

Premissas básicas para um plano de uso e descarte sustentável de materiais plásticos: estudo de caso

Um dos grandes desafios para a sociedade é a capacidade de gerir os seus resíduos sólidos em função da quantidade produzida e dos impactos ambientais negativos. O objetivo da pesquisa cuida de estabelecer premissas básicas para o manejo, descarte e redução do uso de materiais plásticos utilizados no prédio do fórum da comarca de Petrolina. Tem-se por escopo a sustentabilidade na gestão dos resíduos sólidos plásticos, avaliando os aspectos técnico-econômicos e socioambientais das rotas tecnológicas existentes para produtos originados de polímeros e suas classificações, com o mapeamento dessas rotas desde a aquisição dos produtos até destinação final dos resíduos, analisando pelo viés da sustentabilidade e em consonância com conceitos da economia circular. A metodologia consiste de abordagem quali-quantitativa, de natureza aplicada por meio da classificação in loco dos dados da pesquisa, com utilização de técnicas de gravimetria e entrevistas com agentes que lidam com a temática da reciclagem. A rota tecnológica mais acessada no manejo do resíduo plástico é o aterro sanitário gerenciado pelo Centro de Tratamento de Resíduos de Petrolina (CTR), o qual recebe dois terços de todo o plástico gerado no prédio, material que poderia gerar recursos financeiros às famílias participantes da cooperativa de reciclagem. Necessidade de ampliação do apoio logístico e organizacional, objetivando a coleta seletiva, além de campanha de educação ambiental entre os colaboradores. Plano de ação para implementação das ações-chave com utilização da ferramenta de gestão 5W2H.

Palavras-chave: Rotas Tecnológicas; Resíduos Plásticos; Economia Circular; Responsabilidade Socioambiental; Gravimetria.

Basic premises for a sustainable use and disposal plan of plastic materials: case study

One of the great challenges for society is the ability to manage its solid waste according to the quantity produced and the negative environmental impacts. The objective of the research is to establish basic premises for the management, disposal and reduction of the use of plastic materials used in the building of the Forum of the District of Petrolina. The scope is sustainability in the management of solid plastic waste, evaluating the technical, economic and socio-environmental aspects of the existing technological routes for products originating from polymers and their classifications, with the mapping of these routes from the acquisition of products to the final disposal of waste, analyzing from the perspective of sustainability and in line with Circular Economy concepts. The methodology consists of a quali-quantitative approach, of an applied nature through the in loco classification of the research data, using gravimetric techniques and interviews with agents who deal with the theme of recycling. The most accessible technological route in the management of plastic waste is the sanitary landfill managed by the Petrolina Waste Treatment Center (CTR), which receives two thirds of all the plastic generated in the building, material that could generate financial resources for the families participating in the recycling cooperative. Need to expand logistical and organizational support, aiming at selective collection, in addition to an environmental education campaign among employees. Action plan for implementing key actions using the 5W2H management tool.


Keywords: Technological Routes; Plastic Waste; Circular Economy; Socio-environmental Responsibility; Gravimetry.


Topic: **Engenharia Ambiental**


Received: **14/02/2023**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Approved: **09/04/2023**

Eduardo Antonio Maia Lins 
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6148771863554184>
<http://orcid.org/0000-0002-9108-4179>
eduardomaialins@gmail.com

Francisco Georgi de Souza 
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7154846185511042>
<http://orcid.org/0009-0009-5918-0943>
georgisouza100@gmail.com

Daniele de Castro Pessoa de Melo 
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4010783198064867>
<http://orcid.org/0000-0003-4058-092X>
danielecastro3@hotmail.com

Wanderson dos Santos Sousa 
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2702592671280843>
<http://orcid.org/0000-0002-2081-3434>
wanderson.santos@itep.br

Daniilo Emídio de Souza Cavalcanti 
Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3040512557387613>
<http://orcid.org/0000-0003-4795-4058>
daniiloescavalcanti@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2023.002.0004

Referencing this:

LINS, E. A. M.; SOUZA, F. G.; MELO, D. C. P.; SOUSA, W. S.; CAVALCANTI, D. E. S.. Premissas básicas para um plano de uso e descarte sustentável de materiais plásticos: estudo de caso. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.14, n.2, p.30-44, 2023.
DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2023.002.0004>

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos plásticos se tornou um problema global, tendo esta temática se destacado em todos os países, com abordagens em fóruns de discussão ambiental e na mídia. A produção desse material cresceu radicalmente em virtude de sua flexibilidade e, principalmente, em virtude de sua durabilidade (PERTUSSATTI, 2020), que por contrassenso é exatamente essa a característica que o torna extremamente prejudicial (MONTENEGRO et al., 2020).

Recebeu o status de material onipresente, haja vista o acúmulo existente nos solos, em lagos, rios e oceanos, com estimativas de 300 milhões de toneladas de plástico produzidos anualmente, sendo uma parte significativa despejada nos ambientes marinhos (LEBRETON et al., 2017). Aproximadamente, metade de todos os produtos plásticos que poluem o mundo hoje foram criados após o ano de 2000, com 75% de todo esse plástico já descartado (WWF, 2019). Dentre os três maiores produtores e fornecedores do plástico estão China, Europa e North America Free Trade Agreement (NAFTA) formados pelos EUA, México e Canadá (COSTA et al., 2019).

Alguns países conseguem gerenciar boa parte de seus resíduos sólidos, como o Japão, que mesmo sendo um país com alta geração de resíduos, tornou-se referência mundial nesse setor, com elevados percentuais de reciclagem, especificamente os resíduos plásticos que chegam a 77% dos resíduos tratados, reciclados ou transformados em energia. Percentual alcançado com investimentos em educação, legislação e coparticipação da sociedade em geral (SILVA et al., 2018).

No Brasil, por sua vez, a geração de resíduos é altíssima, sendo o 4º país que mais gera resíduos plásticos, e um dos que menos reciclam, reutilizam ou reusam, estimado em apenas 1,28% de toda a sua produção (WWF, 2019). Esse modelo econômico tradicional de linearidade não tem sustentabilidade, tendo em vista que a produção não atenta para a finitude dos recursos naturais e o controle da geração de resíduos sólidos (GONÇALVES et al., 2019).

