

**Estudo de impactos dos resíduos sólidos em unidades de conservação: o caso da trilha do estudante**

**Study of impacts of solid residues in conservation units: the case of the student Trail**

**Estudio de impactos de Residuos solidos en unidades de conservacion: el caso del trail del estudiante**

Recebido: 14/07/2019 | Revisado: 28/07/2019 | Aceito: 10/08/2019 | Publicado: 24/08/2019

**Stéfano Bruno Vieira Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0436-455X>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: stefanogomes@msn.com

**Marcelo Borges Rocha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4472-7423>

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil

E-mail: rochamarcelo36@yahoo.com.br

**Resumo**

A atividade irresponsável de descartar os resíduos sólidos tem causado impactos significativos no meio ambiente, tais como a poluição das águas subterrâneas e a dificuldade no tratamento do esgoto. O presente trabalho teve como finalidade realizar um levantamento dos impactos de resíduos sólidos no Parque Nacional da Tijuca (PNT), especificamente na Trilha do Estudante, localizada no Setor Floresta. Os dados dos resíduos sólidos foram coletados em seis visitas à Trilha do Estudante ao longo de 2017, 2018 e o início de 2019, com o auxílio de câmera fotográfica e ficha de campo. Os resíduos identificados nesta Trilha foram organizados de acordo com a matéria-prima, como alumínio, plástico, vidro, tecido. Essa divisão permitiu a separação dos materiais de acordo com o seu respectivo tempo de decomposição no solo. Ao longo de toda a extensão da Trilha foi possível perceber uma quantidade significativa de resíduos sólidos despejados de maneira inadequada, ocasionando prejuízos significativos no solo, por meio da alteração do pH, redução da permeabilidade em áreas próximas ao resíduo, assim como o risco a saúde da fauna local. A presença de alumínio, vidro, plástico e pilhas, resíduos que necessitam de centenas de anos para se decompor no meio ambiente corroboram com este impacto. Desta forma, os dados deste

estudo podem contribuir para o Plano de Manejo do PNT e para a problematização do uso consciente do parque.

**Palavras-chave:** Degradação ambiental, Parque Nacional, Sustentabilidade.

### **Abstract**

The irresponsible activity of disposing of solid waste has caused significant impacts on the environment, such as groundwater pollution and difficulty in sewage treatment. The present work aimed to carry out a survey of solid waste impacts in the Tijuca National Park (PNT), specifically in the Student Trail, located in the Forest Sector. Solid waste data were collected in six visits to the Student Trail during 2017, 2018 and early 2019, with the aid of a camera and field record. The waste identified on this Trail was organized according to the raw material, such as aluminum, plastic, glass, fabric. This division allowed the separation of materials according to their respective decomposition time in the soil. Throughout the length of the Trail it was possible to notice a significant amount of solid waste discharged inappropriately, causing significant damage to the soil, by changing the pH, reducing permeability in areas near the waste, as well as the health risk of the local fauna. The presence of aluminum, glass, plastic and batteries, wastes that need hundreds of years to decompose in the environment corroborate this impact. Thus, the data from this study can contribute to the PNT Management Plan and to problematizing the conscious use of the park.

**Keywords:** Environmental degradation, National Park, Sustainability.

### **Resumen**

La actividad irresponsable de la eliminación de residuos sólidos ha causado importantes impactos en el medio ambiente, como la contaminación de las aguas subterráneas y la dificultad en el tratamiento de aguas residuales. El presente trabajo tuvo como objetivo llevar a cabo una encuesta sobre los impactos de los desechos sólidos en el Parque Nacional de Tijuca (PNT), específicamente en el Sendero Estudiantil, ubicado en el Sector Forestal. Los datos de desechos sólidos se recolectaron en seis visitas al Sendero Estudiantil durante 2017, 2018 y principios de 2019, con la ayuda de una cámara y un registro de campo. Los desechos identificados en este Sendero se organizaron de acuerdo con la materia prima, como aluminio, plástico, vidrio, tela. Esta división permitió la separación de materiales de acuerdo con su respectivo tiempo de descomposición en el suelo. A lo largo del Sendero fue posible notar una cantidad significativa de desechos sólidos descargados de manera inapropiada, causando daños significativos al suelo, cambiando el pH, reduciendo la permeabilidad en áreas cercanas

a los desechos, así como el riesgo para la salud del suelo. fauna local La presencia de aluminio, vidrio, plástico y baterías, los desechos que necesitan cientos de años para descomponerse en el medio ambiente corroboran este impacto. Por lo tanto, los datos de este estudio pueden contribuir al Plan de Gestión de PNT y a problematizar el uso consciente del parque.

