

Investigação sobre a valoração do benefício líquido social do reaproveitamento (BLSR) no município de Paragominas, Pará

Research on the valuation of the net social benefit of reuse (BLSR) in the municipality of Paragominas, Pará

DOI:10.34117/bjdv7n3-413

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 17/03/2021

Bruno Teixeira Barros

Concluinte do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade do Estado do Pará, Campus VI, Paragominas.
Rodovia PA 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas, Pará.
E-mail: brwnnotb@gmail.com

Pedro Costa Santos

Concluinte do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade do Estado do Pará, Campus VI, Paragominas.
Rodovia PA 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas, Pará.
E-mail: pedroengenheiro47@outlook.com

Antônio Pereira Junior

Mestre em Ciências Ambientais
Universidade do Estado do Pará, Campus VI, Laboratório de Qualidade Ambiental (LQA).
Rodovia PA 125, s/n. Bairro Angelim, Paragominas, Pará.
E-mail: antonio.junior@uepa.br

RESUMO

Diversas iniciativas culminam em ganhos ambientais como, por exemplo, a reciclagem e o reaproveitamento. O que proporciona economia quanto os insumos naturais, especialmente os minerais e a celulose vegetal. Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo de investigar o Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) das classes aço, alumínio, papel, plástico e vidro, que o município de Paragominas deixa de ter com a má gestão dos RS. O método utilizado teve como alicerce, duas hipóteses, (1) o mercado de sucatas funciona em perfeita concorrência; (2) o verdadeiro custo de oportunidades. Foram analisadas cinco classes de resíduos urbanos: aço, alumínio, papel, vidros e plásticos, quanto ao reaproveitamento deles e o recurso financeiro gerado por essa ação. Os dados obtidos e analisados indicaram que, dentre as cinco classes analisadas para o município de Paragominas, o plástico apresenta o maior BLSR, em ambas hipóteses ($H_1 = R\$ 511,77$; $H_2 = R\$ 433,04$); e que todas as classes de resíduos apresentam um benefício potencial de até R\$ 17.542.924,95/ano ao município de Paragominas.

Palavras-Chave: Resíduos, Reciclagem, Impactos Ambientais.

ABSTRACT

Several initiatives culminate in environmental gains, such as recycling and reuse. This provides savings regarding natural inputs, especially minerals and vegetable cellulose. In

this sense, the present work aims to investigate the Net Social Benefit of Reuse (BLSR) of steel, aluminum, paper, plastic and glass, which the municipality of Paragominas does not have with the poor management of RS. The method used was based on two hypotheses, (1) the scrap market operates in perfect competition; (2) true opportunity cost. Five classes of municipal waste were analyzed: steel, aluminum, paper, glass, and plastics, regarding their reuse and the financial resources generated by this action. The data obtained and analyzed indicated that, among the five classes analyzed for the municipality of Paragominas, plastic presents the highest BLSR, in both hypotheses ($H_1 = R\$ 511.77$; $H_2 = R\$ 433.04$); and that all classes of waste present a potential benefit of up to R\$ 17,542,924.95/year to the municipality of Paragominas.

Keywords: Waste, Reuse, Environmental impacts.

1 INTRODUÇÃO

Valorar o reaproveitamento dos resíduos sólidos tem como prioridade identificar uma estimativa sobre o bem-estar das comunidades em relação aos serviços ambientais. Tais serviços estão sob a responsabilidade dos gestores nas três esferas políticas (Federal, estadual e municipal). Esse valor deve ser expresso em unidades monetárias porque assim eles verificam se perderam ou ganharam com o reaproveitamento dos resíduos sólidos (YOUNG et al., 2015).

Por outro lado, essa valoração que resulta em termos monetários, mostra o quanto o reaproveitamento é útil para entender a relação entre o valor do meio ambiente e o recurso natural, além de demonstrar o quanto esse insumo representa para o ser socioambiental, ou seja, qual o real papel dele na vida da comunidade (FREITAS et al., 2010). Então, a complexa situação de valorar bens e serviços ambientais indica uma grande oportunidade quanto a geração de renda associados àqueles dos recursos naturais (MOTTA, 2011).

A partir desses argumentos, surgem dois questionamentos: 1) Os benefícios do reaproveitamento do lixo existem? 2) Quais os valores econômicos e ambientais que isso representa? Ambas ainda não foram respondidas a contento nas literaturas que envolveram esse assunto (CHAVES, 2012; RODRIGUEZ, 2014). O que se tem conhecimento é que matérias-primas como o aço, o alumínio, papel, plástico e o vidro, podem e devem ser reaproveitados, e que isso pode mitigar os elevados custos causados pela coleta seletiva.

Quanto ao benefício líquido social, ele está associado a quatro linhas na relação causa-efeito: razões: 1) gestão desorganizada dos resíduos sólidos; 2) o descarte inadequado e a degradação dos recursos naturais; 3) redução na qualidade da saúde da comunidade e, 4) geração de renda para uma parte pequena da população laboral (CHAVES; SOUZA, 2013)

Porém, esse benefício só será visível quando o problema, ou seja, a causa, for identificada e, após análises do tempo e das soluções para resolvê-lo, com ataques diretos ao cerne da questão em estudo, os resultados culminem em vantagens (Ex.: renda; saúde) à população da localidade onde o estudo ocorrer. Consequentemente, a externalidade negativa, ou seja, quando uma ação (descarte inadequado dos RS) impõe custos a outra como, por exemplo, saúde debilitada e custos de tratamentos elevados, seja anulada (FILIPE, 2012).

Para o reaproveitamento dos resíduos sólidos como o aço, o papel, o plástico e o vidro, os estudos (RIBEIRO et al., 2014; VIEIRA, 2003) indicam que eles ainda possuem valor econômico, bem como capacidade para geração de rendas. Nesses casos, ocorre uma diminuição do custo da coleta de lixo, a disposição em locais inadequados, alterações nos recursos naturais como solo, água e ar e, finalmente, a ocorrência de impactos ambientais negativos (AQUINO et al., 2016).

Outro Fator para essa ação, está atrelada a elevação dos custos de produção porque a exploração deles no meio ambiente provoca escassez deles, especialmente, o ferro (Fe) e a água. Então reaproveitar é uma das ações que contribuem para uma menor necessidade desses insumos, o que contribui para a denominada “sustentabilidade” (SOUZA et al., 2015). No caso das latas, a produção delas utilizar aço e alumínio, e os vidros são produzidos a partir da associação da areia, barrilha, calcário (LANDIM et al., 2016).

Em relação aos plásticos, o uso pela comunidade e indústrias, atualmente, são de dois tipos: 1) Polietileno cuja composição química é “ $(-CH_2-CH_2-)_n$ ”, que apresenta alta resistência a umidade, bem como a substâncias químicas; 2) Policarbonato, é transparente, resistente, é similar ao vidro, todavia, é mais resistente ao impacto. Como se verifica, o descarte no ambiente, não apresenta um prazo curto de decomposição, já que o período mínimo chega a mais de 100 anos (NOGUEIRA et al., 2005; PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Mas é necessário que tenha conhecimento sobre a classificação (artigo 13, inciso I, alínea a) e definição (artigo 3º, inciso XVI) do que se quer reaproveitar. Melhor conceituação sobre RS domiciliar consta na Política Nacional de Resíduos Sólidos:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procedesse propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos, semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS, s/p, 2010)

Além disso, a lei cita que os governos municipais e estaduais ficam responsáveis por elaborar metas para redução dos RSU seguindo uma ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos (lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (o que não é passível de reaproveitamento), bem como definiu diretrizes para gestão dos resíduos e a extinção dos lixões a céu abertos, que seriam convertidos em aterros sanitários (BRASIL, 2010).

