

Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira

Overview of urban waste disposal and its relationship with socio-environmental impacts in the states of the Brazilian Amazon

Enilde Santos de Aguiar^[a] , Mônica Moraes Ribeiro^[a] , Jéssica Herzog Viana^[a] ,
Altem Nascimento Pontes^[a] 

^[a] Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA, Brasil

Como citar: Aguiar, E. S., Ribeiro, M. M., Viana, J. H., & Pontes, A. N. (2021). Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13, e20190263. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190263>

Resumo

Países europeus tais como Alemanha, França, Dinamarca e Reino Unido possuem tecnologias e políticas de resíduos sólidos que buscam elevados índices de reaproveitamento, diminuindo significativamente a necessidade de envio aos aterros sanitários. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar o diagnóstico das condições dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e relacionar com os impactos socioambientais em sete estados da Amazônia brasileira. A pesquisa tem caráter descritivo, baseada em dados secundários, obtidos através de pesquisas bibliográficas e documentais, coletados em plataformas eletrônicas. Observa-se então que a Amazônia, mesmo com a exploração ativa de seus recursos naturais e potencial econômico, não alcança o restante do país no que diz respeito à longevidade, educação e renda, inferindo que a exploração não traz as benesses esperadas em termos de qualidade de vida para a população local. Outra problemática é o déficit nos registros de municípios que alimentam os dados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), demonstrando que a geração de RSU ultrapassa os valores aqui apresentados, pois menos da metade dos municípios da Amazônia presta esse serviço informacional obrigatório, seja prestador público ou privado. Nesse sentido, há a necessidade de mudança no paradigma de gerenciamento de resíduos.

Palavras-chave: Lixão. Disposição ambientalmente correta. Aterro sanitário.

Abstract

European countries such as Germany, France, Denmark and the United Kingdom have solid waste technologies and policies that seek high reuse rates, significantly reducing the need for landfilling. Thus, the objective of this study was to diagnose MSW conditions and relate them to social and environmental impacts in seven states of the Brazilian Amazon. The research has a descriptive character, based on secondary data, obtained through bibliographic and documentary searches, collected from electronic platforms. It was observed that the Amazon, even with the active exploitation of its natural resources and economic potential, does not reach the rest of the country with regard to longevity, education and income, inferring that exploration does not bring the expected benefits in terms of quality of life for the local

ESA é engenheira ambiental e de Energias Renováveis, mestranda em Ciências Ambientais, e-mail: enildeaguiar@gmail.com

MMR é economista, mestrado em Ciências Ambientais, e-mail: m.capitalintelectual@gmail.com

JHV é licenciada em Ciências Biológicas, doutorado em Ciências Biológicas, e-mail: biojessica@gmail.com

ANP é licenciado em Física, doutorado em Ciências na modalidade Física, e-mail: altempontes@gmail.com



population. Another problem is the deficit in the records of municipalities that feed the data in SNIS, demonstrating that the generation of MSW exceeds the values presented here, because less than half of the municipalities of the Amazon provide this mandatory information service, whether public or private provider. In this sense, there is a need for a change in the waste management paradigm.

Keywords: *Dump. Environmentally friendly arrangement. Sanitary landfill.*

Introdução

Um dos maiores problemas ambientais da atualidade está relacionado à geração de resíduos sólidos e sua má gestão. Em 2016, o relatório do *The World Bank* trouxe como resultado a marca de 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos gerados, uma média de 0,74 kg/habitante/dia, com porcentagem de 93%, 54% e 39% sem a destinação adequada em países de baixa, média e alta renda, respectivamente (Kaza et al., 2018). Como resposta a esse cenário, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável propôs, dentre os seus 17 objetivos, a redução da geração de resíduos sólidos através de prevenção, redução, reciclagem e reuso, para minimizar os impactos negativos que estes causam no meio ambiente e na saúde humana (Johnston, 2016; Wilson & Rogero, 2016).

Segundo Andreasi Bassi et al. (2017), países europeus tais como Alemanha, França, Dinamarca e Reino Unido possuem tecnologias e políticas de resíduos sólidos que buscam elevados índices de reaproveitamento, diminuindo significativamente a necessidade de envio aos aterros sanitários. Esses autores afirmam ainda que a gestão de resíduos sólidos urbanos, nos países referenciados, apresenta-se de forma eficiente e adequada, visto que há uma taxa mínima de resíduos direcionados aos aterros sanitários, também induzida pela implementação da hierarquia de resíduos.

O equacionamento da geração excessiva e da disposição final adequada e segura dos resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um dos maiores desafios que a sociedade contemporânea enfrenta (Leleux & Kaaij, 2019). O crescimento global na produção de bens e, por consequência, a ampliação de suas demandas de consumo repercutem no aumento significativo da geração de RSU e do seu gerenciamento inapropriado (Doherty, 2018). Essa questão tornou-se uma preocupação mundial por causar vários impactos socioambientais nocivos, bem como por contribuir com o aquecimento global e mudanças climáticas (Bong et al., 2017; Du et al., 2017).

No Brasil, a média é de 1,04 kg/habitante/dia e, segundo o Panorama de Resíduos Sólidos de 2017 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), 40,9% dos resíduos coletados no país foram direcionados para 2.976 lixões, somados a 8,8% que não foram coletados, inferindo a sua destinação em locais inadequados (ABRELPE, 2018; ISWA, 2016). Mesmo sendo um país que atrai inúmeros interesses econômicos por seus vastos recursos naturais disponíveis, principalmente quando o assunto é Amazônia, os serviços de saneamento não acompanham a legislação, o crescimento populacional e não atende a Agenda 2030 (Gauthier & Moran, 2018).