É premente a necessidade de voltar-se para os princípios do modelo circular, em que todo o plástico passa a ser reaproveitado. O modelo da economia circular é fazer-refazer/usar-reusar, com produtos mais eficientes que sejam usados de todas as formas, com utilização de técnicas de reparação, reuso e reforma, com a produção de matéria secundária, inclusive ajudando na criação de empregos, contribuindo para reduzir o impacto ambiental em diversos aspectos (XAVIER et al., 2019).

O Tribunal de Justiça de Pernambuco (TJPE), instituição pública que tem a responsabilidade socioambiental como parte da cultura organizacional, em alinhamento com as boas práticas do Conselho Nacional de Justiça (CNJ), deve se empenhar na busca de soluções para um manejo sustentável dos resíduos sólidos plásticos produzidos em seus domínios, com adoção do conceito do Triple Bottom Line em suas ações, ou seja, com responsabilidade social, responsabilidade na gestão financeira de seus recursos e apropriação de práticas de produção mais adequadas para a redução da emissão de poluentes, o descarte de resíduos sólidos e controle na aquisição de produtos que vão gerar mais resíduos.

A geração excessiva de resíduos sólidos plásticos provenientes da atividade humana é um tema que

tem despertado a atenção de pesquisadores e suscitado estudos no intuito de propor melhorias para o problema. Dessa forma, a presente investigação busca estabelecer premissas básicas para a um plano de redução de uso e reciclagem de materiais plásticos a partir da identificação do quantitativo gerado e descartado, estimar o ganho econômico potencial com a comercialização e reaproveitamento destes materiais e a análise das rotas tecnológicas dos resíduos plásticos gerados no prédio do foro Dr. Manoel Francisco de Souza Filho.

METODOLOGIA

Conforme figura 1, o procedimento metodológico da pesquisa se consistiu de 5 etapas: 1) delimitação do público e do campo geográfico; 2) revisão teórica, buscando-se na literatura referências sobre o tema e pesquisa documental institucional; 3) estudo de caso composto de: a) coleta de dados por meio de gravimetria dos resíduos plásticos oriundos da coleta seletiva e da coleta convencional, separando por tipo de polímero, segundo as normas da ABNT; b) visitas in loco às empresas e instituições que lidam com a coleta e processamento dos resíduos recicláveis e aterros sanitários; c) aplicação de questionário on-line, identificando-se a percepção dos servidores acerca da cultura do descarte dos resíduos plásticos; d) observação participativa, vez que o pesquisador faz parte da instituição, objetivando entender os caminhos dos resíduos plásticos, desde a sua aquisição até a sua destinação final; 4) Análise dos dados e 5) Resultados com apresentação de um plano resumido de gestão ambiental – 5W2H.

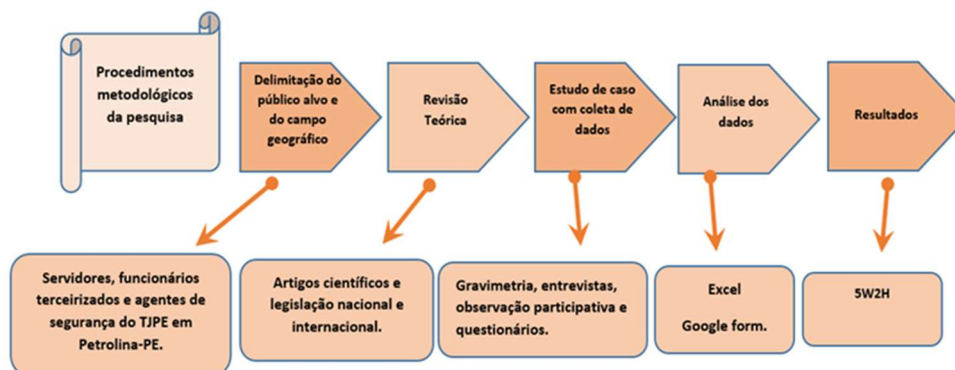


Figura 1: Procedimento metodológico.

Caracterização do estudo de caso



Figura 2: Foro Dr. Manoel Francisco de Souza Filho. Fonte: Silva et al. (2018).

O objeto de estudo está localizado no Município de Petrolina-PE, inserido na região semiárida do Estado de Pernambuco – Brasil. Trata-se de um dos prédios do Tribunal de Justiça de Pernambuco, o Foro Dr. Manoel Francisco de Souza Filho (Figura 3), no qual funcionam 12 (doze) unidades judiciárias (área fim) e 06 (seis) setores administrativos (área meio), com uma dimensão total de 8.400m².

Procedimentos metodológicos

Como técnica exploratória para a obtenção dos dados primários foi utilizada parcialmente a técnica de gravimetria utilizada por Baro (2018), com a separação seguida da pesagem dos resíduos plásticos descartados nos recipientes próprios do prédio do Foro Dr. Manoel Francisco de Souza Filho em Petrolina/PE.

Utilizou-se a técnica de segregação por tipo de resíduo coletado das unidades de trabalho do aludido prédio, a fim de separar todo o plástico, e após isso foram segregados por tipo de polímero (PE – Polietileno, PP – Polipropileno, PVC – Policloreto de Vinila, PET – Polietileno Tereftalato, PS – Poliestireno).

A caracterização dos diferentes tipos de materiais que são encontrados nos resíduos é importante para definir formas de disposição final mais adequada, implantação de sistemas de tratamento, subsidiar sistemas de coleta seletiva e etc. (SANTANA, 2022).

Cada amostra, representada por uma embalagem coletada, foi identificada através da localização do seu código de identificação, conforme a norma ABNT/NBR 13.230/2008 (ABNT, 2018). A Figura 3 mostra a simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas conforme essa norma.