Outro conhecimento é quanto a composição do RSU: 65% de matéria orgânica; 25% de papel; 4% de metal (aço, alumínio, dentre outros); 3% de vidro e 3% de plástico (MUCELIN; BELLINI, 2008). Complementa-se esses conhecimentos com a quantidade gerada. Nesse caso, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), foram geradas 19.466,4 toneladas de resíduos sólidos domiciliares (RDO) e públicos (RPU) no município de Paragominas, advindos da população atendida pelo serviço de coleta e transporte de resíduos, que é igual a 87.418 habitantes na zona urbana e 8.200 habitantes na zona rural, nesse ano.

Finalmente, deve-se ter noção dos custos que o RSU consome dos orçamentos governamentais e que não são ínfimos. No caso de Paragominas, a prefeitura gasta com os serviços de limpeza e manejo de RSU um total de R\$ 8.209.741,67/ano, dividido em: coleta de RDO e RPU (R\$ 3.712.979,7/ano), coleta de RSS (R\$ 262.036,5/ano), varrição de logradouros públicos (R\$ 2.624.136,79/ano), demais serviços (R\$ 1.610.588,68/ano), onde residem aproximadamente 111.000 habitantes (SEMUR, 2019).

Todos esses argumentos justificaram a realização desse estudo e incrementaram a relevância dele, posto que, gerou dados acerca dessa valoração no município de Paragominas, sudeste paraense, e identificou monetariamente, os benefícios sociais que o reaproveitamento proporcional à sociedade local.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Calcular o Benefício Social Líquido do Reaproveitamento (BSLR), e a viabilidade da inserção do subsídio para o desenvolvimento da reciclagem e o potencial financeiro dos RS's.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar qual classe de RS possui a maior contribuição quanto ao benefício social líquido.
- Saber se o segmento de reciclagem necessita de um subsídio para se desenvolver.
- Calcular o potencial financeiro advindo do aço, papel, plástico e vidro, no Município de Paragominas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O AÇO

O segmento do aço no Brasil, é o maior emissor industrial de gases de efeito estufa (GEE) e o segundo maior consumidor industrial de energia. Em 2014, a produção de ferro primário e aço respondeu por 4% do consumo industrial de energia. Ademais, a indústria siderúrgica emitiu 46% da emissão total do Setor de Processos Industriais em 2010, e no que tange às emissões brasileiras totais, o setor respondeu por cerca de 3,7% (GOMES; DUTRA, 2016).

Ainda sobre a indústria siderúrgica, há relato (CALVANTE; ADAMIAN, 2012) de que ela tem como um dos impactos mais relevantes, a poluição atmosférica, o que gera situações críticas à saúde da população do entorno (Ex.: doenças respiratórias), pois as emissões atmosféricas são constituídas de material particulado, óxidos de nitrogênio (NOx), óxidos de enxofre (SOx), monóxido de carbono (CO), metais pesados, compostos orgânicos voláteis (COV's), compostos alicíclicos aromáticos, dioxinas e furanos, bifenilas policloradas, e compostos ácidos.

Portanto, o reaproveitamento do aço é estratégico, pois o material não perde em qualidade, possui uma durabilidade elevada, além do fato de ser 100% reciclável. Na construção civil, por exemplo, se comparado a outros, o aço apresenta vantagens porque ao fim de sua vida útil, retorna à cadeia produtiva. Quando finda sua vida útil, todos os produtos tornam-se sucatas que retornam aos fornos das usinas para a produção de aço com a mesma qualidade (SANTOS et al., 2015).

3.2 O ALUMÍNIO

Os dois tipos de alumínio, primário e secundário podem ser obtidos no Brasil. O primeiro é obtido a partir da bauxita ($Al_2 \cdot nH_2O$ +ganga), extraída de solos Lateríticos, após a supressão vegetal, ricos em hidróxidos de alumínio (Al), e Ferro (Fe), cuja lavra é feita a céu aberto. Já o segundo, é obtido a partir da reciclagem do alumínio primário. Vale

mencionar que cada tonelada de bauxita beneficiada produz em média 1,5 toneladas de escória, formada principalmente por óxidos de alumínio (Al_2O_3), ferro (Fe), silício (Si) e titânio (Ti) (SOUZA et al., 2015).

Quanto a produção desse segundo tipo de alumínio, ela envolve um complexo sistema que envolve três etapas distintas: 1) a extração da bauxita, 2) o refino da alumina (separação do óxido de alumínio de outros elementos da bauxita) e 3) a produção propriamente do metal, o chamado processo de redução (que separa o oxigênio do alumínio, e requer elevado consumo de energia). Neste processo, são necessários de quatro a cinco toneladas de bauxita para se extrair apenas uma do metal (LIMA; MOTTA, 2010).

Outra observação necessária é quanto ao consumo de energia, em 2010, no Brasil consumiu 15,6 MWh/t (XAVIER, 2012), valor acima da média mundial. Com isso, elevou-se a demanda pelas construções de hidrelétricas, e isso causou sérios impactos nas comunidades que vivem próximas aos empreendimentos como comprometimento da qualidade da água, alteração do regime hidrológico dos rios, entre outros (SANTOS et al., 2017).

Dessa forma, esta cadeia produtiva gera sérios impactos ambientais, principalmente a extração da bauxita, pois há supressão vegetal em alta escala e revolvimento de solo, o que destrói os horizontes e estabelecem as camadas, além de comprometer a fertilidade do solo por inversão da microbiota, por isso o reaproveitamento é uma das ferramentas que contribuem para mitigar tais ações negativas (IPEA, 2010).

3.3 O PAPEL

Na atualidade, quase toda a produção de papel (95%) advém de fuste arbóreo que em geral, são originárias de processos de reflorestamento, especialmente do eucalipto (*Eucalyptus* spp) porque essas árvores ofertam crescimento rápido (\pm sete anos), e um diâmetro aproximado de 30 cm (FILIPINI, 2013). O problema é que há impactos ambientais causados por substâncias advindas desses gêneros de vegetais.

Os impactos causados a partir de resinas produzidas por esse vegetal, já foram objetos de análise (DE VECHI; MAGALHÃES JÚNIOR, 2018). Nela, os autores observaram o processo de decomposição das serapilheiras por elas formadas. Ela ocorre a partir da presença de larvas pertencentes à família Oecophoridae que é endêmica da Austrália, logo, no Brasil, a reposição da matéria orgânica e nutrientes do solo, é dificultado, e interfere na fertilidade do solo, de acordo com os estudos já realizados em Florestal – MG (OLIVEIRA et al., 2018)

Outro estudo acerca dos impactos ambientais na produção de papel a partir dessa árvore, foi realizado em Vitória – ES, lá, os autores identificaram que (1) o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), classificou esse tipo de monocultivo como “floresta plantada”, além da substituição do cultivo de alimentos pelo do eucalipto, já que a indústria do papel e celulose evoluiu de 7% para 79% em 2014 (LIMA et al., 2016).

Portanto, o reaproveitamento do papel permite a diminuição do volume de resíduos ocasionado pelo uso desmedido e ainda poupar árvores na relação de 1 t = 20 árvores, além de gerar renda extra à comunidade e abertura de mercado no setor papelheiro.

3.4 VIDRO

Os vidros são fabricados por um processo no qual as matérias primas (Sílica, barrilha e calcário) em proporções variadas são misturadas e fundidas a uma temperatura elevada entre 1350 °C a 1600 °C, o que possibilita a moldagem em diferentes formas e tamanhos. A alumina pode ser incorporada para melhorar a durabilidade química do vidro e agentes refinadores agem reduzindo a temperatura e o tempo que levaria no processo de fusão (LANDIM et al., 2016).