A Amazônia Legal é composta por nove estados, 772 municípios e registra atualmente a maior taxa de crescimento urbano do Brasil, apesar de estar enquadrada como a região com menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (IBGE, 2017a, 2018a; IPEA, 2019a). Em consonância a isso, a estimativa de geração de resíduos sólidos (RS) tende para mais de 10 milhões de toneladas por ano e apresenta menor índice de cobertura de serviços públicos de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) (Brasil, 2019b; IBGE, 2017b).

Apesar de a Amazônia exercer atividades econômicas no âmbito de aproveitamento energético, madeireiro e mineral, deixando de ser apenas floresta, enfrenta problemas notoriamente urbanos. Todavia, essas atividades não trouxeram melhorias significativas em infraestrutura ou serviços públicos como nos demais estados brasileiros (Andrade, 2019; Lima, 2016). Assim, lixões a céu aberto contaminam os corpos hídricos da região, agravando o quadro de doenças por falta de saneamento básico adequado, além de mudar a paisagem local, substituindo o verde por áreas insalubres (Alves de Souza-Filho et al., 2019; Siqueira et al., 2019).

Por isso, torna-se necessário discutir e aprofundar o diagnóstico real dos resíduos sólidos na região amazônica, dado o modelo de desenvolvimento exercido no Brasil, que aproxima o país ao equivalente de geração de RSU dos países desenvolvidos. Nesse contexto, este estudo teve o objetivo de realizar o diagnóstico das condições dos RSU e relacionar com os impactos socioambientais em sete estados da Amazônia brasileira.

Revisão de literatura

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) do Brasil foi baseada na experiência de países pioneiros na área, estabelecendo princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes adaptados para a gestão e gerenciamento no contexto brasileiro, com a intenção de solucionar problemas ambientais relacionados à gestão dos RSU (Cetrulo et al., 2018). A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, no inciso XVI do Artigo 3º, define resíduo sólido como materiais, substâncias, objetos ou bens descartados, provenientes das ações humanas, nos estados sólido, semissólido, gases (contidos em recipientes) e líquidos que não podem ser lançados diretamente na rede pública de esgoto.

A PNRS estabelece uma ordem de prioridade de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e “[...] disposição final ambientalmente adequada” (Brasil, 2010). Esta, por sua vez, refere-se somente à disposição de rejeitos em aterros sanitários, devido ao esgotamento das possibilidades de algum aproveitamento, que é considerado como “[...] destinação ambientalmente adequada”, pois está relacionada com a reutilização, reciclagem, compostagem e outros meios de aproveitamento dos RSU, com o intuito de mitigar impactos ambientais e evitar riscos à saúde humana (Souto & Povinelli, 2013; Brasil, 2008).

A PNRS ainda instaura a responsabilidade compartilhada de geradores de resíduos sólidos e lança instrumentos de planejamento em seis diferentes níveis de divisão (nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal) (Brasil, 2010). Além disso, conta com a logística reversa, coleta seletiva, ciclo de vida do produto, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SNIR), catadores de materiais recicláveis e planos de resíduos sólidos, com inclusão social ante a discussão do tema (Marino et al., 2018). Em relação ao tipo de disposição final, no Brasil, assim como em outros países, apresenta três (3) principais formas, que são o lixão, aterro sanitário e o aterro controlado, e demais tipos como: valas de recebimento de resíduos sólidos de saúde (RSS), unidade de triagem, unidade de tratamento por micro-ondas e autoclave, unidades de manejo de galhos e podas e unidade de transbordo (Alfaia et al., 2017).

Por meio da Lei nº 12.305/2010, estabeleceu-se no Brasil um prazo para o encerramento das atividades em lixões, que é a forma mais agressiva e imprópria de disposição final de RSU, pois não requer nenhum tratamento prévio, em que os resíduos são despejados diretamente no solo, contaminando o meio ambiente e colocando em risco a saúde da população do entorno e demais áreas diretamente afetadas (ABRELPE, 2017; Brasil, 2010). Como medida de adequação à lei vigente, algumas áreas foram adaptadas para aterros controlados, que é uma alternativa intermediária, entre lixão e aterro sanitário, na busca por extinguir lixões a céu aberto, porém seus impactos são tão danosos quanto os do lixão, visto que não há nenhuma técnica para controle do chorume ou biogás (Quadros et al., 2018).

O procedimento que o difere de um lixão é a cobertura dos resíduos por camadas de material inerte, com o objetivo de evitar a proliferação de vetores de doenças e amenizar o mau odor, proveniente da decomposição dos materiais orgânicos (Dai-Prá et al., 2018). A melhor alternativa é o aterro sanitário que possui procedimento totalmente distinto e se caracteriza pelo emprego de técnicas variadas, que abrangem desde a coleta seletiva ao tratamento do chorume, percolado e a produção de energia por meio do biogás (Lima et al., 2018).

Segundo a NBR 8419/1992 (ABNT, 1992), chorume é o líquido proveniente da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos e apresenta coloração escura, mau odor e elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O percolado é formado pela infiltração de água pluvial, subterrânea e/ou umidade presente da massa de resíduos sólidos, que ao percolar pode ser somada ao chorume e outras substâncias em solução (Lins, 2003; Qian et al., 2002). O biogás, por sua vez, é uma combinação gasosa, proveniente da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, presente nos resíduos sólidos, formada principalmente por metano e dióxido de carbono (CETESB, 2006).