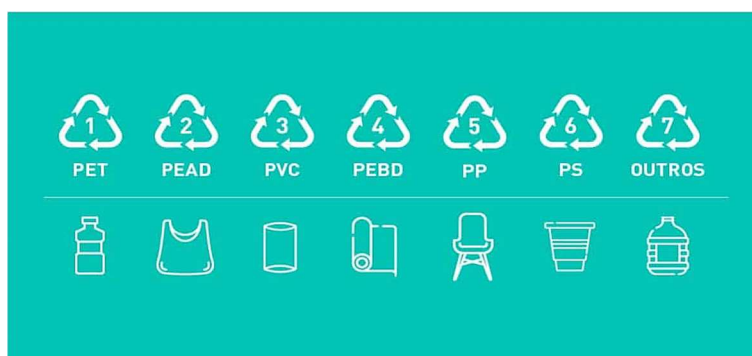


Figura 3: Simbologia de tipos de plásticos conforme a norma ABNT/NBR 13.230/2008.

Observa-se que os polímeros são agrupados em 7 subgrupos, cada qual com uma numeração (código) inscrita no produto acabado. Essa numeração varia de 1 a 7, sendo os números escritos dentro de triângulos formados por três setas consecutivas. Tais números revelam o polímero constituinte de cada embalagem, e as setas consecutivas indicam que o material é reciclável pela indústria de plásticos.

Foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPI), tais como luvas de borracha e máscaras N-95, além de outros materiais importantes para a segregação como lona para forrar o chão, balança de bagagem digital com capacidade para até 50 kg, sacos plásticos, caneta, bloco de notas e planilha para anotação das pesagens. A avaliação da composição gravimétrica foi realizada em 10 dias aleatórios no período compreendido entre os dias 22/07/2022 e 22/10/2022, a fim de obter uma média diária de descarte por tipo de descartes plásticos.

Para obtenção da projeção anual dos resíduos sólidos plásticos realizados a partir da média diária foi consultado o Ato Conjunto nº 42 do TJPE, de 11 de novembro de 2022, que dispõe sobre o calendário dos feriados forenses do ano de 2023, no âmbito do Poder Judiciário do Estado de Pernambuco, onde aponta 36 dias sem expediente em dias da semana, além de 52 sábados e 52 domingos, totalizando 140 dias sem geração de resíduos plásticos no ambiente e 225 dias de expectativa de geração de resíduos para o ano de 2023. Portanto, o cálculo se deu pela fórmula ($M \times 225$), onde M é a média diária e 225 os dias de expediente forense para o ano de 2023.

Considerando que uma parte dos resíduos tinham uma destinação seletiva, com vistas a coleta pela cooperativa de reciclagem COOMARCA, a gravimetria foi realizada em duas etapas, sendo uma para verificação dos quantitativos da coleta seletiva e outra para verificação dos descartes realizados sem seletividade.

Três pessoas em média participaram da gravimetria, sendo um servidor do TJPE e dois funcionários terceirizados, os quais foram responsáveis pela coleta nas salas internas do prédio tanto para os resíduos seletivos, tanto para os sem seletividade.

Objetivando quantificar o volume médio diário de resíduos plásticos produzidos por pessoa e se possibilitar uma avaliação do impacto potencial no meio ambiente, foi realizado em paralelo o quantitativo de transeuntes no prédio.

Foram realizadas ainda visitas técnicas ao Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Petrolina/PE, empresa de reciclagem com concessionária da Prefeitura Municipal de Petrolina, à cooperativa de reciclagem COOMARCA, a qual mantém convênio com a Prefeitura Municipal, e pôr fim a visita à Secretaria Municipal de Infraestrutura de Petrolina, responsável pela gestão do plano de gerenciamento de resíduos sólidos do município, observando-se o manejo dos resíduos sólidos urbanos, e sua rota tecnológica desde a coleta até a destinação ou disposição final dos resíduos recicláveis ou não.

Na ocasião ainda foram realizadas entrevistas em profundidade e estruturadas junto aos servidores de cada unidade visitada, por meio de um roteiro de perguntas subjetivo e adaptado para cada entrevistado, a fim de se compreender a visão dos entrevistados/participantes sobre o descarte de produtos plásticos no município e seus aspectos sociais, econômicos e ambientais.

No decorrer da pesquisa, foi aplicada a técnica de observação participativa no prédio do Fórum de Petrolina, uma vez que o pesquisador faz parte da instituição, iniciando-se em 22/07/2022 e terminando em 22/10/2022 seguindo-se um roteiro predefinido para observação.

Foram observadas as atuais condições de segregação dos resíduos sólidos plásticos, verificando as quantidades e a localização dos recipientes, bem como quais eram suas capacidades. Acompanhou-se ainda, toda a coleta e transporte internos até a disposição dos resíduos na área externa do prédio para posterior coleta pela Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade de Petrolina (Seinfra) ou empresas de reciclagem. Dessa forma, observou-se toda a tramitação dos resíduos dentro do ambiente estudado, sendo possível verificar, caso houvesse falhas, no manejo antes do destino final.

Os dados obtidos a partir das visitas às unidades judiciárias e setores administrativos para entender

os processos de aquisição dos produtos plásticos, seu uso e seu descarte final, foram anotados em blocos de notas e em registro fotográfico com a utilização de smartfhone.

Aplicou-se também no período compreendido entre os dias 07 de outubro de 2022 e 18 de dezembro de 2022 um questionário com 20 perguntas objetivas e estruturadas, elaborado na plataforma “google forms” com utilização de respostas de múltipla escolha, escala linear e grade de múltipla escolha, a todos os servidores do judiciário estadual em Petrolina, com o intuito de se avaliar a cultura e sensibilização dos servidores acerca do descarte dos produtos plásticos no ambiente de trabalho, elaborando-se gráficos e dados estatísticos para posterior análise. O emprego de questionário foi idealizado através da revisão de literatura, retirado e adaptado do modelo de Moura et al. (2020).