No que tange à fabricação, os impactos são ligados à extração da matéria-prima necessária à produção dele: quartzo (areia), calcário (CaCO_3), dolomita ($\text{CaMgCO}_3/\text{CaMg}_2\text{CO}_3$), entre outros, bem como a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) pelo consumo de energia elétrica e térmica. Além disso, a utilização de compostos na pigmentação do vidro: óxido de Ferro, Cádmio (Cd) ou Cromo (Cr), gera toxinas no ar, que podem causar problemas à saúde humana (PETARNELLA; NASCIMENTO, 2017)

Nesse sentido, o vidro é um dos materiais que possui maior potencial de retorno à cadeia produtiva, porém, é um dos mais problemáticos para se coletar, triar e comercializar. Em regiões distantes dos grandes centros produtores ou onde o consumo de embalagens de vidro não é elevado, a receita com a venda desse material não cobre os custos com o transporte e, por esse motivo, muitas vezes o material que chega às organizações de catadores acaba sendo disposto em aterros (CAETANO; LUNA, 2018).

Além disso, vale salientar que para algumas indústrias, o vidro é um dos materiais menos interessantes para se reciclar, pois as suas matérias-primas são relativamente baixas e abundantes. Contudo, a reciclagem de vidros gera inúmeros benefícios ambientais, como a redução de lixo no meio ambiente, principalmente se for levado em consideração que uma garrafa de vidros decompõe, em média, em 4 mil anos (PETARNELLA; NASCIMENTO, 2010)

3.5 PLASTICOS

A cadeia produtiva dos plásticos inicia-se com o uso da nafta ($C_{10}H_8$), obtida pelo processo de refino do petróleo ou do gás natural (CH_4), utilizada como matérias-primas para a obtenção de eteno (C_2H_4), benzeno (C_6H_6), propeno (C_3H_6) e outros petroquímicos básicos. A partir desses produtos, são produzidas as resinas que são então processadas para a geração de variados produtos nas indústrias de transformação plástica (DIAS; MAGRINI, 2016).

Os impactos ambientais na cadeia de produção deste material estão diretamente ligados aos impactos da exploração do petróleo, que são a alteração da qualidade da água através do despejo de rejeitos, emissão de GEE durante a extração e o refino, contaminação do solo em caso de derramamento, entre outros (MARTINS et al., 2017).

Atualmente, destinar de forma adequada os RS à base de plástico tem sido um desafio, uma vez que eles apresentam durabilidade no ambiente devido aos seus componentes químicos que não são decompostos por microrganismos. Mesmo os que são considerados biodegradáveis não resolvem os problemas, pois, simplesmente fragmentam-se em partes menores, diminuindo apenas o volume dessas embalagens no ambiente (SILVA et al., 2013).

No que tange à disposição irregular desse material, a mesma tornou-se um dos principais responsáveis pela obstrução das redes de drenagem urbanas e pela poluição hídrica. Ademais, o seu impacto à biodiversidade pode ser elevado para algumas populações de mamíferos aquáticos, aves, répteis, peixes, dentre outros, e que ingerem ou ficam entrelaçados nesses materiais (ESCOCARD et al., 2018).

Dessa forma, o reaproveitamento do plástico é fundamental para a sustentabilidade do setor. A reciclagem de plásticos pós-consumo no Brasil é de 17,5%, um percentual positivo em comparação à taxa europeia, que gira em torno de 22%, e o que é importante é que a reciclagem em nosso país tem crescido 15% ao ano. A reciclagem pode ser também pré-consumo, ou seja, acontecer nas próprias indústrias que aproveitam resíduos plásticos, tais como aparas, rebarbas e sobras (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

3.6 RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Atualmente no Brasil, a geração média de resíduos sólidos urbanos é próxima de 1 Kg/hab./dia no país, padrão similar ao de alguns países da União Europeia. Entre as populações urbanas com maior poder aquisitivo, o padrão de consumo se equipara ao dos

cidadãos norte-americanos, reconhecidamente os maiores produtores *per capita* de RSU (GOLVEIA, 2012).

Nesse sentido, a má gestão de resíduos traz consequências significativas para a saúde humana e resulta na redução da capacidade de prestação dos serviços ecossistêmicos, essenciais à vida, o que gera degradação ambiental (SOUZA et al., 2015). Como exemplo dos impactos advindos da má gestão, cita-se a poluição e degradação do solo, poluição de corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes devido ao assoreamento de rios e córregos e obstrução de bueiros, proliferação de moscas, baratas, ratos e outros vetores de importância sanitária, aumento no risco de doenças de veiculação hídrica tais como leptospirose e dengue (KLEIN et al., 2018).

Atualmente, de acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), o Brasil gera 206 mil toneladas de resíduos sólidos por dia que podem ser exploradas comercialmente, pois 76% deles são depositados a céu aberto em 'lixões'; 13% em aterros controlados; 10% despejados em aterros sanitários; 0,9% compostados em usinas, e 0,1% incinerados, causando sérios danos ao meio ambiente (RIMOLI; RYLO, 2015).

3.7 GARIS E CATADORES

A situação se torna mais crítica para catadores de materiais recicláveis, os quais realizam seu trabalho em condições muito insalubres, geralmente sem equipamentos de proteção, resultando em alta probabilidade de adquirir doenças. Estes problemas incluem a exposição a metais e substâncias químicas, a agentes infecciosos, doenças respiratórias, osteomusculares e lesões por acidentes, além de proporcionar inclusão social para pessoas marginalizadas que passam a trabalhar na coleta ou triagem (GOLVEIA, 2003)

Ademais, a atividade dos trabalhadores da limpeza urbana é integrante dos trabalhos desvalorizados tarefas socialmente consideradas à parte, evitadas e ocultadas, como também o trabalhador que as executa pelo vínculo estabelecido entre ele e o seu objeto de trabalho. (MOTTA; BORGES, 2013). Dessa forma, para o Brasil, o investimento na gestão de resíduos sólidos é essencial para o desenvolvimento e solidificação de sua infraestrutura. É possível utilizar o potencial de biogás para a geração de energia, evoluir na questão da reciclagem e reaproveitamento, que envolve aspectos sociais, ambientais e econômicos, criar parcerias público-privadas, entre outros desafios (DEUS et al., 2015).

3.8 O REAPROVEITAMENTO DOS RS

O ato de reaproveitar é um dos mecanismos eficazes frente às dificuldades inerentes à gestão dos RS porque contribui para a redução dos custos na aquisição de matérias-primas, quantidade de resíduos que necessitam de tratamento e disposição final, além de proporcionar inclusão social para pessoas marginalizadas que passam a trabalhar na coleta ou triagem (RODRIGUES et al., 2017).

Nesse sentido, o Instituto de Pesquisas Aplicadas analisou os benefícios dessa atividade com relação à produção a partir da matéria prima virgem sob dois pontos de vista, econômico e ambiental. Os econômicos incluem primordialmente o custo evitado em termos de consumo de recursos naturais e energia. Já os benefícios ambientais são associados aos impactos sobre o meio ambiente devido ao consumo de energia, emissões de GEE's, consumo de água e perda de biodiversidade (IPEA, 2010).

Ademais, esta prática gera emprego e renda, reduz a exploração desenfreada dos recursos naturais utilizados como matérias-primas na produção de embalagens diversas, e também diminui a necessidade de ocupar (e poluir) espaços para depositar os materiais que cumpriram apenas uma vez sua função socioeconômica (SEBRAE, 2012).

Dessa forma, no Brasil, o reaproveitamento fatura cerca de 1,2 bilhão de dólares, porém, esse número poderia ser de 5,8 bilhões de dólares, pois apenas uma quantidade ínfima dos resíduos sólidos brasileiros é reaproveitada atualmente, o que leva a concluir que, no país, as perspectivas para o setor são de forte expansão (RIMOLI; RYMO, 2003).