Metodologia

Área do estudo

A Amazônia Legal, porção brasileira da Amazônia, é composta por nove estados, mas, para este trabalho, optou-se por sete (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins), que compõem a região Norte do Brasil (IBGE, 2017a). O universo da pesquisa é referente à região Norte, Figura 1, que possui 450 municípios com uma população estimada de 18,16 milhões para o ano de 2018, e a maior taxa de crescimento populacional do país, registrada em 2,4% ao ano, além da taxa de urbanização com alcance de 62,4% ao ano (IBGE, 2018b).

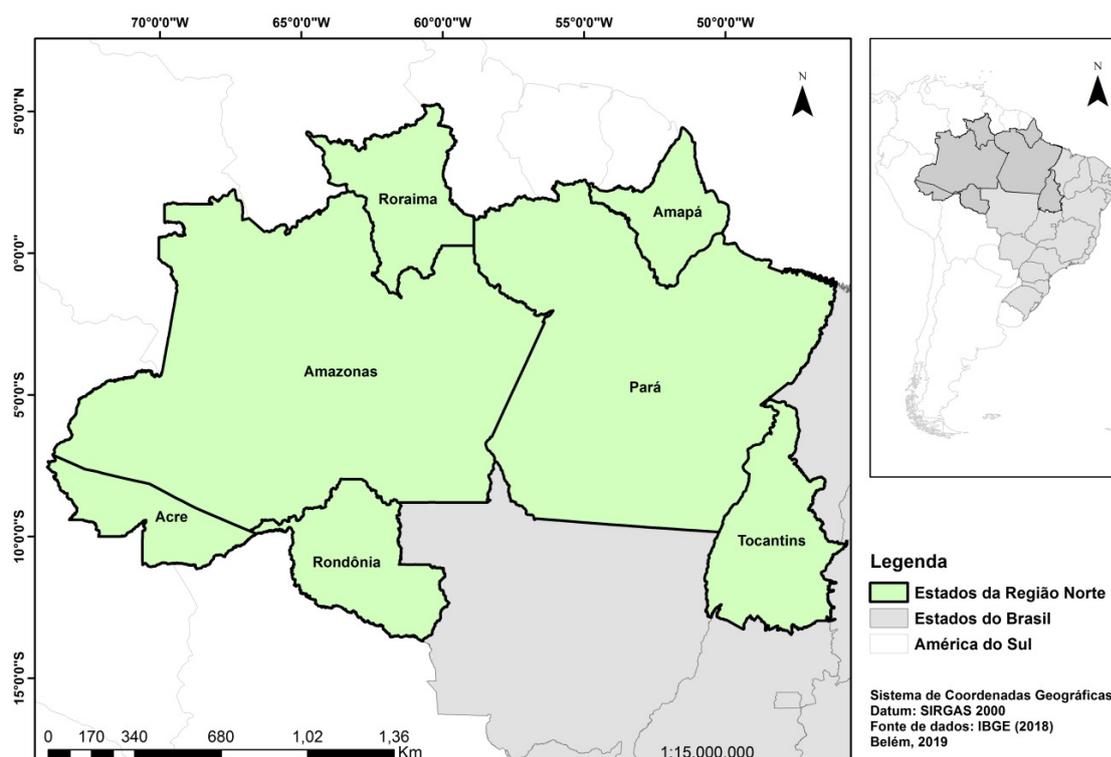


Figura 1 - Mapa de localização dos estados da região Norte. Fonte: Autores (2019).

Levantamento e análise de dados

A pesquisa teve caráter descritivo, baseada em dados secundários, obtidos através de pesquisas bibliográficas e documentais, coletados em plataformas eletrônicas, tais como Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) e Radar do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

O SNIS é uma plataforma de responsabilidade do governo federal, contendo informações sobre a prestação de serviços de água, esgoto e resíduos sólidos urbanos, desde 1995, para fins de comparação e medição de serviços prestados por meio de seus indicadores (Brasil, 2019b). O IBGE é o órgão público que tem como função a geração de dados sobre estimativas populacionais, como resultado de cálculos matemáticos para projeção de distribuição demográfica, através da tendência de crescimento municipal, além de servir como um dos parâmetros de referência para composição de indicadores sociais,

econômicos e demográficos, adquirida por meio do censo populacional, a cada 10 anos, assim como outras informações e indicadores socioambientais (IBGE, 2013).

A Abrelpe é formada por um grupo de empresários com a missão de promover o desenvolvimento da gestão dos resíduos sólidos no Brasil através da Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Regional (UNCRD), além de ser sede da Secretaria Regional para a América do Sul, um programa reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), que visa parceria internacional para gestão de resíduos (ABRELPE, 2018). O Radar IDHM é um índice elaborado pelo Programa das Nações Unidas (PNUD) com o objetivo de estimar o desenvolvimento dos municípios brasileiros, utilizando três indicadores de desenvolvimento humano, tais como longevidade, educação e renda, adaptados do contexto global para a realidade nacional, cujo índice varia entre 0 e 1, onde 1 representa o nível máximo de desenvolvimento humano (IPEA, 2019b).

Todas essas bases de dados possuem acesso aberto e um portal de transparência, que consiste no modo de como a governança brasileira expõe os seus recursos e competências. Todavia, vale ressaltar que na plataforma do SNIS há algumas inconsistências encontradas quanto à alimentação de dados, pois nem todos os estados ou municípios são participantes; dificuldades também são encontradas para entender o mecanismo de busca de dados, que nem sempre estão de forma clara e sucinta, disponibilizando dados somente até 2017.