**Palabras clave:** Degradación ambiental, Parque Nacional, Sostenibilidad.

## 1. Introdução

Segundo Barboza, da Silva, Motta, Meiriño e Faria (2019), nas últimas décadas, o debate sobre a proteção do meio ambiente e as consequências das ações antrópicas se tornou cada vez mais frequente em fóruns e congressos internacionais, bem como em debates públicos no Brasil. Dentro deste contexto, foi criado em 18 de julho de 2000, por meio do Decreto nº 9.985, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que é um conjunto de Unidades de Conservação (UCs) que visa potencializar a preservação de áreas ecológicas. Já as UCs, segundo Teixeira (2005), são áreas naturais presentes em diversos países e estão diretamente relacionadas com a conservação do meio ambiente em território.

Uma das possibilidades de gerar impacto ambiental é por meio do descarte incorreto de resíduos sólidos em um ecossistema. Além disso, a irresponsabilidade no tratamento e gestão de resíduos sólidos pode gerar consequências negativas para o meio ambiente, como por exemplo a poluição de lençóis freáticos, cuja despoluição apresenta grande dificuldade (Vitorino, Almeida, Guimarães, Silva, Moraes e Souza, 2019). Também é possível que sejam afetados os cursos de água superficiais, bem como sejam provocadas mudanças radicais na estrutura do solo.

De acordo com Nonato, Sousa e Gontijo (2019), com a finalidade de contribuir para a preservação das áreas naturais, como as UCs, foi criado em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305 (2010), com prazo de 20 anos. A qual traz importantes diretrizes para o gerenciamento em território nacional. A PNRS define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou 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 técnica ou

economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (Lei nº 12.305, 2010).

A Lei nº 12.305 (2010) também estabelece dois conceitos extremamente importantes, os quais são a destinação e disposição dos resíduos sólidos. Disposição ambientalmente adequada é caracterizada como “distribuição ordenada de rejeitos em aterros”, enquanto que a destinação inclui a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e disposição dos resíduos em local adequado. Essas definições estão no artigo 3º desta Lei, a qual traz não só essas, além de várias outras definições de termos e conceitos que são frequentemente utilizados como referência.

Em relação aos resíduos sólidos, estes são possíveis de serem reutilizados e reciclados, característica esta que não é compartilhada pelos “rejeitos”. Estes têm como única opção a disposição final em aterro sanitário. O termo “lixo” é muito utilizado na comunicação informal para descrever os resíduos sólidos domésticos, entretanto esta terminologia não tem amparo técnico, sendo somente uma expressão popular em ambientes informais (Brasil, 2010).

O artigo 9 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) define uma ordem de prioridade para o gerenciamento de resíduos sólidos, iniciando pela não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, como última fase, a disposição final adequada. Portanto, somente a geração e a disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários não é suficiente para o gerenciamento adequado dos mesmos.

Para que todas as etapas da PNRS sejam cumpridas, esta afirma que o Brasil deve ter um plano nacional, assim como os estados devem ter planos estaduais e planos microrregionais, e os municípios, os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos.

A PNRS (2010) demonstra a necessidade de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, que são aplicáveis por alguns empreendimentos ou atividades. Todos esses planos devem dialogar com a população de maneira geral, buscando a participação popular seja por meio de audiências públicas ou consultas públicas com vigência por prazo indeterminado tendo por horizonte 20 anos e devem ser realizados a cada quatro anos.

A aplicação da PNRS deve constituir-se como meta a ser aplicada em todo o território nacional. Apesar dos desafios apresentados, há soluções para mitigar essas questões, passando pela coleta seletiva, logística reversa, responsabilidade compartilhada e avaliação do ciclo de

vida do produto. Entretanto, todas essas soluções necessitam do apoio do poder público, bem como da população em geral para o seu êxito.

Apesar de a PNRS ter proposto a partir de 18 de julho de 2000 a gestão integrada de resíduos sólidos em nível nacional, antes dela já havia outras legislações para resíduos específicos como por exemplo pneus, embalagens de agrotóxicos, resíduos de serviço de saúde residente, de construção, entre outros.