3.9 LEGISLAÇÃO DOS RS NO BRASIL

Assim, no decorrer dos anos algumas normas foram criadas para lidar com a questão da geração de resíduos até a criação da Lei n.º 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como: Resolução CONAMA n.º 275/01, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos; Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) n.º 306/04, resíduos de serviços de saúde (RSS), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Lei n.º 11.445/07 (SILVA et al., 2013).

Além das citadas, têm-se a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que, através da NBR 10.004/04, classifica os resíduos em Classe I (resíduo perigoso) e Classe II, resíduo não-perigoso; Classe II, divididos em Classe II A, ou seja, resíduo não-inerte, e Classe II B, resíduos inertes (ABNT, 2004).

Após a promulgação da Constituição de 1988, ficou definido, nos incisos I e V do artigo 30, o seguinte: “é atribuição municipal legislar sobre assuntos do interesse local,

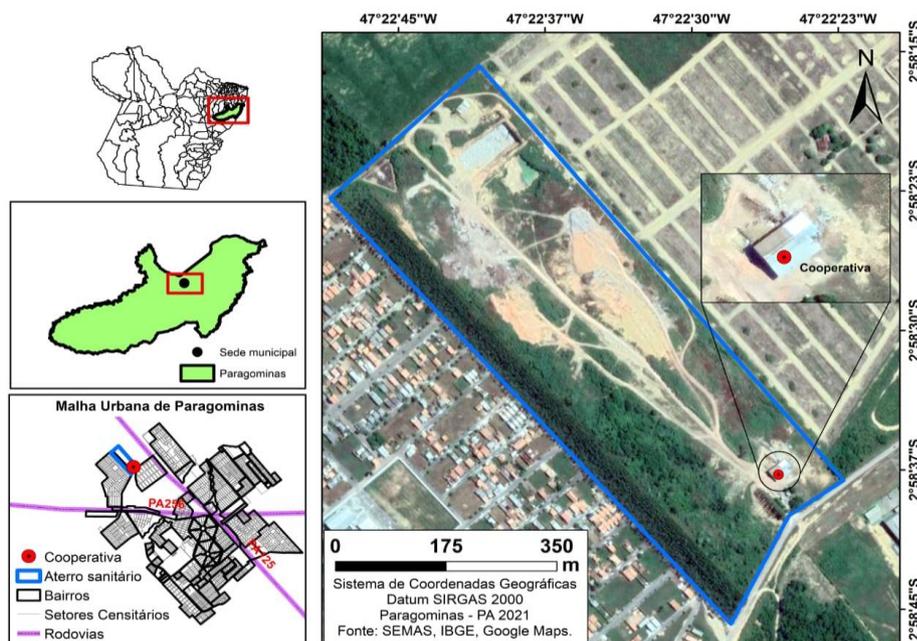
especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos”. Inicia-se então o processo de descentralização de setores como o de saneamento básico, o que definiu os municípios como detentores do gerenciamento do serviço de limpeza urbana (BRASIL, 1988).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 FISIOGRAFIA DO MUNICÍPIO

O município de Paragominas situa-se a Sudeste do Estado do Pará, a 320 km da capital, Belém. Apresenta clima tropical com hidrografia determinada pelos rios Uraim e Igarapé Paragominas, também chamado igarapé Prainha. A vegetação é composta por floresta densa submontana, floresta densa de terra baixa e floresta densa aluvial (PINTO et al., 2009). A extensão territorial equivale a 19,342,25 km² e a população, de acordo com o censo 2010, é igual a 97;819 hab., com estimavas para 2018, em 111.764 hab., e 2019, 113.507 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 1. Imagem da localização do município e do aterro



Fonte: autores (2021)

4.2 MÉTODOS

Para melhor condução dessa investigação científica, associaram-se dois métodos: 1) estudo de caso que, de acordo com o sintetizado por Clemente Júnior (2012), os investigadores podem utilizar evidências como análise documental e observação participativa. 2) O dedutivo, pois de acordo com o relato de Prodanov e Freitas (2013), é permitido o uso de abrangência quantitativa e natureza aplicada, e complementá-la com

levantamento de dados documentais. Ressalte-se que as informações *in situ* sobre o Aterro Controlado de Paragominas e do Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos dessa localidade, foram obtidos junto aos gestores desse local de recepção e armazenamento de RS. Quanto à seleção de cinco deles, utilizou-se como base o proposto por Chaves e Souza (2013) (Quadro 1).

Quadro 1. Detalhamento dos componentes presentes em cada classe de material trabalhado.

Índice	Resíduos Sólidos	Características
1	Aço	Ferro, metal e chaparia.
2	Alumínio (Al)	latas de alumínio e alumínio duro
3	Papel	papel branco e papelão
4	Plástico	embalagens vazias de manteiga, garrafas vazias de QBoa, garrafas de Politereftalato de Etileno (PET), óleo para cozimento e papel filme
5	Vidro	garrafas de vidro transparente

Elaborada pelos autores.

Após a obtenção dos dados quanto aos RS selecionados, fez-se o cálculo para o valor estimado do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR), baseado na metodologia de valoração ambiental proposta por Motta (2006), e a aplicação da Equação 1.

$$BLSR = GCD + CA + GMI - GAR \quad (1)$$

Onde: *GCD* – gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano; *CA* – custos e danos ambientais resultantes da má coleta e disposição de lixo urbano; *GMI* – reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento; *GAR* – gastos associados ao reaproveitamento. Vale ressaltar que o termo “reaproveitamento”, refere-se aos conceitos tanto de reciclagem, quanto de reaproveitamento.

Os cálculos para os quatro componentes da Equação 1, foram efetuados a partir dos dados para composição do BLSR (Quadro 2).

Quadro 2. Indicação de como os valores da fórmula foram alcançados.

Índices	Ações para o cálculo
GCD	Para os gastos atuais com a coleta dos resíduos foi utilizado os valores constantes na plataforma do SNIS (2019), referente ao ano de 2018.
CA	Foi utilizado o valor estimado dos Gases de Efeito Estufa (GEE's), constante no relatório do IPEA (2010), conforme preconizado por Chaves e Souza (2013).
GMI	Utilização de duas hipóteses, em consonância ao exposto por Motta (2006): (1) Levou-se em consideração o próprio preço da sucata, o qual já fornece o GMI deduzido dos gastos associados ao reaproveitamento (GAR). Vale ressaltar que essa hipótese sugere que o mercado de sucatas funcione sob perfeita competição. - Para este estudo, far-se-á a estimativa desse item a partir dos dados coletados junto a Cooperativa de Materiais Recicláveis de Paragominas - COOPERCAMARI. (2) é calculado com base no verdadeiro custo de oportunidade, e toma como base os custos evitados com energia e matéria-prima, deduzidos dos custos privados de reprocessamento, proporcionados pelo reaproveitamento.
GAR	Para os cálculos desse item, foi utilizado o valor médio (R\$260,00) preconizado pelo IPEA (2010). Essa escolha tem como justificativa a busca de um valor que revelasse o custo real para Paragominas, em função ao crescimento populacional nos 53 anos de existência do município.

Elaborada pelos autores.

Para o cálculo final do BLSR empregaram-se duas etapas: 1) cálculos individuais para o aço, alumínio, papel, plástico e vidro; 2) valor da média ponderada entre eles. Quanto aos pesos utilizados para realizar a ponderação, seguiu-se o preconizado por Rodrigues et al (2017), que utilizou a porcentagem gravimétrica de cada material contido em 1 t de lixo, cuja predominância dos quatro resíduos estudados (Tabela 1).

Tabela 1. Composição gravimétrica utilizada para ponderação.