Na sequência, alguns dados foram submetidos à análise de agrupamento, utilizando o *software* Minitab 18, visando reunir variáveis com características semelhantes em relação aos tipos de disposição de RSU mais frequentes na região amazônica, por meio do cálculo de semelhança e distância, resultando em um dendrograma na validação da análise de componentes principais (PCA).

Resultados e discussão

A região Norte, apesar de possuir grandes projetos como hidrelétricas, mineração, exploração madeireira, expansão da fronteira agrícola e outros modelos desenvolvimentistas, registra o menor IDHM do Brasil, conforme a Figura 2, mantendo-se nos últimos sete anos abaixo da média nacional (Córdoba et al., 2018; IPEA, 2019b). Observou-se então que a Amazônia, mesmo com a exploração ativa de seus recursos naturais e potencial econômico, não alcança o restante do país no que diz respeito à longevidade, educação e renda, inferindo que a exploração não traz as benesses esperadas em termos de qualidade de vida para a população local.

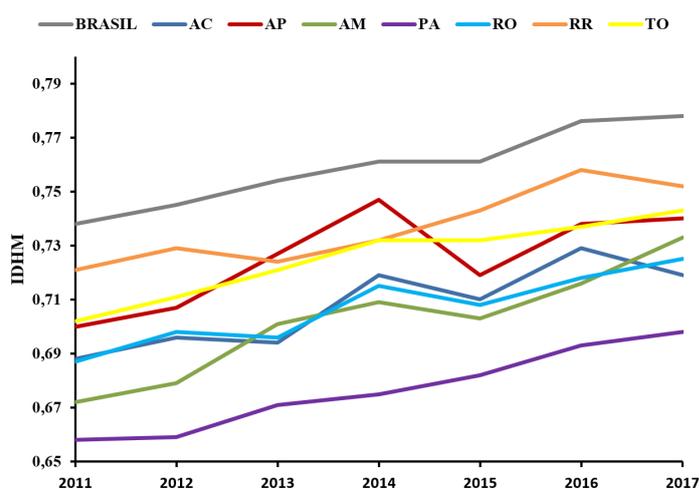


Figura 2 - Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal em sete estados da Amazônia.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IPEA (2019a).

A geração dos RSU na Amazônia, Figura 3, possui distribuições desiguais, devido à densidade demográfica distinta entre os mesmos. Pará e Amazonas registraram os maiores quantitativos de geração e possuem

também maior PIB entre os estados da região Norte, ocupando os lugares de 12º e 8º no ranking nacional respectivamente (IBGE, 2018c). A região Norte registrou, em 2017, um crescimento oito vezes maior que o PIB nacional, com atividades nos setores de fabricação de eletrônicos, extração mineral, comércio e serviços, não sendo os suficiente para se equiparar a média nacional do IDHM (IBGE, 2018d).

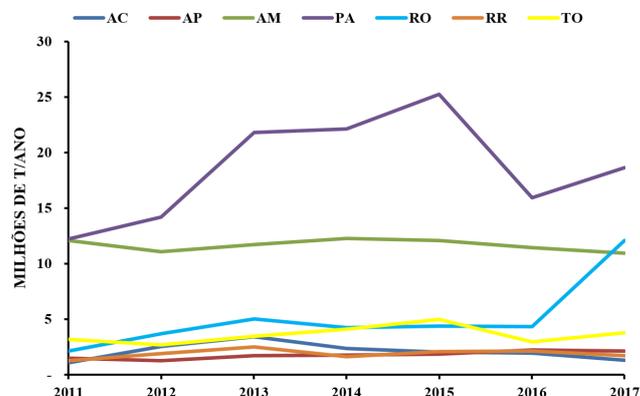


Figura 3 - Série histórica da geração de resíduos sólidos em sete estados da Amazônia. Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SNIS (Brasil, 2019b) e ABRELPE (2011).

Os estados do Pará e Amazonas possuem a maior extensão territorial do que os demais estados, registrando também o maior contingente populacional e a maior geração de RSU, Tabela 1. O Amazonas detém 3% da indústria nacional e o Pará apresentou um crescimento industrial de 10,1% em 2017, nos segmentos de extração mineral e produção madeireira. Rondônia possui expressiva contribuição no PIB da região Norte, através da construção civil e comércio (IBGE, 2018c, 2018d). Nota-se que os tais seguem com valores altos de geração de resíduos sólidos, não somente pela densidade demográfica, mas pelas atividades econômicas desenvolvidas na região.

Tabela 1 - Taxas de geração de resíduos em estado sólido nos diferentes estados da Amazônia, segundo os municípios registrados no SNIS no ano de 2017

| Estados | Número de cidades | Número de cidades SNIS | Estimativa populacional (2017) | Geração de RSU (t/ano) | Geração de RSU per capita (kg/dia) |
|-----------|-------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Acre | 22 | 7 | 869.265 | 211.581,77 | 0,99 |
| Amapá | 16 | 4 | 799,4 | 180.121,79 | 0,64 |
| Amazonas | 62 | 25 | 4.063.614 | 1.165.775,47 | 1,14 |
| Pará | 144 | 55 | 8.366.6286 | 1.859.496,24 | 1,26 |
| Rondônia | 52 | 26 | 1.805.788 | 513.972,30 | 0,65 |
| Roraima | 15 | 4 | 522,6 | 190.578,73 | 1,37 |
| Tocantins | 139 | 79 | 1.550.194 | 359.584,20 | 0,88 |
| Total | 450 | 200 | - | - | - |

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SNIS (Brasil, 2019b) e IBGE (2018b).