A quantidade amostral de respondentes, ou seja, 124 pessoas, considerando a população total dos 224 servidores/magistrados/funcionários/agentes de segurança, resultou num nível de confiança de 90% e margem de erro de 5%, cálculo efetuado pelo software gratuito surveymonkey, com utilização da formula exibida na figura 4.

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Sendo:

n = é o tamanho da amostra obtido por meio do cálculo;

N = total da população pertencente a pesquisa;

Z = desvio indicado ao valor médio aceitável para que o nível de confiança seja atingido;

e = é a máxima margem de erro que a pesquisa permite;

p = é a proporção que desejamos encontrar no cálculo.

Figura 4: fórmula para cálculo de nível de confiança e margem de erro. Fonte: Surveymonkey (2023).

Com base no diagnóstico realizado, após identificados os problemas mais emergentes, foram definidas as ações sustentáveis para o fórum de Petrolina, desenvolvendo um plano de ação para cada problema, utilizando a metodologia do 5W2H ((What? Why? When? Where? Who? How? e How Much? - O quê? Por quê? Onde? Quando? Quem? Como? Quanto custa?), adaptada de Oliveira et al. (2019).

Para a análise dos custos foram feitos orçamentos em lojas de materiais voltados à limpeza e higienização e em gráficas da cidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da observação participativa

Foi observado que no interior das 12 unidades judiciárias do prédio, compostas por 8 servidores em média, e nas demais salas dos 6 setores administrativos, que há um recipiente com capacidade para 100 litros com a informação “reciclagem” e vários coletores de resíduos espalhados pelas salas, com capacidade de 15 litros, onde os usuários colocam os resíduos gerados durante o expediente de trabalho.

Bandara et al. (2022) afirma a necessidade de colaboração do consumidor para reintrodução dos

resíduos a fim de se garantir o ciclo logístico. Percebeu-se, no entanto, que os recipientes para a coleta seletiva não são diferenciados por cores, conforme resolução CONAMA Nº 275/2001. O funcionário responsável pela coleta recolhe os sacos dos resíduos menores, todos na cor preta e coloca em um recipiente maior, sem identificação de coleta seletiva, assim como os sacos colocados no recipiente maior de cor adaptado, reservado para “reciclagem”. Após coletados, os resíduos são levados até os contêineres externos para posterior coleta pela prefeitura ou empresa de reciclagem (Figura 5).



Figura 5: Coleta dos recicladores, recipientes internos e externos do fórum de Petrolina.

A Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Petrolina, recolhe os contêineres três vezes por semana e a cooperativa de recicláveis uma vez por semana ou imediatamente quando houver uma demanda maior, após contato da administração (Figura 5).

Observou-se que as embalagens de produtos de limpeza são os maiores responsáveis pela geração de resíduos sólidos plásticos, com produtos acondicionados em embalagens que variam entre bisnagas de 200 gramas e bombonas de 5 litros, sendo estes, em sua maioria, separados pelos funcionários da empresa terceirizada responsável pela higienização predial em contêineres com destinação à COOMARCA (Cooperativa de materiais recicláveis de Petrolina).

Quanto a aquisição dos produtos ou embalagens que utilizam plásticos em sua composição foi observado por meio de documentos fornecidos pelo setor administrativo do prédio que as licitações procuram observar o art. 3º da lei nº 8.666/93, bem como o Acórdão nº 1056/2017 - Plenário do TCU e a Resolução nº 201/2015, que trata da inclusão de critérios de sustentabilidade, incluindo em seus termos de referência a exigência de contratação de empresas e produtos que promovam a reciclagem e reaproveitamento de produtos provenientes do plástico, em conformidade com o conceito Souza et al. (2019) ao afirmar as instituições devem ter uma visão holística nos âmbitos social, ambiental e econômico a fim de garantir a sustentabilidade.

Composição gravimétrica dos resíduos plásticos gerados no foro de Petrolina

Durante os dez dias escolhidos de forma aleatória no período da pesquisa foi feito triagem dos resíduos plásticos coletados nas unidades judiciárias e setores administrativos, considerando separadamente os recipientes sem seletividade, os quais recebem todo tipo de resíduos, dos recipientes destinados à reciclagem (Figura 6).

Como resultado foi gerado um total de 38,39 kg de resíduos sólidos oriundos de produtos plásticos, com média de 3,84 kg diários. Desse total 25,46 kg, que compreende 66,31% dos plásticos foram coletados dos recipientes onde os resíduos são misturados, cujo destino é o aterro sanitário, e 12,93 kg, ou 33,69%, tem destino a empresa de reciclagem COOMARCA, confirmando o que foi dito por Freitas et al. (2020), acerca da preocupação dos especialistas da área com o destino desse tipo de material, uma vez que pouca quantidade desses resíduos é reciclada e acaba indo parar em aterros sanitários ou ambientes naturais.

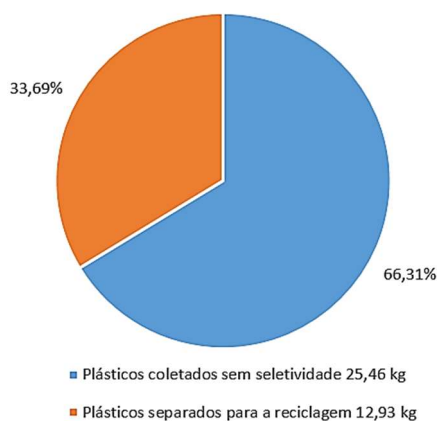


Figura 6: Percentual de resíduos sólidos plásticos gerados em 10 dias aleatórios.

Conforme demonstrado na Figura 7, as embalagens de alimento (café, açúcar, biscoitos e etc.) tem o maior percentual de geração de resíduos plásticos, com uma média diária de 0,89 kg ou 23,08% de todo o plástico produzido, sendo todo esse plástico incluído nos resíduos sem seletividade, cujo destino é o aterro sanitário.

Para a produção desse tipo de embalagens é utilizado o polímero PEBD (Figura 8), que segundo Santos et al. (2021) é bastante utilizado devido as suas características de fácil processamento, o seu baixo custo e por apresentar boa tenacidade, resistência ao impacto e flexibilidade (SANTOS et al., 2021).