Material	Composição gravimétrica IPEA (%)	C.G.U(%)
Aço	2,1	7,11
Alumínio	0,3	1,01
Papel/Celulose	14,1	47,79
Plástico	10,7	36,27
Vidro	2,3	7,79

Legenda: C. G. U – Composição gravimétrica utilizada Fonte: Elaborada com base em dados de IPEA (2010).

4.3 CÁLCULO DO POTENCIAL FINANCEIRO DESPERDIÇADO ANUALMENTE

O cálculo dos valores que são desperdiçados anualmente foi feito baseado no que foi sintetizado por Rodrigues et al. (2017), e com a aplicação da Equação 2.

$$P = BLSR \times Qntrs \quad (2)$$

Onde: P = Potencial financeiro desperdiçado; BLSR = O valor final do BLSR, após feita a ponderação; Qntrs = quantidade total de RS (RDO e RPU) direcionados ao aterro, anualmente.

4.4 INFORMAÇÕES DOCUMENTAIS

Para discussões e cálculos, armazenados em bases eletrônicas de armazenamento que tratam sobre resíduos sólidos no Brasil, foram selecionadas literaturas para a discussão dos dados obtidos (Quadro 3).

Quadro 3. Fontes de utilizadas para a seleção da literatura utilizada na discussão dos dados obtidos.

Ano	B. A	Acrônimos	E. E	Objetivos
2006	Motta	Período	3(4);41-60	Estabelece a Equação para o BSLR ¹ e as diretrizes para o cálculo. $BLSR = GCD + CA + GMI - GAR$ (1)
2010	Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada	IPEA	Plataforma IPEA Publicações	CA: O relatório estabelece os benefícios da reciclagem quanto à emissão de GEE, perda de biodiversidade e o valor médio de aterramento; GMI: redução dos custos associados em matéria-prima e outros insumos; GAR: gastos relativos à coleta seletiva no Brasil.
2013	Chaves e Souza	Revista FEE	34;683-714	Classes de Materiais a se trabalhar.
2015	Rodrigues et al.	FEE	43(1);115-128	Equação para calcular o potencial financeiro
2017	Rodrigues; Marin; Alvarenga	RG&SA	6(1);470-486	Metodologia para realizar a ponderação
2018	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	IBGE	Plataforma IBGE-Cidades	Obter dados sobre a quantidade de pessoas atendidas pela coleta de RS (zona rural e zona urbana) no município de Paragominas.
2018	Sistema Nacional de Informações de Saneamento	SNIS	Plataforma SNIS-Resíduos Sólidos	Valor do GCD e o valor total de RS destinado ao aterro.

Legendas: B. A= Base de Armazenamento; E. E. = Endereço Eletrônico.
Elaborada pelos autores.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 GCD

A análise dos dados obtidos indicou que no ano de e 2018, o valor médio gasto para a coleta de todos os tipos de resíduos sólidos produzidos na área urbana de Paragominas, apresentou valor equivalente a R\$ 191,67/t.

Sobre este valor, Souza et al. (2015) efetuaram estudos no município de Breu Branco – PA, e concluíram que a média de gastos em 2018, para a coleta de resíduos daquela localidade foi igual a R\$ 190,00/t. Notou-se que o valor médio obtido naquele município, foi literalmente similar ao encontrado em Paragominas, com isso, os cálculos efetuados para o GCD estão corretos. Vale ressaltar que, segundo Chaves e Souza (2013), o cálculo do GCD varia de acordo com as características (Ex.: produção de RS; coleta; disposição final) de cada município.

5.2 C.A.

Para esse item, os dados analisados indicaram que a estimativa dos custos ambientais relacionados à emissão de GEE's e perda de biodiversidade foram mais elevados para o alumínio e, após o acréscimo do valor médio de aterramento nos municípios brasileiros (R\$ 44,27), que é o valor médio de aterramento nos municípios brasileiros, atualizada aos valores monetários correntes (Tabela 2), varia para cada tipo de material investigado.

Tabela 2. Tabela de estimativas do CA.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Aço	48,12	0,47		92,86
Alumínio	169,77	-	*44,2	214,04
Papel	9,02	5,38	7	58,67
Plástico	51,13	-		95,4
Vidro	8,36	-		52,63

(1) Materiais; (2) Custos associados à redução da emissão de GEE's (R\$/t); (3) Custos associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros (R\$/t); (4) Custos de aterramento (R\$/t). (5) CA (R\$/t) *valor único relacionado a todos os materiais. Fonte: adaptado de IPEA (2010).

Dessa forma, percebe-se que o material cuja produção representa o maior custo ambiental (CA) é o alumínio, e este custo relaciona-se com a grande quantidade de GEE's liberados para produzir o metal (R\$214,04/t). Sobre essa relação, Souza et al. (2015) em pesquisa realizada em Porto Alegre - RS, afirmaram que a classe de material com maior custo ambiental (R\$ 203, 18/t). Justifica-se a diferença de valor é decorrente dos custos com o aterramento.

Com relação aos custos associados à preservação da biodiversidade, verifica-se intensiva e extensa utilização de áreas de florestas plantadas como fonte de matéria-prima para a produção de Papel e Aço, e a reciclagem desses RS's possibilita menor área daquelas plantadas com espécies exóticas, o que viabiliza a existência das nativas e, com isso, maior proteção da biodiversidade, assim como a exploração de recursos não madeireiros de maneira sustentável. Nos casos de alumínio, plástico e vidro, esse tipo de problema ambiental acontece em menor escala, uma vez que a extração de matéria-prima se ocorre em espaços mais concentrados (IPEA, 2010).

5.3 G.M.I.

5.3.1 – Hipótese 1: GMI - GAR

Na hipótese 1, o GMI já vem deduzido do GAR, o que reflete o preço no qual as sucatas são comercializadas no município. A análise dos dados obtidos juntamente à cooperativa que atua no aterro de Paragominas, permitiu a composição dos valores estimados das sucatas, por toneladas, para cada um dos cinco RS objetos desse estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa de preço dos RS's comercializadas pela cooperativa que opera no aterro de Paragominas.

Material	Preço (R\$/t)
Papel	201,00
Plástico	1.126,66
Aço	1.056,87
Alumínio	2.351,00
Vidro	422,22

Fonte: Elaborada com base em dados do Relatório Anual da COOPERCAMARI de 2018/2019.

Nota-se que a classe do Alumínio (rígido e flexível, latinhas de alumínio) é o tipo de sucata com o valor mais alto (R\$2.351,00/t), porém, é a que tem a menor participação na gravimetria dos resíduos (0,3%), o que, segundo um dos gestores da cooperativa, ocorre devido à ação de catadores que impedem o metal de ir para o aterro. De acordo com Costa e Pires (2007) o incremento dos recursos gerados, entre 2003 a 2005, foi equivalente, no Brasil, a R\$ 469.10⁶. Então os dados obtidos em Paragominas, indicam que a reciclagem do alumínio ainda pode gerar mais recursos aos catadores e contribuir para a mitigação dos impactos ambientais causados pela presença desse elemento químico no ambiente.

Outro RS com valor elevado foi o plástico (embalagens vazias de manteiga, QBoa e garrafas PET), com o valor de R\$1.126,00/t. Sobre o valor para esses tipos de RS's, Sanjad (2018), efetuou estudo em Belém – PA, e concluiu que o faturamento com a reciclagem do plástico é em média R\$1.020,00/t, quando há 50% de plástico reciclado, o segmento terá um faturamento de mais R\$ 26.000.000,00.

5.3.2 – Hipótese 2: Verdadeiro custo de oportunidade

Os valores do presente trabalho, são constantes no Relatório do IPEA (2010) que trata sobre “Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos” (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia. Paragominas – PA.

