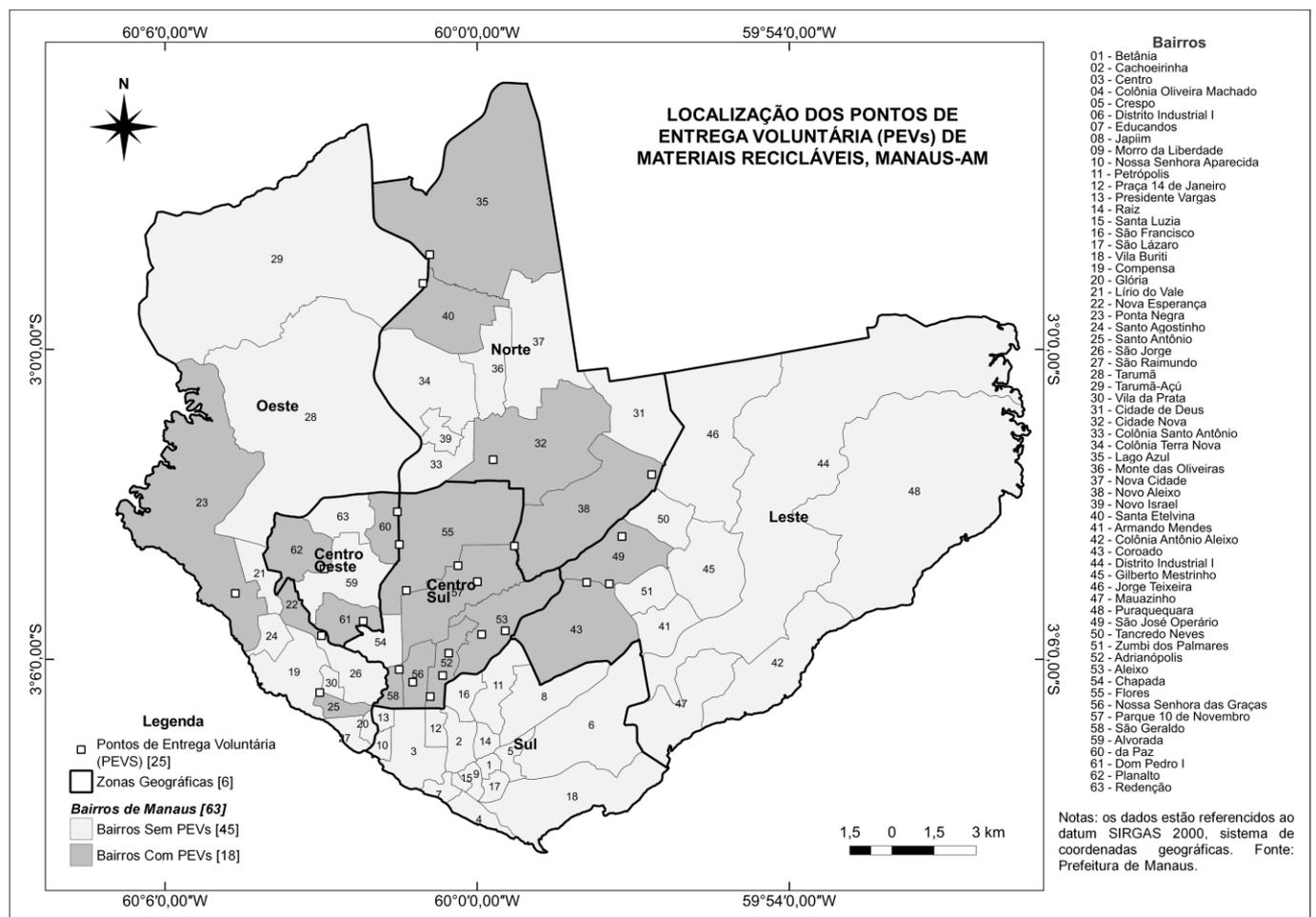
Na Zona Centro-Oeste, não há nenhuma entidade de catadores, mas possui 04 pontos de coleta (PEV), ficando os bairros da Redenção (63) e Alvorada (59) sem atendimento em ambas as situações.

A Zona Norte é a região em que se concentra o maior número de entidades de catadores e possui apenas 04 PEVs. Ficando os bairros Colônia Santo Antônio (33), Monte das Oliveiras (36), Nova Cidade (37), Novo Israel (39) e Santa Etelvina (40), fora da abrangência.