Aliado a PNRS está a gestão de resíduos sólidos em UCs, já que é essencial para os municípios do seu entorno, em razão da importância social, ecológica e turística dessas regiões para a sociedade. As UCs que são abertas à visitação pública, têm um papel de extrema importância para favorecer condições e promover à educação e à interpretação ambiental, porém também estão expostas as atividades irresponsáveis de alguns visitantes, os quais despejam resíduos sólidos no meio ambiente. Esta constante prática pode aumentar a transmissão de doenças para os animais, devido à composição química muitas vezes tóxica de alguns resíduos sólidos, assim como à proliferação de vetores, tais como o *Aedes aegypti*, em razão do acúmulo de água parada.

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto ao seu potencial de contaminação do solo, divididos em dois subgrupos: Resíduos classe I - Perigosos e Resíduos classe II - Não Perigosos.

Os Resíduos classe I são considerados perigosos, devido as suas características infecto-contagiosas, físicas e químicas. Estes resíduos podem ocasionar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, acarretando mortalidade de seres humanos, assim como ocasionar danos a nichos ecológicos da região.

Há também os resíduos que são classificados como não perigosos, subgrupo denominado de Resíduos classe II. Estes são assim denominados em razão de não oferecerem risco à saúde pública e ao meio ambiente. Subdividindo-se em dois subgrupos: Resíduos classe II A - Não inertes e Resíduos classe II B - Inertes. Os Resíduos classe II A são caracterizados desta forma devido às suas propriedades de solubilidade em água, combustibilidade e biodegradabilidade. Já os Resíduos classe II B - Inertes são assim caracterizados em razão da ausência de constituintes que estejam solubilizados em concentrações acima dos estabelecidos em relação à potabilidade de água, com exceção de particularidades como sabor, turbidez, cor, dureza e aspecto do resíduo. Sendo estes de origem agrícola, comercial, de serviços e de varrição, doméstica, hospitalar e industrial.

O longo tempo para a decomposição de resíduos no meio ambiente, de forma natural, é um dos principais problemas da gestão dos resíduos sólidos em UCs. Este problema tende a

se agravar em UCs com elevado número de visitantes anualmente, como é o caso do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, localizado no município do Rio de Janeiro, que em 2017 foi considerado a UC mais visitada do Brasil, com um crescimento de 20% em relação ao ano anterior (Ministério do Turismo, 2018).

Segundo o Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca (Icmbio, 2008), o serviço de limpeza das áreas públicas do Parque Nacional da Tijuca é atendido pelos garis da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, por meio da Comlurb, que destina 42 garis para a limpeza de todo o parque, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1** - Escala dos Serviços de Limpeza e Conservação Realizados pelo Município, no Parque Nacional da Tijuca, Estado do Rio de Janeiro.

Área	Número de Garis	Número de Encarregados
Floresta	10 (em escala)	1
Paineiras	8 (diários)	1
Vista Chinesa/ Dona Castorina	8 (diários)	1
Sumaré	8 (diários)	1
Parque Lage	8 (diários)	1

Fonte: Adaptado do Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca (2008).

Diante deste contexto, o presente estudo teve como objetivo fazer um levantamento dos resíduos sólidos em um ambiente natural, como é o caso do Parque Nacional da Tijuca (PNT). Devido a extensão do parque, faz-se necessário um recorte para uma área específica, neste caso a Trilha do Estudante e o Centro de Visitantes, localizados no Setor Floresta do Parque Nacional da Tijuca. Esta escolha se justifica, por serem espaços que apresentam uma quantidade significativa de visitantes ao longo do ano, além de serem considerados de fácil acesso.

## 2. Metodologia

Para a elaboração deste estudo, os autores obtiveram os dados por meio da pesquisa de campo, visando a obtenção de informações em relação ao problema estudado e a busca por uma resposta. Para a sua elaboração, é necessário a análise de fatos e fenômenos que ocorrem naturalmente na área estudada.

A pesquisa de campo não consiste somente na coleta de dados para a elaboração do trabalho, sendo de fundamental importância a existência de controles apropriados e objetivos predeterminados que especificam o que deve ser coletado.

Para a elaboração da pesquisa de campo, os pesquisadores necessitam inicialmente realizar a pesquisa bibliográfica acerca do tema estudado, com o objetivo de se obter mais dados acerca da área geográfica onde será realizada a pesquisa, além de identificar trabalhos que tenham sido realizados por outros autores sobre o mesmo assunto, auxiliando na determinação da melhor metodologia a ser aplicada, além da análise dos resultados dos diferentes estudos para posterior comparação com os resultados a serem obtidos pelo novo trabalho.