Outra problemática é o déficit nos registros de municípios que alimentam os dados no SNIS, demonstrando que a geração de RSU ultrapassa os valores aqui apresentados, pois menos da metade dos municípios da Amazônia presta esse serviço informacional obrigatório, seja prestador público ou privado, Figura 4. Além disso, há questões culturais envolvidas na relação entre RSU e destinação. Em Rondônia, por exemplo, constatou-se que a súbita elevação da quantidade de RSU de 2016 para 2017 deu-se pela implantação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da capital de Rondônia, Porto Velho, onde foi possível saber a real geração de RSU apenas em 2017, através da mudança de comportamento da população, que por tradição fazia a queima dos resíduos. Esses resíduos não eram contabilizados até a implantação do PMGIRS, que passou a promover práticas de educação ambiental e melhoria na coleta dos RSU.

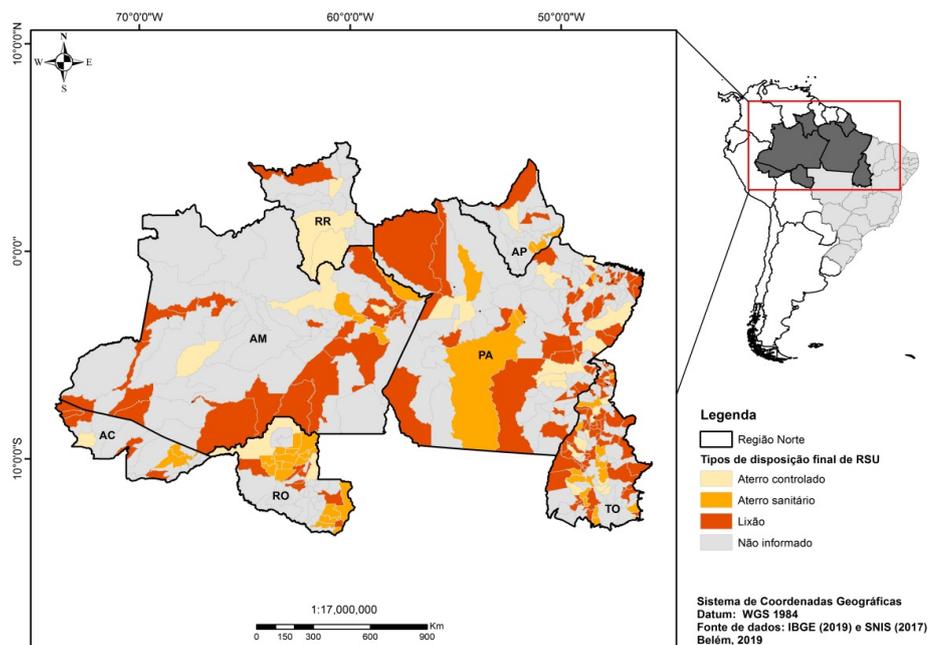


Figura 4 - Identificação dos municípios da região Norte do Brasil que descartam seus resíduos sólidos urbanos (RSU) em lixões, aterros controlados e aterros sanitários, conforme informações no SNIS em 2017. Fonte: Autores (2019).

Inconsistências nos dados sobre RSU é uma dificuldade encontrada também em países como o Canadá, que possui diferenças geográficas semelhantes ao Brasil, no que diz respeito a imensas áreas e aos diversos canais que detêm a geração desses dados, tornando o planejamento um imenso desafio (Canada, 2017; Melaré et al., 2017). Assim como no Canadá, os municípios brasileiros podem também fornecer dados errôneos, subestimando ou superestimando os valores de geração de RSU. Todavia, o Canadá já apresenta avanços na abordagem de coleta e tratamento de dados, com estudos de modelagem e aprendizagem de máquinas (Kannangara et al., 2018). Enquanto no Brasil os passos de melhorias são pautados na política local, por meio de iniciativas públicas como o Programa Lixão Zero (Brasil, 2019a).

O Programa Lixão Zero tem o objetivo de extinguir os lixões ainda em funcionamento, apesar de a legislação vigente ter estipulado em 2010 um prazo de 4 anos para adequação, que posteriormente foi alterado para atender as especificidades de cada município, e ampliou os prazos para 2018 e 2021 (Brasil, 2014; Oliveira et al., 2018). Até o ano de 2017, o que se registra no SNIS está aquém do estabelecido por lei, com um amplo quadro de lixões ainda em funcionamento, enfatiza-se que o real quantitativo desse tipo de disposição final dos RSU é superior ao que está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Número de municípios atendidos por tipo de disposição final de RSU coletados na região amazônica, 2017

| Estados | Número de cidades | Lixão | Aterro controlado | Aterro sanitário | Outros* |
|-----------|-------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| Acre | 22 | 5 | 2 | 2 | 3 |
| Amapá | 16 | 3 | 0 | 2 | 0 |
| Amazonas | 62 | 24 | 2 | 2 | 4 |
| Pará | 144 | 52 | 9 | 6 | 11 |
| Rondônia | 52 | 9 | 3 | 22 | 7 |
| Roraima | 15 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| Tocantins | 139 | 63 | 12 | 10 | 6 |
| Total | 450 | 161 | 29 | 44 | 33 |

Outros*: Vala específica de resíduos sólidos de saúde; unidade de triagem; unidade de tratamento por micro-ondas e autoclave; unidades de manejo de galhos e podas; e unidade de transbordo. Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SNIS (Brasil, 2019b) e IBGE (2018b).