Na Zona Centro-Sul se encontra com o maior privilégio em relação às PEVs, ficando apenas o bairro Chapada (54) sem nenhuma coleta seletiva, enquanto o bairro Adrianópolis (52) possui 03 PEVs.

As Zonas Sul e Leste, são as zonas mais populosas e mais impactadas com a falta de PEVs e de entidades de catadores, uma vez que a zona Sul não possui nenhum PEV e apenas 01 entidade de catadores no bairro Distrito Industrial I (6). Dos 11 bairros da Zona Leste, apenas os bairros Coroado (43) e São José (49) possuem PEV e apenas 02 entidades de catadores (e trata-se de uma Zona bastante populosa e com uma grande comunidade de baixa renda).

**Figura 8:** Localização dos PEV em Manaus.



Fonte: Autores (2022).

Ao analisarmos economicamente a situação das entidades e a necessidade de elevar o volume de resíduos triados para a obtenção de um maior retorno financeiro e ainda reduzir o volume de resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário de Manaus, contribuindo assim com a redução no tempo de vida do aterro e de emissões de gases de efeito estufa, verificamos a existência de uma “falha de mercado”.

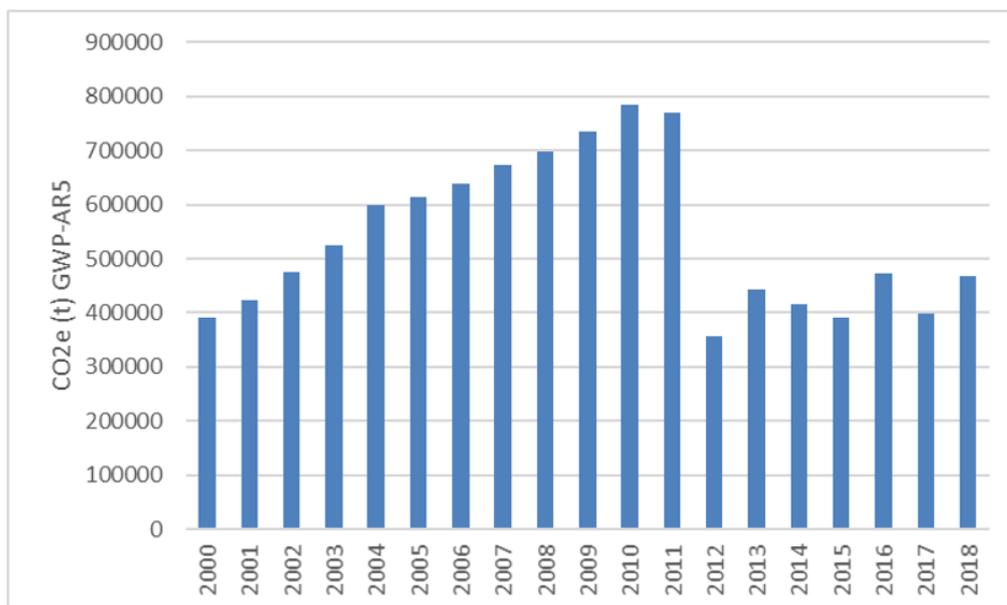
Na teoria econômica, a incapacidade do mercado de alocar recursos eficientemente é chamada de falha de mercado. E, entre os tipos de falhas de mercado, caracterizamos as externalidades que, neste caso específico são negativas.

Essas externalidades negativas, são o resultado e os efeitos negativos do excesso de volume dos resíduos sólidos urbanos não reciclados, que são descartados na natureza e em aterros sanitários e os custos para reduzir esse volume de resíduos e também os benefícios externos que ocorrem quando o serviço de reciclagem ocasiona a redução desse efeito poluidor dos resíduos sólidos urbanos para a sociedade.

Se os agentes responsáveis pelo excesso de resíduos no meio ambiente, que estão contribuindo para essa poluição, causando essa externalidade negativa a outros, considerassem o custo social envolvido, poderiam ser incentivados a reduzir a produção constante de resíduos sólidos urbanos depositados no meio ambiente, ainda que no aterro sanitário, resíduos estes que estão contribuindo para a geração de poluição inclusive por gases de efeito estufa (GEE).