Posteriormente, é importante definir as técnicas que serão utilizadas na coleta de dados e na definição das amostras, verificando se esta é suficientemente representativa para corroborar com as conclusões do estudo.

Por fim, é aconselhável que se determine as técnicas de registro dos dados a serem analisados, assim como as técnicas posteriormente analisadas (Marconi, 2003).

## **2.1. Área de estudo**

O Parque Nacional da Tijuca (Fig. 1) é uma Unidade de Conservação atualmente administrada pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), uma autarquia federal subordinada ao Ministério do Meio Ambiente. Criado pela lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, sua área abrange a Mata Atlântica, bioma onde estão inseridas mais de 20 mil espécies vegetais, incluindo quantidade significativa de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Também é importante destacar o número considerável de animais que compreendem a fauna local, com cerca de 370 espécies de anfíbios, 850 de aves, 270 de mamíferos, 350 de peixes e 200 de répteis, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (Ministério do Meio Ambiente, 2019b).

Em razão deste bioma ser um *hotspot* mundial já degradado, como consequência das ações antrópicas, as quais geraram uma redução de aproximadamente 10% de sua cobertura original (Harris & Pimm, 2004); o cuidado e a atenção do poder público, da sociedade, assim como dos administradores do Parque no que se refere à conservação e a diminuição da degradação ambiental é de extrema importância para a redução dos danos ambientais que o contato entre seres humanos e meio ambiente estimula na região.

**Figura 1** - Entrada do Parque Nacional da Tijuca.



Entrada do secular Parque Nacional da Tijuca, no Alto da Boa Vista (Foto: Diogo Fagundes / site.Cidade-do-Rio)

Fonte: Os autores.

A escolha da Trilha do Estudante (Fig. 2), no PNT, deve-se ao seu elevado número de visitantes, assim como o seu fácil acesso. E, ainda, em razão do seu baixo grau de dificuldade e curto tempo médio de caminhada, de aproximadamente trinta minutos (Parque Nacional da Tijuca, 2018). Assim, tais características a tornam uma trilha de estudo ideal para a análise dos dados.

**Figura 2** - Início da Trilha do Estudante com a primeira placa interpretativa.



Fonte: Os autores.

## 2.2. Coleta de dados

Os dados foram coletados nos meses de setembro e novembro de 2017, setembro e dezembro de 2018, fevereiro de 2019 e de 2019. A sazonalidade das visitas possibilitou entender que, locais com um tráfego significativo de visitantes, como o estacionamento de veículos, o qual está localizado no meio da Trilha, havia uma grande quantidade de resíduos



sólidos, apesar da presença de lixeira no seu entorno. Foram utilizadas uma câmera fotográfica para a obtenção das imagens dos resíduos sólidos descartados incorretamente ao longo da Trilha e uma ficha de campo para auxiliar o registro das particularidades dos resíduos sólidos encontrados.

Os dados provenientes dos resíduos sólidos observados foram adicionados em uma planilha visando identificá-los e organizá-los. Em seguida, estes resíduos foram organizados de acordo com a matéria-prima de cada um, como alumínio, plástico, vidro, tecido. Essa divisão permitiu a separação dos materiais de acordo com o seu respectivo tempo de decomposição no solo.

### **3. Resultados e Discussão**

Foram identificados 153 resíduos sólidos ao longo das seis coletas de dados, destacando para o fato de 95 serem derivados do plástico, 33 resíduos com matéria-prima o alumínio e 12 eram vidro. As demais matérias-primas do estudo tiveram participação limitada em termos de quantidade em relação ao total de 153 resíduos sólidos identificados. Entretanto, todos os resíduos identificados geram diferentes impactos no meio ambiente, como será descrito mais adiante.

Ao longo de toda a extensão da Trilha do Estudante foi possível perceber que havia muitos resíduos sólidos despejados de maneira incorreta, gerando graves prejuízos para o ecossistema local. Aliado a isso, foi possível perceber um pequeno número de lixeiras para a disposição destes resíduos, totalizando nove ao longo de toda a Trilha. Em algumas áreas como a região do Piquenique, havia uma embalagem de leite longa vida muito próxima de uma lixeira, possivelmente devido a uma ação antrópica (Fig. 3). Este episódio é preocupante, devido aos impactos ambientais que o descarte incorreto deste resíduo no meio ambiente gera para a fauna e flora locais, como por exemplo uma embalagem de longa vida permanece no ecossistema por mais de 100 anos até a sua completa decomposição no solo (Trigueiro, 2003). Este fator demonstra que o problema não está relacionado somente com o pequeno número de lixeiras, mas também se associa ao comportamento dos visitantes.