Na Amazônia, cada tipo de disposição final atende mais de um município, Figura 5, proporcionando maior cobertura de recebimento. Destaca-se Rondônia como o estado que melhor representa a cobertura em disposição ambientalmente correta, atendendo 22 dos seus municípios com três aterros sanitários, mesmo que seu IDHM varie entre os três menores. O governo do estado está atualmente na participação social para confecção do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Rondônia (PERS/RO), que objetiva integrar cada um dos seus municípios na organização e no planejamento adequado para os RSU.

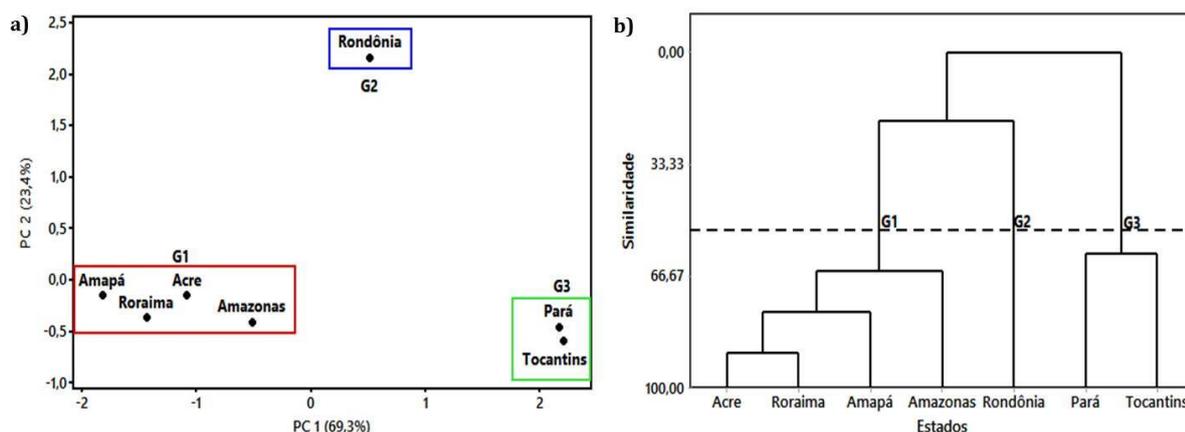


Figura 5 - Identificação dos municípios da região Norte do Brasil, que descartam seus RSU em lixões, aterros controlados e aterros sanitários (2017). (a) Análise de Componentes Principais (PCA) e (b) dendrograma dos tipos de disposição final dos RSU da região Norte do Brasil. G1 (Aterro controlado); G2 (Aterro Sanitário); e G3 (Lixão). Fonte: Autores (2019).

O agrupamento dos estados do Amapá, Acre, Amazonas e Roraima pode ser explicado devido à quantidade crescente da implantação dos PMGIRS entre seus municípios, acelerando o processo de troca de lixão para aterro controlado. No Amazonas, 56 municípios já possuem o PMGIRS. Pará e Tocantins não avançaram em relação aos PMGIRS, possuindo apenas os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos. A implantação dos PMGIRS garante a integração entre municípios, com participação efetiva da população na elaboração do plano, assim como torna mais eficaz a responsabilidade compartilhada dos geradores e acelera a substituição dos lixões por aterro controlado, almejando em sequência a construção de aterros sanitários.

Vale ressaltar que no Brasil os lixões e os aterros nem sempre recebem apenas os rejeitos, mas grande parte do conteúdo recebido em suas unidades poderia ser aproveitada de alguma forma. Não há ainda a consolidação da destinação ambientalmente correta, há sim uma trajetória a ser percorrida, que deve vir acompanhada da mudança de comportamento dos agentes poluidores. Nesse sentido, há a necessidade de mudança no paradigma de gerenciamento de resíduos, com menor foco em onde os resíduos são encaminhados, e maior foco na qualidade e reutilização desses materiais para o processo produtivo, visando a otimização dos recursos produtivos e a preservação ambiental (Govindan & Soleimani, 2017).

Diante do exposto quadro dos resíduos sólidos na Amazônia, constata-se que o saneamento necessita de atenção prioritária, haja vista que o RSU está dentro dessa interface, cujo desenvolvimento é precário e põe em risco não somente a saúde da população nativa, mas que pode acarretar inúmeros prejuízos ambientais irreparáveis. A Tabela 3 fornece dados sobre o alcance do saneamento em relação a água potável e esgoto, acompanhando a mesma linha dos resultados de RSU. A população amazônica carece de serviços de saneamento e nem sempre os seus rios serão capazes de autodepuração, caso continue nesse ritmo de densidade demográfica e baixo alcance de infraestrutura para atender tais necessidades.

Tabela 3 - Quantidade de municípios e população atendida por abastecimento de água e esgotamento sanitário na região Norte do Brasil

| Estados | Quantidade de municípios atendidos com | | | População atendida com | |
|-----------|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | Número de cidades | Abastecimento de água | Esgotamento sanitário | Abastecimento de água | Esgotamento sanitário |
| Acre | 22 | 22 | 2 | 407.242 | 88.810 |
| Amapá | 16 | 16 | 6 | 295.681 | 52.557 |
| Amazonas | 62 | 29 | 5 | 2.481.936 | 292.026 |
| Pará | 144 | 84 | 14 | 3.031.803 | 420.529 |
| Rondônia | 52 | 49 | 6 | 845.114 | 79.772 |
| Roraima | 15 | 15 | 2 | 422.218 | 218.433 |
| Tocantins | 139 | 133 | 15 | 1.305.299 | 419.361 |
| Total | 450 | 348 | 50 | 8.789.293 | 1.571.488 |

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SNIS (Brasil, 2019b) e IBGE (2018b).