Ressaltando que os materiais que menos emitem gases do efeito estufa durante seu processo de reciclagem são os metais, seguido pelo alumínio, aço e os plásticos em geral (Silva, 2012). Percebe-se que o processo de reciclagem envolve, na maioria dos materiais, apenas consumo de energia elétrica. Portanto fica claro a importância das entidades de catadores de resíduos para o ambiente e população. Assim como destaca-se a importância de apoio e incentivo por parte do governo.

**Figura 9:** Série Histórica da Emissão de CO<sub>2</sub>e (t) GWP-AR5 da Cidade de Manaus por Resíduos Sólidos Urbanos.



Fonte: SEEG (2022).

Assim, considerando que fosse aproveitado o total triado, ou mesmo que esse volume triado atualmente alcançasse um maior volume, poderia ser reduzida a falha de mercado, essa externalidade causada pela divergência entre interesses sociais e privados, causada pelo excesso do volume de resíduos no ambiente, causando poluição ambiental. Pois, de um lado, estão os interesses sociais, que demandam uma cidade mais limpa e sem resíduos contaminando os lençóis freáticos, comprometendo a saúde dos rios e igarapés, contribuindo para a elevação do nível de poluição da cidade, impedindo seus habitantes de desfrutarem de ambientes naturais e saudáveis direta e indiretamente e, de outro lado, os interesses privados, que não querem o ônus do trabalho e nem dos custos da limpeza para a redução dos resíduos causadores dessa poluição. E esses resíduos podem ser reaproveitados, por exemplo, na produção de outros produtos, a “produção de madeira plástica tem valores significativos no mercado mundial de plástico, principalmente na China e Estados Unidos da América” (Kieling et al, 2019).

Nesta análise econômica, a falta de eficiência do mercado e o desequilíbrio, resultante na redução de “bem estar” para a sociedade, caracterizados pelas “externalidades negativas” oriundas da poluição ambiental dos resíduos sólidos plásticos

urbanos que, causadas involuntariamente, pela divergência entre interesses sociais e privados e que piora a situação um do outro, de maneira involuntária, sem levar em consideração os custos de fazê-lo. E, ao fazê-lo, os benefícios marginais sociais (BMS) deixam de se igualar aos benefícios marginais privados (BMP), gerando essa necessidade de correção. Ao serem adicionados os benefícios externos, da sociedade, aos benefícios privados (com a utilização de todo o volume da coleta seletiva na reciclagem que poderá gerar valor econômico), é criada uma curva marginal de benefícios sociais (Hutchinson, 2017).

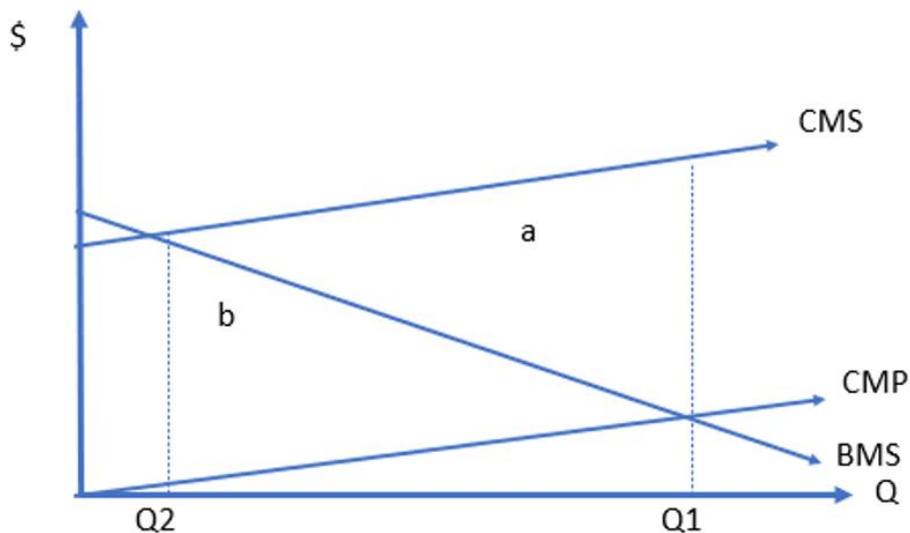
Também, ao serem adicionados custos externos aos custos privados, para a efetivação da reciclagem, cria-se uma curva de custo social marginal.