O quantitativo de resíduo gerado por esse tipo de material no foro da Comarca de Petrolina, corrobora a afirmação de Sánchez (2020) ao dizer que a embalagem é, portanto, o principal gerador de resíduos plásticos, responsável por 46% do total global em 2018.

O segundo produto plástico mais utilizado é copo descartável (Figura 7). Foram contabilizados uma média diária de 324 copos descartáveis utilizados, cujo percentual é de 15,08% de todos os resíduos plásticos gerados, que calculado em relação ao quantitativo médio de usuários presentes no fórum no período estudado, 345 pessoas/dia, compreende a utilização de uma média de 1,06 copos por pessoa/dia. Todo esse material foi coletado dos recipientes que são conduzidos ao aterro sanitário, vez que não há coleta seletiva para os copos descartáveis no ambiente.

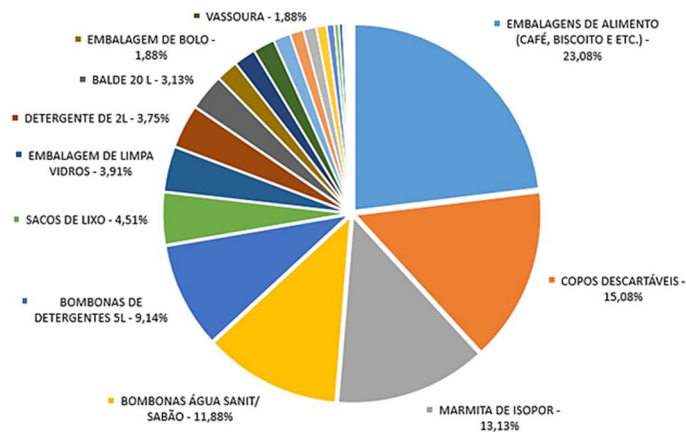


Figura 7: Percentual médio diário de resíduos sólidos plásticos gerados.

Os copos descartáveis são produzidos a partir do polímero poliestireno (PS), que de acordo com os estudos de Jesus et al. (2019), é facilmente reciclável com o aumento da temperatura, podendo dar origem a novos materiais. A figura 8 demonstra que o polímero Poliestireno (PS) representa 16% dos polímeros totais coletados.

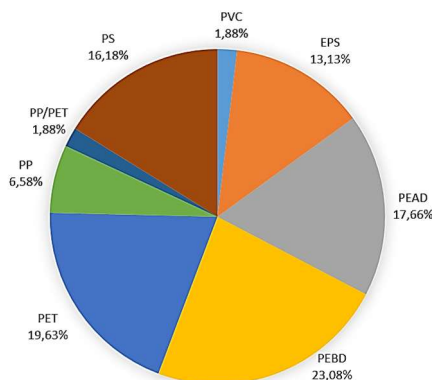


Figura 8: Percentual médio diário por polímero plástico.

As bombonas de detergente de 5 litros (9,14%), as bombonas de água sanitária de 5 litros (11,88), embalagens de detergentes de 2 litros (3,75%) e embalagens de limpa vidros (3,91%) representam a maior parte dos produtos que são reservados para a reciclagem, haja vista a orientação do setor administrativo para que, após o uso por parte dos funcionários da empresa terceirizada, estes sejam colocados em um recipiente grande para a coleta da Cooperativa COOMARCA, gerando aproximadamente uma soma de 33% de todo o resíduo plástico gerado (Figura 7).

Essas embalagens para higiene, em sua maioria são produzidos a partir do polímero polietileno tereftalato (PET), cuja tecnologia já disponível pode reciclar e recuperar 100% do material, de acordo com Macedo et al. (2020).

O gráfico da figura 8 mostra que 19,63% dos resíduos produzidos no foro da Comarca de Petrolina é constituído de PET, sendo grande parte, cerca de 16,09%, destinado à cooperativa de reciclagem e os outros 3,54% destinados ao aterro sanitário. O gráfico da figura 8 relaciona os produtos plásticos de PET enviados ao aterro sanitário: 1,11% de frascos de detergente de 500ml e 1,88% de embalagens de bolo, 0,39% de frascos de álcool 70 de 1 litro, 0,16% de embalagem de refrigerante, os quais são dispostos na em recipientes

sem seletividade.

De todo PET descartado, 17,7% tem destino o aterro sanitário e 83,3% a reciclagem, superando em muito o percentual de 12% de materiais PET enviados à reciclagem em âmbito nacional de acordo com os estudos de Jesus et al. (2019).

Dentre os resíduos sólidos plásticos produzidos a partir do polímero Polietileno de Alta Densidade (PEAD), material resistente à biodegradação (SOUZA et al., 2020), que totaliza 17,66% de todo o resíduo plástico gerado, estão os sacos de lixo (4,51%), utilizados para o acondicionamento e transporte dos resíduos, tampa de água mineral de botijões de 20 litros (0,18%), frasco de álcool 70 de 500 ml (0,05%), frasco de detergente multiuso (0,89%), pote de sorvete (0,05%) e bombonas de água sanitária/sabão de 5 litros (11,88%).

De todo o material produzido a partir do polímero de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) apenas as bombonas de água sanitária/sabão são direcionadas à cooperativa de reciclagem, que representa 66% de PEAD, os quais são destinados à cooperativa de reciclagem, percentual acima dos padrões nacionais, que segundo Lima (2022), é de 2,1% a taxa de resíduos recuperados coletados para reciclagem.

Visita ao CTR, empresa privada de reciclagem e a cooperativa COOMARCA

No mês de setembro/22 foram realizadas visitas a algumas instituições que tem como objetivo o trato com os resíduos sólidos no Município de Petrolina, objetivando compreender a destinação dos resíduos que são gerados dentro do Foro Dr. Manoel Francisco de Souza Filho, bem assim entender o potencial socioeconômico e o ganho ambiental com o manejo correto dos resíduos plásticos.