**Figura 3** - Resíduo sólido disposto no solo próximo a uma lixeira.



Fonte: Os autores.

Nessa região do Piquenique, há uma churrasqueira que é bastante utilizada pelos visitantes do Parque aos finais de semana. Lamentavelmente, alguns descartam o carvão vegetal de forma indevida no solo (Fig. 4). Em razão deste resíduo ser fabricado por meio da carbonização de matéria orgânica, torna-se difícil a sua deterioração no meio ambiente, carecendo de mais de 80 anos para a decomposição do carvão vegetal no solo (Rosa, 2010).

**Figura 4** - Resíduo de Carvão Vegetal no solo.



Fonte: Os autores.

Foram identificadas, ao longo da Trilha do Estudante, três velas compostas por parafina que para sua fabricação necessita de hidrocarbonetos saturados (carbono e

hidrogênio). Em razão de ser resultante do petróleo, transforma-se um composto químico insolúvel em água (Fig. 5). Sua decomposição provoca impactos para o ecossistema, como a variação do pH do solo, além da redução da permeabilidade em áreas próximas ao resíduo (Hedlund, 2013).

**Figura 5** - Resíduos de vela contendo parafina.



Fonte: Os autores.

Também foi observada uma grande quantidade de embalagens plásticas de alimentos; como por exemplo amendoim, batata palha e biscoito; cuja produção é feita com derivados de petróleo (Fig. 6). O descarte incorreto destes resíduos no meio ambiente pode torná-los fonte de alimento para os animais da região, ocasionando danos à sua saúde e levando-os à morte. Também provoca o surgimento de insetos como o *Aedes aegypti*, em razão do acúmulo de água parada nas embalagens.

**Figura 6** - Resíduos de embalagens plásticas.



Fonte: Os autores.

Foram verificados ainda, alguns pedaços de vidro, como garrafas e cálices que, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2005), demoram mais de 1000 anos para serem decompostos no meio ambiente, além de apresentarem elevado risco à saúde física dos animais e dos próprios visitantes (Fig. 7).

**Figura 7** - Resíduo de vidro no solo.



Fonte: Os autores.

A presença de uma pipa no alto de uma árvore pode danificar os vegetais da região e ferir animais que passam por aquela região, devido à linha de cerol no meio ambiente, à qual é composta por uma mistura de vidro moído e limalha de ferro com cola, sendo um resíduo perigoso para a fauna local e flora local. Também foram encontrados alimentos ao longo da Trilha, que podem afetar o nicho ecológico da região e prejudicar os animais que resolvam se alimentar desses mantimentos (Pontes & de Vertebrados, 2006).

Foi identificado uma quantidade elevada de resíduos à base de petróleo, como copos plásticos descartáveis, sacos de supermercados e garrafas *pet*, que têm a capacidade de reter a água parada e de liberar gradualmente elementos tóxicos resultantes dos derivados de petróleo para o solo daquela área (Fig. 8). O seu período de decomposição no meio ambiente é de cerca de 400 anos (Compam, 2015).

**Figura 8** - Resíduo de plástico no solo.



Fonte: Os autores.

Ainda, durante as coletas, foram observadas pilhas descartadas de maneira irregular na Trilha do Estudante (Fig. 9). Vale destacar que as pilhas contêm substâncias químicas como mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd). O mercúrio, por exemplo, se absorvido pelos vegetais da região ou ingerido pelos animais, tem potencial de gerar alterações genéticas, além de afetar os rins, a medula óssea e o sistema nervoso dos mamíferos. Sendo capaz de causar câncer nos mamíferos que o consomem. Enquanto que a ingestão de cádmio pode causar anemia, osteoporose, além do desenvolvimento de câncer de pulmão (Bocchi, Ferracin, & Baggio, 2000).

**Figura 9** - Descarte de pilha no solo.



Fonte: Os autores.