E, considerando todos os agentes impactados na sociedade, é possível maximizar os benefícios sociais totais menos os custos sociais totais.

Assim, conclui-se que a poluição gerada pelos resíduos sólidos plásticos que não são aproveitados (destinados ao aterro sanitário, por exemplo), é uma externalidade negativa. É o efeito colateral (prejudicial) associado às transações de mercado. E, se existe essa uma consequência prejudicial involuntária da poluição associada a um bem ou a uma atividade, então a função do custo marginal privado (CMP) estará abaixo da função do custo marginal social (CMS), gerando essa falha de mercado do mercado, essa externalidade negativa, analisada na Figura 10.

Na Figura 10, supõe-se que  $BMS=BMP$  e observa-se que a curva do custo marginal privado (CMP) está abaixo do custo marginal social (CMS).

**Figura 10:** Externalidade negativa causada pelo excesso de volume de Resíduos Sólidos.



Fonte: Autores (2022).

Onde Q2 é a quantidade consumida de bens e produtos que geram resíduos sólidos urbanos reciclados e aproveitada economicamente pelas entidades de catadores, retirados do meio ambiente pela reciclagem. No caso, de 1.999.200 kg/ano de resíduos totais triados pelas entidades (todos os tipos de resíduos) e de 91.080 kg/ano, referentes ao plástico.

Q1 é a quantidade consumida de bens e produtos que geram resíduos sólidos urbanos, não reciclados, retirados pela limpeza pública da cidade de Manaus, no total de 731.070.000 kg/ano, deduzido o volume triado pelos catadores de 1.999.200 kg/ano, resultando um volume de 729.070.800 kg, que é destinado ao aterro sanitário.

Observe-se que para o resultado entre Q2 e Q1, os benefícios dos bens são menores que os custos associados a esses mesmos bens.

Na Figura 10, “b” representa os custos para a sociedade em ter este nível de poluição menor que o mais favorável. O triângulo “a” demonstra a externalidade negativa e essa é a área do triângulo causada pela divergência entre interesses sociais e privados. Representam os custos marginais.

Assim, ao reduzir o volume de resíduos sólidos urbanos, através da reciclagem e passar para a quantidade de resíduos menor em Q2, é possível aumentar o bem-estar social.

Se o mercado, desregulado, for deixado para que se equilibre sozinho, pode não haver ação alguma por parte dos agentes causadores desse efeito poluidor do excesso de resíduos e a sociedade fica pior do que se a quantidade de resíduos sólidos produzida, for restringida por políticas. Aí faz-se necessária alguma intervenção externa, visando melhorar a situação de bem-estar social da sociedade.

Pois as empresas, causadoras desse desequilíbrio, precisam “realizar mudanças no seu processo de produção de modo a alcançarem um menor custo de recursos naturais, diminuir ao máximo sua geração de resíduos e com isso reduzir o custo final da operação” e assim, conseguir identificar os impactos ambientais causados pela geração de resíduos produzidos por atividades produtivas dos mais diversos setores, ou seja, indústrias, universidades, hospitais, empresas de grande, médio e pequeno porte” (Almeida & Vieira, 2021).

A teoria econômica aponta soluções para os problemas ambientais e de recursos naturais. Aqui verifica-se que a intervenção do governo é a ação mais eficiente para reduzir a poluição ambiental, através de programas direcionados para o incentivo à reciclagem de resíduos sólidos, especialmente de resíduos sólidos plásticos, incentivando a coleta seletiva, a necessidade de triagem pelas entidades de catadores para um melhor aproveitamento econômico, contribuindo para a elevação da renda dessas entidades, reduzindo assim o volume de resíduos destinados ao aterro sanitário, como demonstra a Teoria de Pigou, onde a intervenção governamental faz-se necessária na correção das falhas de mercado.

Dessa forma, quando há divergência entre o interesse social e o interesse privado, o agente responsável pelo volume de resíduos, não possui “incentivo” para internalizar o custo social. O incentivo deve vir de uma interferência do governo em ações de políticas de logística reversa, que impactem para a redução da externalidade (Hutchinson, 2017; Rivas, 2014)

Em contraponto, temos a teoria de Coase, que acredita que a intervenção do governo é totalmente desnecessária, pois o mercado chega ao equilíbrio por si mesmo. No Teorema de Coase, em “uma transação econômica com externalidades, se os direitos de propriedade forem bem definidos e se os custos de transação forem suficientemente baixos, então a solução privada é socialmente ótima, não havendo qualquer necessidade de intervenção do governo na correção da externalidade, que é uma falha de mercado. O único papel do governo seria assegurar que os direitos de propriedade estivessem bem definidos e que a livre negociação fluísse sem custos de transação” (Rivas, 2014).