Em princípio, realizou-se a visita ao Centro de Tratamento de Resíduos (CRT) de Petrolina, empresa concessionária de serviço público municipal responsável pelo aterro sanitário.

A principal função do CTR com os resíduos gerados no município de Petrolina é o recolhimento e disposição dos resíduos sólidos no aterro sanitário. Porém há um destaque para a educação ambiental junto a escolas e comunidade em geral. Foi constatado que de todo o material recolhido, apenas as podas de árvores e material de construção recebe um tratamento diferenciado, sendo o primeiro para fabricação de adubo e o segundo para tijolos de concreto intertravados que são utilizados pela Secretaria de Obras do Município de Petrolina na urbanização da cidade.

Quanto aos materiais plásticos não há nenhuma separação ou seletividade para o seu descarte, uma vez que os caminhões compactadores recolhem os resíduos domiciliares e compactam indistintamente misturando plásticos, orgânicos, eletrônicos e etc.

A gravimetria, que é feita uma vez no semestre é realizada apenas para obter dados que contribuam para a otimização na usina de biogás do aterro sanitário, principalmente por que, segundo a gerente do CTR, uma maior incidência de resíduos sólidos plásticos reduz significativamente a produção de biogás. O contrário ocorre quando a maior parte dos resíduos é composto de materiais orgânicos. A produção de cerca de 1000 kw/mês de energia limpa, por meio de dutos de captação de biogás oriundo do aterro sanitário do município.

Entende-se portanto que os resíduos plásticos recolhidos no Foro de Petrolina pela empresa contratada pela Secretaria de Infraestrutura de Petrolina tem como destinação o aterro sanitário, sem que seja agregado nenhum valor econômico, apenas os cuidados de um aterro sanitário, com a utilização de lonas para evitar a contaminação do solo com o chorume ou substâncias próprias dos polímeros em decomposição, corroborando com Lima (2022) quando diz que a principal disposição final dos resíduos sólidos usada no Brasil são os aterros sanitários, com uma quantidade de 9,53 milhões de toneladas enviada somente no ano de 2020.

Na entrevista com o proprietário da empresa de reciclagem Recycle e Cia, obteve-se a percepção do quanto pode ser viável economicamente a coleta seletiva do plástico e de outros materiais. A empresa Recycle e Cia atua como intermediária entre os catadores autônomos e as indústrias que se utilizam do material coletado que serviram de matéria prima para diversos produtos. Com o cadastro de 2500 catadores e três cooperativas no Petrolina, a empresa recolhe 700 toneladas/mês.



Figura 9: Disposição dos resíduos na Cooperativa COOMARCA em Petrolina.

Os materiais originados do plástico recolhidos pelos catadores, embora não seja o mais lucrativo para empresa Recycle e Cia, em volume, figura como a maior quantidade coletada. Para o pesquisado, no mínimo 60% de todo o material que é direcionado para o aterro sanitário no CTR poderia ser transformado em recursos financeiros e trazer melhoria de vida para muitos petrolinenses que dependem da reciclagem para sobreviver, além do ganho ambiental. Para a empresa, o plástico mais vantajoso economicamente trata-se dos produtos feitos com Polietileno de Alta Densidade (PEAD), como por exemplo, as cadeiras de plástico.

Na entrevista a cooperativa COOMARCA, que é responsável pela coleta de todo o plástico reservado para a reciclagem no prédio do Foro da Comarca de Petrolina, percebeu-se a importância da cooperativa seja para a geração de renda para as famílias cadastradas, seja para a preservação e conservação ambiental (Figura 9).

De acordo com uma das cooperadas, a prefeitura concede uma ajuda com a disposição de um caminhão de coleta e as instalações para recolhimentos dos materiais. As demais despesas ficam a cargo dos próprios cooperados, que custeiam com a venda dos materiais recolhidos.

O material plástico mais rentável trata-se dos plásticos de origem do PEBD quais sejam, sacolas, embalagens de alimentos e etc., estes são prensados e dispostos em fardos na cooperativa, conforme figura 8, sendo que o valor do kg pode chegar a R\$ 2,70 (dois reais e setenta e centavos). Logo em seguida os plásticos originados do polímero PET, que são vendidos pela cooperativa ao preço de R\$ 2,00 (dois reais) o

quilograma e depois os materiais recolhidos originados do polímero PEAD, a exemplo das bombonas de água sanitária, vendidos ao preço de R\$ 1,30 (um real e trinta centavos) o quilograma (Tabela 1).

Como não existe ainda a cultura de coleta seletiva, os trabalhadores cooperados encontram barreiras e dificuldade para a separação nos locais de coleta e posteriormente na própria sede da cooperativa para separar os resíduos plásticos de outros materiais molhados. Os resíduos coletados no prédio do Foro da Comarca de Petrolina, no entanto, são apenas os já separados pela administração do fórum, facilitando, portanto, a coleta.

Considerando que apenas um terço dos produtos plásticos são conduzidos à empresa de reciclagem COOMARCA, conforme demonstra a tabela abaixo, há uma previsão de que aproximadamente R\$ 820,96 (oitocentos e vinte reais e noventa e seis centavos) em plásticos gerados no Fórum da Comarca de Petrolina deixem de ir para as famílias que fazem parte da cooperativa todos os anos (Tabela 1).

Tabela 1: Apresenta dados quantitativos e econômicos dos polímeros coletados.