Material	Custos ambientais associados à geração de energia para a produção primária (R\$/t)	Custos ambientais associados a geração de energia para a reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	34,18	7,81	26,37
Alumínio	176,78	7,92	168,86
Papel	11,98	2,26	9,72
Plástico	6,56	1,4	5,16
Vidro	23,99	20,81	3,18

Fonte: Adaptado de IPEA (2010).

No que tange às estimativas de redução do consumo de energia, é possível observar que a classe do “alumínio” é a que apresenta o maior benefício (R\$168,86/t), seguida do “aço” (R\$26,37/t). Estes valores corroboram a pesquisa de Souza et al. (2015), realizada em Porto Alegre - RS, onde o autor afirma que o alumínio é o material que mais contribui em termos de redução de consumo de energia elétrica, apesar de o restante dos materiais também contribuir de maneira significativa.

Isto acontece devido aos itens demandarem grandes quantidades de energia para sua produção, no caso do alumínio primário, por exemplo, há a necessidade de se construir hidrelétricas para manter o produto competitivo, conforme afirma Santos et al. (2017), em pesquisa realizada em Paragominas, Pará. Nesse sentido, segundo a ABAL (2017), o consumo específico de energia elétrica na produção em 2015 ficou em 14,95 Megawatt hora por tonelada (MWh/t), cerca de 5% acima da média mundial de 14,23 MWh/t.

Tabela 5. Estimativa dos benefícios econômicos associados a redução do consumo de insumos.

Material	Custos de insumos para produção primária (R\$/t)	Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da Reciclagem (R\$/t)
Aço	552	425	127
alumínio	6162	3447	2715
Papel	687	357	330
plástico	1790	626	1164
Vidro	263	143	120

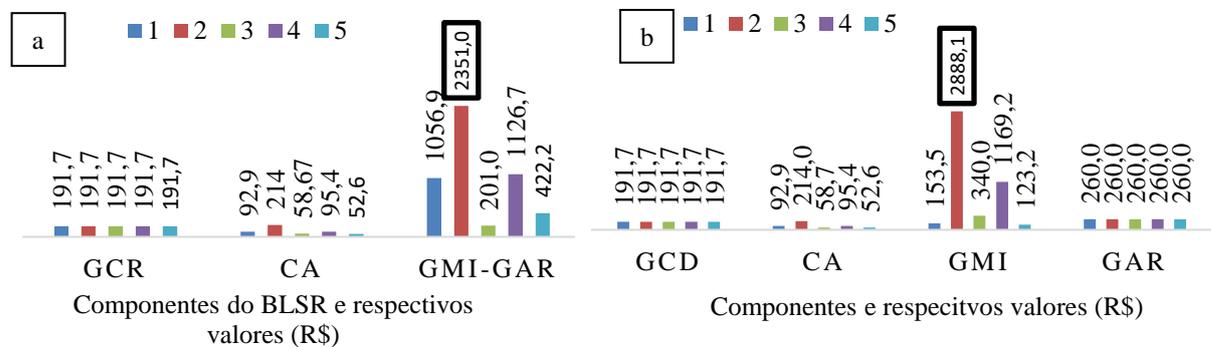
Fonte: adaptado de IPEA (2010).

Quanto aos benefícios relacionados à redução no consumo de insumos, o “alumínio” mais uma vez aparece como o material que apresenta o maior benefício (R\$2.715,00/t), seguido do plástico (R\$1.164,00/t). Estes valores estão de acordo com o apresentado por Rodrigues et al. (2017), em pesquisa realizada em Florianópolis -SC. No caso do alumínio, de acordo com Lima e Motta (2010) são necessários de quatro a cinco toneladas de bauxita para se extrair uma tonelada desse metal.

5.4 GAR

Os dados obtidos indicaram que a venda de sucatas, para H₁ – Preço de mercado (Figura 2a), no município de Paragominas tornou o mercado mais adequado, e isso é evidenciado pelo valor do GAR, já deduzido o valor para o GMI. Já para H₂ – Custo de oportunidade (Figura 2b), a análise dos dados obtidos indicou que o custo de oportunidade, permitiu a redução no custo da obtenção da matéria-prima em função do reaproveitamento dos RS objetos desse estudo.

Figura 2: a) Dados obtidos para H₁; b) Dados obtidos para H₂. Paragominas – PA. Legendas: 1 – Aço; 2 – Alumínio; 3 – Papel/celulose; 4 – Plástico; 5 – Vidro. GCD: Gastos com Coleta e Disposição; CA: Danos Ambientais; GMI; Reduções de custos em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento; GAR: Gastos associados ao reaproveitamento.



Fonte: autores (2021).

Após a análise dos dados verificou-se que o valor do dano ambiental o valor preço médio (GMI-GAR) para o alumínio, foi superior aos demais valores dos RS's analisados. Já em H₂, quando não se deduz o GAR, o valor do GMI, se eleva, no entanto, o alumínio continua a ser o RS com o maior GMI. Isto indica que os ganhos sociais e ambientais com relação ao alumínio são altos. Em relação a isso, Souza et al. (2015), em pesquisa realizada em Porto Alegre – RS, os dados que eles obtiveram também indicaram que o alumínio foi o RS que apresentou a maior relação GMI-GAR e, posteriormente, o maior GMI.

Em relação ao GCD, em H₁ e H₂, não ocorreram variações nos custos pois refletem os gastos fixos com coleta por tonelada para o município de Paragominas. Isto corrobora com o estudo efetuado por Chaves e Souza (2013) em Porto Alegre – RS. Nele, os autores concluíram que os valores do GCD e do GAR são fixos, pois eles são baseados nos custos da coleta regular, o que se observou na investigação realizada em Paragominas.

5.5 BLSR

A análise dos dados obtidos indicou que houve divergências de valores entre H_1 e H_2 (Tabela 6).

Tabela 6 – Cálculo do BLSR sob as Hipóteses 1 e 2. Paragominas – PA.

H_1				H_2			
RS's	Total ¹	P	T. P	RS's	Total ¹	P	T. P
Aço	1.341,40	0,071	95,24	Aço	178,01	0,071	12,64
Alumínio	2.756,71	0,01	27,57	alumínio	3.029,82	0,01	3030
papel/celulose	451,34	0,477	215,29	papel/celulos	330,38	0,477	157,59
				e			
Plástico	1.413,73	0,362	511,77	Plástico	1.196,25	0,362	433,04
Vidro	666,52	0,077	51,32	Vidro	107,49	0,077	8,28

¹[GCD + CA + (GMI-GAR)]. P - Ponderação (1); T. P – Total Ponderado. BSLR¹: R\$901,19; BSLR²: R\$641,85

Fonte: autores (2021).

Após a obtenção do valor médio para o BSLR¹, fez-se comparações com duas pesquisas realizadas no sul do Brasil (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação dos valores médios obtidos para o BLSR.

Municípios/Estados	Autores	Ano da publicação	BSLR (t)
Paragominas – PA	---	---	1,056,9
Florianópolis – SC	Rodrigues et al.	2017	296,25
Porto Alegre – RS	Souza et al.	2015	130,00

Fonte: autores (2021)

As diferenças entre os valores apresentam, de acordo com o IPEA (2010), dois fatores: 1) os tipos de materiais que compõe a classe “aço”, para cada caso; 2) As variações locais de mercado ocasionadas pela oferta e demanda de cada item, pois no Sul, o consumo do aço guarda dependência do insumo extraído na Região Norte, como em Paragominas. Observou-se também que em H_1 , o mercado de sucatas é responsável pelas variações desses preços/t, pode-se afirmar que em Paragominas, a cifra obtida indica que o mercado de sucatas é um bom gerador de renda, e que pode melhorar, se houver tendência de elevação a porcentagem de reaproveitamento desses resíduos coletados.