Considerando que em 2019, em uma pesquisa realizada por Kieling et al. (2019) levantou um potencial de 13.495.000 kg de resíduos sólidos plásticos na cidade de Manaus. Se considerássemos os mesmos dados de 2019, comparando com os 91.080 kg vendidos pelos catadores, apresenta-se uma diferença de 13.403.920 kg de materiais plásticos que estão ociosos e sendo descartados sem a chance de reciclagem e correspondendo a um valor econômico que deixa de ser aproveitado de R\$ 30.694.976,80. Valores que podem ser expostos para os gestores responsáveis pela cidade e tornar esse material apto a venda e com isso mais valorização do produto. Pois as leis de reciclagem são rígidas e são pontos positivos para o orçamento do governo federal enviado a estados e cidades, tornando importante para a população em geral.

No Japão, verifica-se que os procedimentos do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos obtiveram êxito pela colaboração mútua da população e das entidades privadas. Contudo, isso só foi possível pela existência da ação do governo, que aplicava multas severas caso não houvesse cumprimento das normas e pelo trabalho intensivo de educação ambiental para toda a população. A distribuição de cartilhas para a sociedade no Japão é um trabalho de grande efetividade, considerando a divisão detalhista e complexa de cada um dos resíduos sólidos urbanos, facilitando a compreensão do cidadão. Uma lei de

Reciclagem de embalagens foi promulgada em 1997, a fim de promover o reaproveitamento e consequente redução dos resíduos de embalagens de vidro, garrafas PET e papel de embalagens de cartão (exceto para as embalagens que aplicam alumínio internamente). Essa legislação também deixa clara a responsabilidade do cidadão de limpar e separar seu resíduo, do município de transportar o material à indústria e esta última, a reinserir o resíduo ao sistema de produção (Center, 2014).

E ainda, os resultados de uma pesquisa realizada na Universidade Federal do Pará - UEPA demonstram que um dos seus *Campi* produz, em média, 86,26 kg de resíduos sólidos semanalmente e, dentre as alternativas para gerenciar o volume desses resíduos estão a elaboração e implementação de um Plano de Resíduos Sólidos, a promoção da educação ambiental, a implantação da compostagem na universidade e a realização de parcerias com cooperativas e associações de reciclagem (Borges, 2021).

#### 4. Considerações Finais

Foi constatado que o plástico não é a principal fonte de renda entre os materiais recicláveis para as entidades de catadores. Esse fator é entendido pelas entidades de catadores justamente por falta de informações para a separação adequada dos resíduos, limpeza e armazenamento dos materiais e locais de coleta, feita de forma clara e simples para a população geral, a educação ambiental da população demonstrando ser de suma importância.

As ações do poder público, embora incentivando e apoiando as entidades de catadores em Manaus, principalmente através do programa coleta seletiva, não estão sendo suficientes para abastecer as entidades com o volume de resíduos aptos a um retorno econômico, forçando as entidades na coleta de resíduos adicionais nas imediações de suas sedes.

E, com a atenção crescente no desenvolvimento de uma economia de baixa emissão de carbono, faz-se necessário buscar formas adequadas de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por meio da gestão inovadora de resíduos sólidos urbanos, em especial, de resíduos sólidos plásticos. É importante e necessário avaliar os potenciais benefícios ambientais e econômicos, tais como a própria redução de GEE, a economia de combustíveis fósseis e economia de energia, utilizada para a fabricação de novos materiais por meio do incentivo à reciclagem.

Pode-se dizer que, indiscutivelmente, os resíduos sólidos são um dos maiores poluentes do mundo. Assim, a reciclagem do resíduo plástico pode ser comprovada como uma alternativa para a redução das emissões de efeito estufa e pode ser fonte de créditos de carbono, trazendo benefícios para a Amazônia.