POLÍMEROS	PRODUÇÃO DIÁRIA (kg)	ESTIMATIVA ANUAL (kg)	VALOR ESTIMADO POR KG	ESTIMATIVA ANUAL EM VALORES
PEBD	0,886	199,35	R\$ 2,70	538,24
PET	0,7535	169,53	R\$ 2,00	339,06
PEAD	0,678	152,55	R\$ 1,30	198,31
OS	0,621	139,72	R\$ 0,50	69,86
EPS	0,504	113,4	-	-
PP	0,2525	56,81	R\$ 1,00	56,81
PVC	0,072	16,2	R\$ 0,90	14,58
PP/PET	0,072	16,2	R\$ 0,90	14,58
PU	0,0001		-	-
TOTAL	3,8391	863,76		R\$ 1. 231,44

Análise dos questionários

Analisaram-se inicialmente aspectos econômicos e sociológicos dos que laboram no prédio do Foro de Dr. Manoel Francisco de Souza Filho, a fim de obter um perfil geral dos colaboradores. Sendo que, 68,8% dos respondentes estão no TJPE há mais de 10 anos, 83,9% estão na modalidade de trabalho presencial, 70% consomem alimentos dentro de suas unidades de trabalho todos os dias ou frequentemente, 53,8% utilizam produtos descartáveis como copos e sacos plásticos em seu ambiente de trabalho com muita frequência, 27,4% admitem que nunca descartam produtos descartáveis no ambiente de trabalho em recipiente próprio para reciclagem, 53% dizem desconhecer a existência de coletores próprios para a coleta seletiva ou alguma orientação da administração em relação aos descartes de resíduos sólidos, 36,7% responderam nunca considerar ou raramente considerar o tempo de decomposição e o impacto ambiental produzido pelo plástico na natureza, o que revela a necessidade de implantação da cultura do descarte.

Conhecer a forma que os funcionários e servidores lidam com a questão socioambiental serve de norte para que a administração possa gerenciar a destinação dos resíduos e assim poder contribuir na busca de soluções para os problemas socioambientais (FEIL et al., 2017).

O quadro de funcionários é composto em sua maioria por pessoas concursadas, com mais de 10 anos de serviços prestados ao TJPE, estando a maior parte desses na modalidade de trabalho presencial, com produção diária de resíduos sólidos plásticos. Torna-se claro e evidente que há necessidade de se investir em

gerenciamento do descarte dos resíduos sólidos no prédio do Foro da Comarca de Petrolina, com alinhamento dos setores administrativos e do corpo funcional para uma mudança no comportamento institucional já consolidado culturalmente. Segundo Melo et al. (2020), é necessário atribuir aos grupos sociais a procura de novos modos de agir, individual e coletivamente, de novos procedimentos e formas de produzir bens para atender as necessidades humanas. E a colaboração social é imperativo para o sucesso na gestão desses resíduos (BORGES et al., 2021).

No que diz respeito a estrutura para o gerenciamento de resíduos recicláveis do Foro de Comarca de Petrolina, a maioria diz desconhecer qualquer política institucional que leve o servidor à prática da sustentabilidade, afirmando inclusive não ter conhecimento de coletores seletivos no ambiente de trabalho. Conforme Yukalang et al. (2017), a separação de resíduos é uma estratégia importante para reduzir a quantidade de resíduos sólidos destinados a aterros, e para que haja bom funcionamento no sistema de gerenciamento dos resíduos é preponderante o correto descarte.

Plano resumido de gestão ambiental – 5W2H

Após concluída a análise da sustentabilidade ambiental no âmbito do prédio do fórum de Petrolina, procurou-se propor um plano resumido de gestão ambiental por meio da ferramenta 5W2H.

Este plano resumido (Tabela 2) não tem a intenção de corrigir todos os problemas, mas objetiva prover à administração do fórum algumas diretrizes que visem ao alcance da sustentabilidade em suas atividades e está baseado em dois motes deficitários, a infraestrutura do local e a educação ambiental, analisados no presente estudo.

Tabela 2: Plano resumido de gestão ambiental – 5W2H.

Ações "What"	Por que fazer "Why"	Como fazer "How"	Onde fazer "When"	Responsável "Who"	Quando fazer "When"	Custo How R\$
Divulgar informações de como reduzir o consumo de materiais plásticos e consequente redução na geração de seus resíduos.	Economia de custos e redução de resíduos sólidos plásticos no meio ambiente	Afixação de cartazes de educação ambiental nos murais e paredes, utilização de banners, além de uso do e-mail e WhatsApp.	Em todas as unidades judiciárias, corredores e área externa do Fórum de Petrolina	Administração local	01 ano	800,00
Estimular a utilização de copos próprios permanentes ou garrafinhas de alumínio.	Para reduzir a quantidade de produtos plásticos descartados.	Realizar a compra de canecas de vidro e/ou garrafinhas de alumínio para oferecer aos colaboradores.	Em todas as unidades judiciárias e setores administrativos	Administrador	01 ano	1.600,00
Melhorar a segregação dos materiais recicláveis.	Para aumentar a coleta de materiais recicláveis, e reduzir o envio de resíduos para o aterro sanitário.	Destinando recipientes devidamente identificados para a coleta de materiais recicláveis em cores conforme normas da ABNT/NBR 13.230/2008.	Em todas as unidades judiciárias, corredores e área externa do Fórum de Petrolina		01 ano	14.829,00

Melhorar as condições de disposição e armazenamento externo dos materiais recicláveis.	Para proteger os resíduos da influência de fatores externos a fim de não prejudicar a futura utilização e reciclagem desses materiais, bem como otimizar a utilização do pequeno espaço disponível.	Disponibilizando mais recipientes para este fim e colocando telas de proteção dos materiais recicláveis; orientando os funcionários responsáveis pela limpeza a organizar os resíduos recicláveis.	Área externa do fórum de Petrolina		01 ano	1.000,00
Treinamento do pessoal responsável pela limpeza das unidades	Para orientar acerca da separação dos recicláveis	Por meio de palestras e roda de conversas	Salão de eventos do Fórum		01 ano	Não se aplica
Aquisição de produtos com embalagens plásticas oriundas de reciclagem	Incentivar as empresas fornecedoras a priorizar produtos reciclados	Incluindo nos Termos de referências a condição de embalagens recicláveis.	Setor de compras do Fórum de Petrolina	Administrador	01 ano	Não se aplica

CONCLUSÕES

A inserção da temática da sustentabilidade no ambiente de trabalho do judiciário de Petrolina como medida mitigadora dos efeitos ambientais negativos decorrentes de sua atividade jurisdicional, tendo em vista que a o engajamento dos colaboradores na gestão dos resíduos é essencial para o sucesso, pois só nos empenhamos numa causa na medida que conhecemos as suas nuances e com elas nos impactamos.