Para H_2 , o valor médio para BSLR (R\$ 641,85), está relacionado ao verdadeiro custo de oportunidade. Isso explica as principais diferenças encontradas para os valores finais do Alumínio ($H_1 = R\$95,24$; $H_2 R\$12,64$) e para o Vidro ($H_1 = R\$51,32$; $H_2 R\$8,28$). No estudo efetuado por Chaves e Souza (2013) no Rio Grande do Sul, acerca desses resíduos e dos valores de reaproveitamento deles, os autores encontraram valores para o alumínio ($H_1 = R\$ 16,00$; $H_2 = R\$29,09$; e para o vidro ($H_1 = R\$30,81$; $H_2 = R\$17,29$).

Com isso, a análise dos dados obtidos, para H₁ e H₂, indicou que o valores médios ponderados para o BSLR, em H₁ e H₂, são valores médios intermediários quando comparados com aqueles obtidos em Florianópolis e Porto Alegre (Tabela 8).

Tabela 8. Comparação dos valores médios obtidos para o BSLR.

Municípios/Estados	Autores	Ano da publicação	BSLR (t)	
			H ₁	H ₂
Paragominas – PA	----	---	901,19	641,85
Florianópolis – SC	Rodrigues et al.	2017	806,00	447,92
Porto Alegre – RS	Souza et al.	2015	880,00	1,148,00

Fonte: autores (2021)

As diferenças encontradas em cada um dos casos investigados, estão associadas principalmente pelo preço médio das sucatas (GMI-GAR) e pelos gastos com a coleta seletiva (GAR), os quais diferem nos três casos. Dessa forma, o benefício advindo desse segmento para o município de Paragominas é igual ao valor do BSLR¹, ou seja, R\$901,19/t., pois, o valor das sucatas reflete os ganhos líquidos de redução de custos de reaproveitamento.

5.6 ESTIMATIVA DO POTENCIAL FINANCEIRO DOS RSU

Os dados obtidos e analisados para essa ação indicaram que a estimativa da quantidade de material reciclável está associada à disposição final do RSU, ou seja, o vazadouro a céu aberto existente no município (Tabela 9).

Tabela 9. Potencial de material reciclável direcionado ao aterro.

Material	Composição gravimétrica IPEA 2010 (%) *	Quantidade potencial estimada (t/ano)
Aço	2,1	408,79
Alumínio	0,3	58,40
Papel/Celulose	14,1	2744,76
Plástico	10,7	2082,90
Vidro	2,3	447,73

Total enviado ao vazadouro a céu aberto de Paragominas: 67.838,8 toneladas (das quais 49.498,5 são de RCC e 19.466,4 de RDO e RPU). Valores relacionados ao total de RDO e RPU (19.466,4 toneladas)

Fonte: IPEA (2010); SNIS (2018).

Vale ressaltar que, segundo dados do SNIS (2018), foi direcionado um total de 19.466,4 t de resíduos sólidos urbanos (RDO e RPU) para o aterro de Paragominas no ano de 2018, com a maior contribuição advinda da classe papel/celulose, com 2744,76

toneladas. Depois dos resíduos orgânicos, que não foram objetos dessa investigação, geralmente a classe papel/celulose vem como o principal tipo de material encontrados nos aterros, seguida do plástico (2.082,9 t), o que é corroborado pelas literaturas acadêmicas (IPEA, 2010; SOUZA et al., 2015).

Para a estimativa do potencial financeiro advindo das classes de resíduos estudadas, levando em consideração os valores do BLSR individualmente (benefício líquido do material) e quanto eles gerariam (benefício potencial) caso fossem totalmente recuperados, os dados obtidos indicaram que eles apresentam valores compatíveis ao reaproveitamento (Tabela 10).

Tabela 10. Estimativa do benefício potencial de cada material.

Material	Benefício líquido do material (R\$/t)	Benefício potencial (R\$/ano)	
		H ₁	H ₂
Aço	12,64 ² – 95,24 ¹	1.853.979,9	246.055,3
Alumínio	27,57 ¹ - 30,3 ²	589.831,92	536.688,64
Papel/Celulose	157,59 ² – 215,29 ¹	4.190.921,2	3.067.709,97
Plástico	433,04 ² – 511,77 ¹	9.962.319,5	8.429.729,85
Vidro	8,22 ² – 51,32 ¹	999.015,64	160.013,8

BSLR¹: R\$ 17.542.924,95/ano; BSLR²: R\$12.493.340,84/ano. Fonte: autores (2020).

Após a análise dos dados, foi verificado que a classe de material que mais contribuiu para tais ganhos financeiros, é o Plástico que, tanto em H₁, apresenta maior valor de contribuição quando comparado aos demais RS. Após o Plástico, temos a classe Papel. Estas informações são corroboradas pela pesquisa de Rodrigues et al. (2017), em Florianópolis, onde o autor também constatou que os principais materiais com benefício potencial foram o Plástico, seguido do Papel e Alumínio. Então, há um desperdício financeiro, tanto em H₁ (R\$17.542.924,95) quanto em H₂ (R\$12.493.340,84) para o BSLR, em relação as 19.466,4 t/ano, o que impulsiona os gestores públicos a criar um tipo de subsídio para o segmento de materiais recicláveis. Segundo o Relatório Anual da COOPERCAMARI (12/18 a 10/19), foi arrecadado R\$195.033,1 com a venda dos materiais recicláveis, valor este bastante aquém do potencial identificado nessa investigação

6 CONCLUSÃO

Nas duas hipóteses analisadas, para BSLR, é viável, especialmente para o plástico que detém o maior potencial financeiro, se for reciclado integralmente do total que é coletado. O desperdício financeiro com a má gestão dos resíduos sólidos urbanos, oscila entre R\$ 12 a 17 milhões/ano. Logo, um aumento na quantidade de resíduos destinados à reciclagem, irá gerar grandes benefícios para o município de Paragominas, além de aliar conservação ambiental, qualidade de vida e agregará rendimentos, principalmente aos catadores, os quais recebem atenção especial na PNRS.

Nesse sentido, devido às dificuldades encontrada para a composição dessa investigação, como fontes escassas de informações e diferenças nos métodos de cálculo entre os materiais, os valores devem ser entendidos como estimativas (com exceção do GCD) e devem ser usados com cuidado pelos gestores municipais. Por isso, recomenda-se que mais pesquisas, nessa linha de conhecimento, necessitam ser desenvolvidas de forma a gerar dados mais concretos para o município de Paragominas, o que irá contribuir na elaboração de Políticas Públicas para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, mais adequadas no sentido econômico e ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABAL, Associação Brasileira do Alumínio. **Alumínio Brasileiro – soluções para uma vida sustentável**. São Paulo: Associação Brasileira do alumínio, 2017.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos – Classificação**. 2 ed. 2004.
- AQUINO, J. G.; ALVES, D. L.; BORGES, E. S.; SILVA, T. A. C. Benefícios financeiros da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos domiciliares In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 7. 2016. Paraíba. **Anais eletrônicos [...]**. Disponível em: ibeas.org.br/congresso/congresso7.htm.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição Federal da República Federativa do Brasil. Brasília. DF: Centro Gráfico do Senado Federal. 1988.
- BRASIL. **Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, [2010]. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 18 de outubro de 2020.
- CAETANO, A. C. G.; LUNA, M. M. M. Logística reversa de resíduos de embalagens de vidro: alternativas de coleta e suas implicações. In: Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 1, 2018. **Anais...** Gramado. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/1conresol.htm>.
- CAVALCANTI, P. P.; ADAMIAN, R. **GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA – ASPECTOS RELACIONADOS ÀS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Metalúrgica). Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.
- CHAVES, I. R. **Benefícios sociais, econômicos e ambientais a partir da gestão de resíduos sólidos urbanos: uma estimativa para o Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia. 2012.
- CHAVES, I. R.; SOUZA, O. T. A gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul: uma estimativa dos benefícios econômicos, sociais e ambientais. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 34, NE, p. 683-714, 2013.
- CLEMENTE JÚNIOR, S. S. Estudo de Caso x Caso para Estudo: Esclarecimentos acerca de suas características e utilização. In: Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul, 7, 2012. **Anais...** Caxias do Sul, 2012. Disponível em: https://www.ucs.br/ucs/eventos/seminarios_semintur/semin_tur_7/
- COSTA, L. G.; PIRES, H. A contribuição da reciclagem do alumínio para o alcance do desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 4. 2007. Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos [...]**. Resende: Faculdades Dom Bosco. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/1262_artigo%20aluminio_Seget_2007_Prof.pdf. Acesso em: 07 nov. 2020.