Faz-se necessário que mais pesquisas sejam realizadas junto às entidades de catadores, possibilitando aos órgãos públicos gestores, uma visão mais realista de dados da coleta e do aproveitamento de resíduos realizados pelas entidades, possibilitando assim, em um futuro próximo, viabilizar a aquisição de equipamentos de ponta para separação e triagem dos resíduos, elevando o volume triado, contribuindo para o desenvolvimento de suas atividades e assim, demonstrar a relevância de seu trabalho, analisando a utilização da reciclagem dos resíduos plásticos do município de Manaus-AM, visando quantificar a possível participação no mercado de créditos de carbono.

#### Referências

- ABIPLAST, Associação Brasileira da Indústria do Plástico. (2019). Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico: Perfil 2019. [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil\\_2019\\_web\\_abiplast.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil_2019_web_abiplast.pdf).
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2019). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>
- Almeida, E. R., & Vieira, R. K. (2021). Aplicação das ferramentas FMEA e produção mais limpa no levantamento dos impactos ambientais e gerenciamento de resíduos nas diversas áreas: Uma revisão sistemática. *Scientia Amazonia*, 10(3), E1-E23.
- Andriotti, J. L. S. (2004). *Fundamentos de Estatística e Geoestatística*. Unisinos, 165 p.

- Borges, H. S., Ogorodnik, M. E. A., Nascimento, L. S. do, Oliveira, E. S. de, & Costa, D. C. T. (2021). Quali-quantitative Diagnosis of Solid Waste Generated at Campus V of the State University of Pará. *Research, Society and Development*, 10(11), e576101119827. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19827>
- Center, J. E. S. (2014). *History and Current State of Waste Management in Japan*.
- da Silva, W. P., & Santana, G. (2010). Percepção de lixo da população de Manaus (AM): a problemática da reciclagem. *Caminhos de Geografia*, 11(34), 34-42.
- da Silva, E. S. P., Canalez, G. G. & Reis, A. G. (2016) Um novo olhar para a educação ambiental: um estudo de caso com alunos do ensino fundamental de uma escola municipal de Manaus. *Scientia Amazonia*, 5(3), 91-99.
- Hutchinson, E. (2017). *Principles of Microeconomics*. Uvic.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Cidade de Manaus. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Perfil dos municípios brasileiros: coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro.
- Kieling, A. C., Santana, G. P., dos Santos, M. C., da Silva, C. S. S., da Silva Amorim, C. L., & Pontes, J. R. (2019). Potencial econômico de plásticos recicláveis na cidade de Manaus (AM). *Scientia Amazonia*, 8(1), B1-B14
- Kieling, A., Pereira, S., & dos Santos, M. C. (2019). Compósitos de madeira plástica: considerações gerais. *Scientia Amazonia*, 8(1), B1-B14.
- Mancini, S. D., de Medeiros, G. A., Paes, M. X., de Oliveira, B. O. S., Antunes, M. L. P., de Souza, R. G., & de Oliveira, J. A. (2021). Circular Economy and Solid Waste Management: Challenges and Opportunities in Brazil. *Circular Economy and Sustainability*, 1-22. 10.1007/s43615-021-00055-8
- Oliveira, D. L. & Santana, G. (2010) Influência do aterro municipal de Manaus sobre as águas superficiais da circunvizinhança: Um enfoque ao estudo de metais pesados. *Caminhos de Geografia*, 11(34), 75-83.
- Rivas, A. (Ed.). (2014). *Economia e valoração de serviços ambientais utilizando técnicas de preferências declaradas*. EDUA, Editora da Universidade Federal do Amazonas.
- Santana, G. & Barroncas, S. R. (2007) Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM). *Acta Amazonica*, 37(1), 111-118.
- SEEG, Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. (2022). Base de dados de municípios. <https://seeg.eco.br/download>
- SEMULSP, Secretaria Municipal de Limpeza Pública de Manaus-Am. (2021). Coleta Seletiva. <https://semulsp.manaus.am.gov.br/coleta-seletiva>.
- SEMULSP, Secretaria Municipal de Limpeza Pública de Manaus-Am. (2020). Relatório de gestão 2013-2020. <https://semulsp.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Relatorio-Semulsp-2013-a-2020-parcial.pdf>.
- Silva, I. D. (2012). *Catadores de resíduos sólidos autônomos e cooperativados: dimensões de ganhos potenciais de renda em Goiânia e consequências para a política nacional de resíduos sólidos*. Repositório UNB.