Há, portanto, a premente necessidade de um programa de educação ambiental na instituição que leve os colaboradores a pensarem e agirem com responsabilidade socioambiental, aliado às condições de infraestrutura ofertada pela administração do Foro de Petrolina, com a disponibilização de coletores adequados para a coleta seletiva.

A rota tecnológica mais acessada, o aterro sanitário, com dois terços dos resíduos plásticos conduzidos a esse local, demonstra que há um enorme potencial econômico que acaba sendo subutilizado. Caso houvesse a reciclagem desses materiais, eles voltariam à cadeia produtiva causando menos impacto no meio ambiente, ao mesmo tempo em que o prédio do foro de Petrolina poderia contribuir duas vezes mais para a economia das famílias cooperadas.

É extremamente necessária a ampliação do apoio logístico e organizacional, com a implantação de coletores apropriados e visíveis em todos os setores do fórum, objetivando a coleta seletiva, além de campanhas que visem a educação ambiental dos servidores e funcionários, com foco na redução do uso e na separação dos resíduos plásticos, conforme plano de ação com a utilização da ferramenta 5W2H (tabela 2).

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.230: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - identificação e simbologia**. ABNT, 2018.

BANDARA, R.; BORSCHIVER, S.; TAVARES, A.. VII. Logística reversa na economia circular. In: BORSCHIVER, S.; TAVARES, A. S.. **Catalisando a economia circular conceitos, modelos de negócios e sua aplicação em setores da economia**. UFRJ,

2022.

BARO, B. A. M.. **Gestão de resíduos sólidos em condomínio residencial vertical**. 2018.

BORGES, H. S.; OGORODNIK, M. E. A.; NASCIMENTO, L. S.; OLIVEIRA, E. S.; COSTA, D. C. T.. **Quali-quantitative Diagnosis of Solid Waste Generated at Campus V of the State**

University of Pará. **Research, Society and Development**, v.10, n.11, p.e576101119827, 2021. DOI: <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19827>

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D.. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v.15, n.3, 2017.

FREITAS, I. Z.; SANTOS, A. P.; BRANDALISE, L. T.; FLOR BERTOLINI, G.. Os sacos plásticos na perspectiva da sustentabilidade: uma revisão sistemática. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v.10, p.182-203, 2020.

GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F.. A economia circular como alternativa à economia linear. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11. **Anais**. Sergipe: UFS, 2019. p.265-272.

JESUS, L.C.C.; LUZ, S. M.; LEÃO, R. M.; ZATTERA, A. J.; AMICO, S. C.. Comportamento térmico de compósitos de poliestireno reciclado reforçado com celulose de bagaço de cana. **Revista Matéria**, v.24, n.3, 2019.

LIMA, A. C. M.. **Legislações ambientais de resíduos sólidos: Brasil versus União Europeia**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

MACEDO, I. M. E.; SOUZA, M. D. L. C.; SHINOHARA, N. K. S.; SANTOS, C. S.; SILVA, M. K. G.. Reciclagem do Polietileno Tereftalato (PET) no Fomento da Economia Circular. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.8, p.57704-57723, 2020.

MELO, J. R.; CINTRA, L. S.; LUZ, C. N. M.. Educação ambiental: reciclagem do lixo no contexto escolar. **Revista Multidebates**, v.4, n.2, p.133-141, 2020.

MOURA, E. L.; CORDEIRO, L. F. A.; SOUSA, W. S.; MELO, D. C. P.; MODENESI, T. V.. Gerenciamento de resíduos recicláveis do Tribunal de Justiça de Pernambuco: proposição de capacitação dos servidores. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.**, v.7, n.17, p.1637-1652, 2020. DOI: [http://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071738](http://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071738)

SÁNCHEZ, C.. Fungal potential for the degradation of petroleum-based polymers: An overview of macro- and microplastics biodegradation. **Biotechnology Advances**, v.40, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107501>

SANTANA, M. S. A.. Characterization of urban solid waste from a consortium landfill in the Alagoas agreste: a methodological approach by regionalization. **Research, Society and Development**, v.11, n.13, p.e35111335240, 2022. DOI: <http://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35240>

SANTOS, F. C. ; SILVA, R. P.. **Obtenção e caracterização de compósito de PEBD com fibra de cana-de-açúcar in natura e modificada**. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

SANTOS, M. V. F.; COSTA, R. A.; DIAS, G. F. M.; LIMA, D. R. N.; BESPALHOK, D. N.; BRASIL, D. S. B.. Disposal of disposable cups: environmental and economic analysis in a higher education institution in southern Pará. **Research, Society and Development**, v.9, n.10, p.e2189108321, 2020. DOI: <http://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8321>

SILVA, T. R.; VENÂNCIO, T. M.; BRITTO JÚNIOR, A. O. S.; CARVALHO JUNIOR, F. H.. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Japão: História e atualidade. **Conex. Ci. e Tecnol., Fortaleza**, v.12, n.1, p.72-78, 2018.

SOUZA, T. D.; PINTO, A. A.; PEREIRA, R. C.. Biodegradação de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) Por Meio de Larvas de Tenebrion molitor Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.11, n.2, p.57-64, 2020.

SOUZA, J. F. V.; VIENNA, S. D. D.. O direito ao desenvolvimento diante do pensamento sistêmico: uma abordagem sobre desenvolvimento como liberdade, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade na atualidade. **Revista de Direito Brasileira**, v.21, n.8, p.341-360, 2019.

WWF. Word Wide Fund For Nature. **To solve plastic Pollution**. Site Word Wide Fund For Nature. WWF, 2019.

XAVIER, L. H.; GIESE, E. C.; DUTHIE, A. C. R.; LINS, F. A. F.. Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Polity**, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101467>

YUKALANG, N.; CLARKE, B.; ROSS, K.. Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand. **Environmental Research and Public Health**, v.14, n.9, 2017. DOI: <http://doi.org/10.3390/ijerph14091013>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.