Foram identificados resíduos de papel alumínio e latas de alumínio, que são provenientes da matéria-prima alumínio, substância química que promove a contaminação do solo e da água do lençol freático (Fig. 10). Em situações em que há chuva ácida, os prótons da

água têm a capacidade de reagir com o hidróxido de alumínio, um composto químico insolúvel, resultando na liberação de íons de alumínio no solo da região, que são absorvidos pelas raízes dos vegetais. Para a sua completa decomposição no solo, é necessário cerca de 200 a 500 anos (Ministério do Meio Ambiente, 2005). O lançamento deste resíduo na Trilha do Estudante, ao invés de incentivar a sua reutilização ou reciclagem, estimula ainda mais a produção de alumínio, processo que emite gases poluentes como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e os perfluorcarbonetos (PFCs) no ar atmosférico no decorrer da extração de óxidos de alumínio, como a bauxita (Henriques & Porto, 2013).

**Figura 10** - Resíduos de alumínio no solo.



Fonte: Os autores.

No meio da Trilha, foi identificada uma meia, caracterizando-se como um resíduo sólido derivado da matéria-prima lã (Fig. 11). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Ministério do Meio Ambiente, 2019a), esta meia necessitará de até um ano para se decompor no meio ambiente, devido à dificuldade da decomposição de suas diferentes matérias-primas, como lã, seda, algodão e nylon.

**Figura 11** - Descarte incorreto de tecido no solo.



Fonte: Os autores.

Próximo ao estacionamento de veículos, foi encontrado um protetor solar aerossol (Fig. 12). Este é composto por alumínio e plástico, a sua decomposição no solo demora entre 200 a 500 anos (Ministério do Meio Ambiente, 2005). A presença deste resíduo gera a eliminação de alumínio e plástico para o meio ambiente. Em relação ao alumínio, este em presença com a chuva ácida, libera os prótons da água que podem reagir com o hidróxido de alumínio, substância insolúvel que está diretamente relacionada com a liberação de íons de alumínio no solo da região que são capturados pelas raízes dos vegetais. No que se refere ao plástico, este tem o potencial de gerar acúmulo de água parada, além da liberação gradual de substâncias tóxicas provenientes do petróleo para o solo da região.

**Figura 12** - Aerossol identificado no solo da Trilha do Estudante.



Fonte: Os autores.

#### **4. Considerações Finais**

Os resultados demonstrados por este trabalho chamam a atenção sobre os impactos ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos descartados incorretamente pelos seres humanos no meio ambiente. Em razão dos resíduos citados neste estudo serem utilizados por consumidores em diversos países do mundo, pode-se problematizar as consequências negativas em relação a degradação ambiental não somente no Parque Nacional da Tijuca ou as Unidades de Conservação localizadas no Brasil. Cidadãos de diferentes nacionalidades podem contribuir negativamente para a fauna e flora em outros países, caso tenham atitudes semelhantes as identificadas por uma parcela dos visitantes da UC estudada.

A partir dos dados levantados e expostos ao longo do artigo, foi possível perceber os impactos ambientais relacionados com as ações antrópicas em um ecossistema natural, por meio da poluição do solo. Há uma necessidade iminente de uma gestão voltada para a sensibilização dos visitantes acerca da importância da preservação dos recursos naturais, por meio de placas informativas e distribuição de folhetos aos visitantes da UC, motivando com que cada cidadão se torne mais responsável em relação a conservação da biodiversidade.

Desta forma, os autores deste trabalho pretendem contribuir para o Plano de Manejo do PNT por meio deste estudo e de seus resultados, visando compatibilizar o contato dos visitantes com esta Unidade de Conservação, por meio do turismo ecológico, aliado a preservação ambiental. Almeja-se que a gestão integrada de resíduos sólidos se torne um tema fundamental para o a administração e visitantes do PNT, por meio da consciência de que é necessário somente alguns visitantes com atitudes irresponsáveis para gerar graves danos ambientais, em razão da necessidade de anos para decompor de forma natural muitos dos resíduos citados ao longo deste trabalho.

Espera-se que estes resultados colaborem para o surgimento de novos estudos no Brasil e em outros países que tenham o objetivo de fazer um levantamento dos impactos de resíduos sólidos em outras Unidades de Conservação administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), bem como em áreas de preservação de outros países, permitindo com que no futuro novos pesquisadores de diferentes regiões do mundo tenham dados confiáveis sobre os impactos ambientais provenientes indiretamente da visitação pública em áreas de proteção integral. Como por exemplo, a partir dos dados coletados em UCs em diferentes regiões do Brasil, será possível despertar a atenção da sociedade brasileira e dos gestores públicos acerca da responsabilidade desempenhada por cada cidadão dentro de uma área caracterizada pela rica biodiversidade ali existente.