Conclusão

A disposição final adequada dos RSU constitui um dos maiores desafios que a Amazônia precisa priorizar por já representar risco de contaminação de corpos hídricos, solo e pessoas. Incentivos governamentais são necessários para minimizar os impactos socioambientais negativos que a inadequada disposição final causa ao meio ambiente, pois o Brasil é um país que ainda possui um longo caminho a percorrer nesta questão, visto que não há a implementação efetiva para o cumprimento da hierarquia na gestão de seus resíduos.

Melhorias requerem tempo, investimento e investigação científica para alcançar um patamar favorável em relação à gestão dos RSU. E mesmo com toda a riqueza que a Amazônia possui e com o seu potencial econômico mundial, percebe-se deficiência nos serviços básicos oferecidos à população local, restando questionamentos sobre a eficiência e aplicabilidade dos recursos, advindos da sua exploração.

Na perspectiva socioambiental, há a necessidade premente de mudança no paradigma de gerenciamento de resíduos, com maior foco na destinação ambientalmente correta e reutilização desses materiais para o processo produtivo, visando a utilização sustentável dos recursos ou insumos utilizados na produção de bens, favorecendo a preservação ambiental.

A Amazônia tem destaque mundial por suas riquezas e biodiversidade, necessitando de maior atenção em aspectos relacionados à disposição de resíduos sólidos urbanos. Esses não estão sendo priorizados atualmente, mas detêm elevado potencial de impactos socioambientais e requerem medidas factíveis e eficientes do poder público brasileiro juntamente com a comunidade local que auxiliem na problemática urbana que alcançou a Amazônia.

Referências

Alfaia, R. G., Costa, A. M., & Campos, J. C. (2017). Municipal solid waste in Brazil: A review. *Waste Management & Research*, 35(12), 1195-1209. <http://dx.doi.org/10.1177/0734242X17735375>. PMID:29090660.

Alves de Souza-Filho, E., Hortêncio-Batista, I., & Carvalho de Albuquerque, C. (2019). Levantamento de aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. *Revista Geográfica de América Central*, 2(63), 341-367. <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.63-2.13>.

Andrade, R. de P. (2019). Vencidas a distância e floresta! A Transbrasiliãna e a Amazônia desenvolvimentista. *Tempo*, 25(2), 363-381. <http://dx.doi.org/10.1590/tem-1980-542x2019v250204>.

- Andreas Bassi, S., Christensen, T. H., & Damgaard, A. (2017). Environmental performance of household waste management in Europe: an example of 7 countries. *Waste Management*, 69, 545-557. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.042>. PMID:28797625.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. (2017). *Panorama 2016* (pp. 2-6). São Paulo.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. (2018). *Panorama 2017* São Paulo.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2011). *Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2011*. Recuperado em 23 de agosto de 2019, de <http://a3p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20Panorama%202001%20RSU-1.pdf>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (1992). *NBR 8419/1992: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Bong, C. P. C., Lim, L. Y., Ho, W. S., Lim, J. S., Klemeš, J. J., Towprayoon, S., Ho, C. S., & Lee, C. T. (2017). A review on the global warming potential of cleaner composting and mitigation strategies. *Journal of Cleaner Production*, 146, 149-157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.066>.
- Brasil. (2010, 2 de agosto). *Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: Diário Oficial da União. Recuperado em 14 de julho de 2019, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (2008, 12 de novembro). *Resolução CONAMA n. 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos*. Brasília: Diário Oficial da União. Recuperado em 30 de agosto de 2019, de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. Coordenação-Geral de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos. (2019a). *Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero*. Brasília. Recuperado em 22 de agosto de 2019, de <https://agm-go.org.br/res/midias/outros/62f4f713a7dfef1c3ed8940cd1d4d909.pdf>
- Brasil. Senado Federal. (2014). *Projeto de Lei do Senado n. 425, de 2014*.
- Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. (2019b). *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos*. Brasília. Recuperado em 10 de agosto de 2019, de <http://snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>
- Canada. Environment and Climate Change Canada – ECCC. (2017). *Solid waste management for northern and remote communities: planning and technical guidance document*. Gatineau, QC.
- Cetrulo, T. B., Marques, R. C., Cetrulo, N. M., Pinto, F. S., Moreira, R. M., Mendizábal-Cortés, A. D., & Malheiros, T. F. (2018). Effectiveness of solid waste policies in developing countries: a case study in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 205, 179-187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.094>.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. (2006). *Biogás: projetos e pesquisas no Brasil*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.
- Córdoba, D., Selfa, T., Abrams, J. B., & Sombra, D. (2018). Family farming, agribusiness and the state: building consent around oil palm expansion in post-neoliberal Brazil. *Journal of Rural Studies*, 57, 147-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.013>.
- Dai-Prá, L. B., Mendes Moraes, C. A., Paulo Gomes, L., & Martins Marques, V. (2018). Avaliação de ciclo de vida (ACV) aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros: uma revisão. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 7(3), 353. <http://dx.doi.org/10.3895/rbpd.v7n3.8640>.
- Doherty, J. (2018). Why is this trash can yelling at me? big bellies and clean green gentrification. *Anthropology Now*, 10(1), 93-101. <http://dx.doi.org/10.1080/19428200.2018.1437983>.

Du, M., Peng, C., Wang, X., Chen, H., Wang, M., & Zhu, Q. (2017). Quantification of methane emissions from municipal solid waste landfills in China during the past decade. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 78, 272-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.082>.

Gauthier, C., & Moran, E. F. (2018). Public policy implementation and basic sanitation issues associated with hydroelectric projects in the Brazilian Amazon: Altamira and the Belo Monte dam. *Geoforum*, 97, 10-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.10.001>.