DE VECHI, A.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. **Revista Valore**, v.3, n.1, p. 495-507, 2018.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Belo Horizonte, v.20, n.4, p.685-698, 2015.

DIAS, C. J.; MAGRINI, A. **ROTAS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS E SEUS ASPECTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DA BIODEGRADAÇÃO**. 2016. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

ESOCARD, F. C.; ALMEIDA, M. C.; ERTHAL, M. J. FUNCIONALIDADE DA LEI DAS SACOLAS PLÁSTICAS NA REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Curitiba, v.3, n.1, p.14-34, 2018.

FILIPE, V. **Fundamentos da microeconomia**. São Paulo: FGV, 2012.

FILIPINI, F. Papel: história, composição, tipos, produção e reciclagem. 2013. Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/material-reciclevel/papel/>.

FREITAS, K. L.; BARBOSA FILHO, J.; PIO, N. S.; SILVA, F. F.; MORAES, L. S. Valoração econômica dos benefícios ambientais percebidos pela população da bacia do Educandos provenientes do PROSAMIM. **Acta Amazonica**, v.40, n.º 3, p. 509-514, 2010

GOLVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciências e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.17, n.6, p.1503-1510, 2012.

GOMES, R. S.; DUTRA, A. J. B. **ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E DA SUSTENTABILIDADE EM USINAS SIDERÚRGICAS INTEGRADAS A COQUE**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Metalúrgica). Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2016.

H. R. F.; PETARNELLA, NASCIMENTO, L; FACÓ, J.; JUNGER, A. P. A reciclagem de vidros e o impacto socioambiental: O caso da Corporação de Apoio à Criança Queimada (Coaniquem). **Revista Casos e Consultoria**, v.8, n.2, p.e821, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/paragominas.html>. Acesso em: 13/11/2020.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão dos Resíduos Sólidos**. Relatório de pesquisa. Brasília, 2010.

KLEIN, F. B.; GONCALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. *Revista Brasileira Gestão Urbana*, Curitiba, v.10, n.1, p.140-153, 2018.

LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, São Carlos, v. 26. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897>.

LIMA, A. R. et al. Impactos da monocultura do eucalipto sobre a estrutura agrária nas regiões norte e central do Espírito Santo. **Revista NERA**, n.34, p. 12-36, 2016.

LIMA, D. R.; MOTA, J. A. A PRODUÇÃO DO ALUMÍNIO PRIMÁRIO NA AMAZÔNIA E OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL. **BOLETIM REGIONAL, URBANO E AMBIENTAL**. Brasília: Instituto de Pesquisas Aplicadas - IPEA. 2010.

MARTINS, S. S. S.; SILVA, M. P.; AZEVEDO, M. O.; SILVA, V. P. PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E IMPACTOS AMBIENTAIS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES. **HOLOS**, Natal, Ano 31, v.6, 2017. DOI: 10.15628/holos.2015.2201

MOTTA, G. M. V.; BORGES, L. O. Limpeza Urbana: o Contexto Institucional e a Atividade de Varrição em Belo Horizonte. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, Florianópolis, v.14, n.1, p.37-51, 2014.

MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MOTTA, R. S. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Economia verde**, n.º 8, p. 79-190, 2011.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. LIXO E IMPACTOS AMBIENTAIS PERCEPTÍVEIS NO ECOSISTEMA URBANO. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

NOGUEIRA, M. I. et al. **Reciclagem do lixo**. São Paulo: USP, 2005. Disponível em: www3.icb.usp.br/comissão-de-reciclagem/. Acesso em: 01 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. R.; BRAGA, F. A.; COSTA, M. R. Impacto do eucalipto na fertilidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 9. 2018. São Paulo...**Anais eletrônicos [...]**. São Bernardo do Campo. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/trabalhos2018/V-002.pdf>

PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. **PLÁSTICOS – CARACTERÍSTICAS, USOS, PRODUÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS**. Ed: UFAL, MACEIO. 2005.

PINTO, A. et al. **Diagnóstico Socioeconômico e Florestal do Município de Paragominas**. Relatório Técnico. Belém: Imazon. 2009.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Ed: Feevale, Novo Hamburgo, 2013.

RIBEIRO, L. C. S.; FREITAS, L. F. S.; CARVALHO, J. T. A.; OLIVEIRA FILHO, J. D. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, v.24, n.º 1, p. 191-214, 2014.

RIMOLI, C. A.; RYLO, E. F. EMPREENDEDORISMO AMBIENTAL – EXPERIÊNCIAS E OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO EM RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Cadernos de Pós-graduação**, v.2, 2003.

RODRIGUES, L. C.; MARIN, S. R.; ALVARENGA, S. M. Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos em Florianópolis /SC: um estudo de caso. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.6, n.1, p.470-486, 2017.

RODRIGUEZ, L. C. **Reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis/SC**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós Graduação em Economia e Desenvolvimento. 2014.

SANJAD, H. C. **Reciclagem como alternativa para a eficiência e sustentabilidade econômica, do setor de resíduos sólidos urbanos no município de Belém – PA**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hídrica), Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

SANTOS, C. O. R.; COELHO, M. M.; SOUSA, A. O.; RIBEIRO, D. S.; PEREIRA, A. J. As barragens Hidrelétricas e os conflitos socioambientais na Amazônia. **Multidisciplinary Review**, jan., 2017.

SANTOS, L. A.; MARZALL, L. F.; GODOY, L. P. (RE) APROVEITAMENTO DE SUCATA NO RAMO METAL-MECÂNICO FRENTE À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.830-847, 2015.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Gestão de Resíduos Sólidos: Uma oportunidade para desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. Ed: Instituto Envolverde, Campo Grande, 2012.

SEMUR - Secretaria Municipal de Urbanismo. **Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 2019. Disponível em: https://paragominas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/PLANO_MUNICIPAL_GIRSP.pdf

SILVA, C. O.; SANTOS, G. M.; SILVA, L. N. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: estudo de caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 13, n. 13, p. 2683- 2689, 2013. <http://dx.doi.org/10.5902/223611708248>.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. 2018. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 20/11/2020.

SOUZA, O. T.; PRADO, A. D.; BRAATZ, J.; VERNIER, L. Jogando oportunidades no lixo: uma estimativa dos benefícios potenciais a reciclagem em Porto Alegre. **Indicadores Eletrônicos FEE**, Porto Alegre, v.43, n.1, p.55-66, 2015.

VIEIRA V. R. Avaliação econômica do reaproveitamento da resina plástica PET: um estudo no município do Rio de Janeiro. 2003. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ, 2003.

XAVIER, C. L. **Economia de baixo carbono: avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. Alumínio**. São Paulo: USP, 2012

YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B.; BUCKMANN, M. F. Y.; MATOS, C. H.; TAKAHASHI, L.; SILVA, M. L. **Roteiro para valoração de benefícios econômicos e sociais de Unidades de Conservação**. Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015.