## Referências

ABNT, N. (2004). NBR 10004–Resíduos sólidos–Classificação. Rio de Janeiro.

Barboza, D. V., da Silva, F. A., Motta, W. H., Meiriño, M. J., Faria, A. V. (2019). Aplicação da Economia Circular na Construção Civil. *Research, Society and Development*. 8 (7). 1-19.

Bocchi, N., Ferracin, L. C., & Biaggio, S. R. (2000). Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na escola*, 11(3).

Compam. Tempo de Decomposição dos Resíduos. Recuperado em 16 de junho de <http://www.compam.com.br/decomposicao.htm>

Consumo Sustentável: Manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

Harris, G. M., & Pimm, S. L. (2004). Bird species' tolerance of secondary forest habitats and its effects on extinction. *Conservation Biology*, 18(6), p. 1607-1616.

Hedlund, T. D. A. (2013). *A redução dos impactos ambientais como proposta para o desenvolvimento de luminária a partir de resíduos de MDF* (Monografia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/1772>

Henriques, A. B., & Porto, M. F. S. (2013). A insustentável leveza do alumínio: impactos socioambientais da inserção do Brasil no mercado mundial de alumínio primário. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18, 3223-3234.

Icmbio. (2008). Plano de Manejo: Parque Nacional da Tijuca. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, v.1, Brasília, Brasil. Recuperado em 14 de junho de 2019, de [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna\\_tijuca\\_pm.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_tijuca_pm.pdf)

Icmbio. Unidades de Conservação. Recuperado em 15 de junho de 2019, de <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>

Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil. Recuperado de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>

Marconi, M. A. M. (2003). Fundamentos de metodologia científica. Editora Atlas.

Ministério do Meio Ambiente. (2005). Consumo Sustentável: Manual de Educação, 160p.

Ministério do Meio Ambiente. (2019a). Lixo: Um grave problema no mundo moderno. Recuperado em 13 de junho de 2019, de [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/8%20-%20mcs\\_lixo.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf)

Ministério do Meio Ambiente. (2019b). Mata Atlântica. Recuperado em 18 de junho de 2019, de [http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica\\_emdesenvolvimento](http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento)

Ministério do Turismo. (2018). Parque Nacional da Tijuca foi o mais visitado em 2017. Recuperado em 05 de junho de 2019, de <http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/11228-parque-nacional-da-tijuca-foi-o-mais-visitado-em-2018.html>

Nonato, C. G. S., Sousa, E. R., Gontijo, H. M. (2019). Implantação de uma Usina de Reciclagem na cidade de Rio Piracicaba-MG. *Research, Society and Development*. 8 (3). 1-13.

Parque Nacional da Tijuca. Trilha dos Estudantes. (2018). Recuperado em 13 de junho de 2019, de <http://www.parquedatijuca.com.br/#atracao?id=51>

Pontes, J. A. L., & de Vertebrados, L. D. E. (2006). Planejamento, manejo de trilhas e impactos na fauna. In *I Congresso Nacional*.

Rosa, R. (2010). Qualidade do carvão vegetal, para uso doméstico, comercializado em três municípios do estado do Espírito Santo. 55 f. Monografia (*Graduação em Engenharia Industrial Madeireira*), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. Recuperado em 17 de junho de 2019, de

[http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC\\_Rafael%20Amarim%20Rosa.pdf](http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/TCC_Rafael%20Amarim%20Rosa.pdf)

Teixeira, C. (2005). O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a "naturalização" do social. *Revista Brasileira de ciências sociais*, 20(59), 61-66.

Trigueiro, A. (2003). A farra dos sacos plásticos. Recuperado em 28 de junho de 2019, de [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/a\\_farra\\_dos\\_sacos\\_plasticos.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/a_farra_dos_sacos_plasticos.html)

Vitorino, D. C. F. R., Almeida, V. G., Guimarães, J. C. S., Silva, A. C., Moraes, L. A. R., Souza, G. K. S. (2019). Gerenciamento e caracterização dos recursos hídricos na comunidade do Barro Preto no município de Santa Maria de Itabira MG. *Research, Society and Development*. 8 (9). 1-16.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Stefano Bruno Vieira Gomes – 50%

Marcelo Borges Rocha – 50%