Govindan, K., & Soleimani, H. (2017). A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. *Journal of Cleaner Production*, 142, 371-384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.126>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2013). *Linha do tempo: síntese da História do IBGE (1936-2011)*. Recuperado em 30 de agosto de 2019, de <http://memoria.ibge.gov.br/sinteses-historicas/linha-do-tempo>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017a). *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias*. Recuperado em 11 de julho de 2019, de https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017b). *Pesquisa nacional saneamento básico 2017*. Recuperado em 4 de setembro de 2019, de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101610.pdf>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018b). *Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência 1º de julho de 2018*. Recuperado em 15 de julho de 2019, de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101609.pdf>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018c). *Contas regionais do Brasil*. Recuperado em 11 de julho de 2019, de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/pesquisa/10060/60147?tipo=ranking>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018d). *PIB da região Norte*. Recuperado em 11 de julho de 2019, de <http://www.brasil.gov.br/noticias/economia-e-financas/2018/04/pib-da-regiao-norte-cresce-8-vezes-mais-que-media-nacional-e-alcanca-ritmo-chines>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais. (2018a). *Perfil dos municípios brasileiros (Munic 2017)*. Recuperado em 4 de setembro de 2019, de https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/496bb4fbf305cca806aaa167aa4f6dc8.pdf

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. (2019a). *Radar IDHM: evolução do IDHM e de seus índices componentes no período de 2012 a 2017*. Brasília. Recuperado em 16 de abril de 2019, de http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9150/1/Radar_IDHM_evolução_do_IDHM_e_de_seus_índices_componentes_no_período.pdf

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. (2019b). *Radar IDHM: evolução do IDHM e de seus índices componentes no Período de 2012 a 2017*. Brasília.

International Solid Waste Association – ISWA. (2016). *Roteiro para encerramento de lixões*. Recuperado em 28 de agosto de 2019, de http://www.abrelpe.org.br/Panorama/iswa_web3.pdf

Johnston, R. (2016). Arsenic and the 2030 Agenda for Sustainable Development. In *Arsenic Research and Global sustainability: Proceedings of the Sixth International Congress on Arsenic in the Environment (As2016)* (pp. 12-14). New York: CRC Press.

Kannangara, M., Dua, R., Ahmadi, L., & Bensebaa, F. (2018). Modeling and prediction of regional municipal solid waste generation and diversion in Canada using machine learning approaches. *Waste Management*, 74, 3-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.057>. PMID:29221873.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>.

Leleux, B., & Kaaij, J. V. D. (2019). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. In: *Estratégias Vencedoras de Sustentabilidade*. Cham: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97445-3_5.

Lima, M. O. (2016). Amazônia, uma história de impactos e exposição ambiental em paralelo à instalação de grandes empreendimentos na região. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 2(7), 1-2. <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232016000200001>.

Lima, P. D. M., Colvero, D. A., Gomes, A. P., Wenzel, H., Schalch, V., & Cimpan, C. (2018). Environmental assessment of existing and alternative options for management of municipal solid waste in Brazil. *Waste Management*, 78, 857-870. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.007>. PMID:32559981.

Lins, E. A. M. (2003). *A utilização da capacidade de campos na estimativa do percolado gerado no aterro de Muribeca* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Marino, A. L., Chaves, G., & Santos, J. L., Jr. (2018). Do Brazilian municipalities have the technical capacity to implement solid waste management at the local level? *Journal of Cleaner Production*, 188, 378-386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.311>.

Melaré, A., Montenegro González, S., Faceli, K., & Casadei, V. (2017). Technologies and decision support systems to aid solid-waste management: a systematic review. *Waste Management*, 59, 567-584. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.045>. PMID:27838159.

Oliveira, A. P., Letske, T. D. C. G., & Silva, D. A. K. (2018). Alinhamento de legislações de estados e municípios brasileiros com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Acta Brasiliensis*, 2(3), 89. <http://dx.doi.org/10.22571/2526-4338123>.

Qian, X., Koerner, R. M., & Gray, D. H. (2002). *Geotechnical aspects of landfill design and construction*. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Quadros, A., Audibert, J. L., & Fernandes, F. (2018). Decaimento das emissões de biogás após um ano do encerramento de um aterro controlado de uma cidade de 500.000 habitantes. *Semina. Ciências Exatas e Tecnológicas*, 39(1), 61. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0375.2018v39n1p61>.

Siqueira, G. W., Aprile, F. M., Ribeiro, A. A., Camelo, A. L. C., Reis, A. M. R., & Siqueira, M. A. S. L. (2019). Avaliação da qualidade ambiental das águas e dos sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Aurá (RMB) entre os anos de 2002 a 2018. In F. S. Machado, & A. S. Moura (Eds.), *Educação, meio ambiente e território 3* (pp. 147-163). Ponta Grossa: Atena. <https://doi.org/10.22533/at.ed.442192102>.

Souto, G. D. B., & Povinelli, J. (2013). Resíduos sólidos. In M. C. Calijuri, & D. G. F. Cunha (Eds.), *Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão* (Cap. 22, pp. 565-588). Rio de Janeiro: Elsevier.

Wilson, D. C., & Rogero, A. C. (2016). *Waste management as a political priority*. In United Nations Environment Programme (Ed.), *Global Waste Management Outlook*. New York: United Nations. <https://doi.org/10.18356/765baec0-en>.

Editor: Harry Bollmann

Recebido: Set. 16, 2019

Aprovado: Ago. 10, 2020