

Análise gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em comunidades rurais na Amazônia Ocidental, Brasil

Benone Otávio Souza de Oliveira

Professor Doutor do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

✉ benone@ufam.edu.br

Railam Xavier Correa

Mestrando em Ciências Ambientais no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Cássia Helena da Silva Nunes

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Renato Francisco da Silva Souza

Professor Doutor do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Douglas Marcelo Pinheiro da Silva

Professor Doutor do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Recebido em 27 de abril de 2023

Aceito em 23 de janeiro de 2024

Resumo:

As comunidades rurais na região Amazônica brasileira apresentam deficiências nos serviços de saneamento básico, incluindo abastecimento de água, rede de esgoto e manejo de resíduos sólidos, proporcionando desafios para o poder público, adversidades com a disposição de resíduos e problemas de saúde pública. Neste universo, a pesquisa objetivou avaliar a gestão de resíduos sólidos das comunidades Paraíso Grande, Paraísoinho, Cristolândia e Ipixuna, no município de Humaitá, Amazonas. No estudo foi realizada revisão bibliométrica sobre a gestão de resíduos sólidos, análise visual, registro fotográfico in loco e amostragens (período seco e chuvoso) da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas comunidades. A revisão bibliométrica mostrou limitação de pesquisa sobre a gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais no Brasil, com destaque para a região norte que apresentou 18% do total de publicação. A caracterização da disposição de resíduos nas comunidades mostrou que 85% da população rural realizam a queima dos resíduos sólidos. Nas comunidades evidenciou uma geração superior a 3,5 toneladas de resíduos sólidos domésticos por ano, geração per capita de 0,16 kg dia⁻¹ e percentuais elevados de matéria orgânica, superior a 23%. Assim, é necessário à elaboração de soluções ambientalmente adequadas para o manejo de resíduos sólidos em comunidades rurais.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Saneamento básico, Produção per capita, saúde pública.

Gravimetric analysis of solid waste generated in rural communities in the Western Amazon, Brazil

Abstract:

Rural communities in the Brazilian Amazon region have deficiencies in basic sanitation services, including water supply, sewerage and solid waste management, creating challenges for public authorities, adversities with waste disposal and public health problems. In this universe, the research aimed to evaluate the solid waste management of the Paraíso Grande, Paraísoinho, Cristolândia and Ipixuna communities, in the municipality of Humaitá, Amazonas. The study carried out a bibliometric review on solid waste management, visual analysis, on-site photographic records and sampling (dry and rainy seasons) of the gravimetric characterization of solid waste generated in communities. The bibliometric review showed limitation of research on solid waste management in rural communities in Brazil, with emphasis on the northern region, which presented 18% of the total publication. The characterization of waste disposal in communities showed that 85% of the rural population burn solid waste. In communities, it showed a generation of more than 3.5 tons of domestic solid waste per year, per capita generation of 0.16 kg day⁻¹ and high percentages of organic matter, greater than 23%. Thus, it is necessary to develop environmentally appropriate solutions for the management of solid waste in rural communities.

Keywords: Environmental impacts, Basic sanitation, Per capita production, Public health.

Análisis gravimétrico de residuos sólidos generados en comunidades rurales de la Amazonia Occidental, Brasil

Resumen:

Las comunidades rurales de la región amazónica brasileña tienen deficiencias en los servicios básicos de saneamiento, incluidos el suministro de agua, el alcantarillado y la gestión de residuos sólidos, lo que genera desafíos para las autoridades públicas, adversidades con la eliminación de residuos y problemas de salud pública. En ese universo, la investigación tuvo como objetivo evaluar la gestión de residuos sólidos de las comunidades Paraíso Grande, Paraísoinho, Cristolândia e Ipixuna, en el municipio de Humaitá, Amazonas. El estudio realizó una revisión bibliométrica sobre el manejo de residuos sólidos, análisis visual, registros fotográficos en sitio y muestreo (época seca y lluviosa) de la caracterización gravimétrica de los residuos sólidos generados en las comunidades. La revisión bibliométrica mostró limitación de investigaciones sobre gestión de residuos sólidos en comunidades rurales de Brasil, con énfasis en la región norte, que presentó el 18% del total de la publicación. La caracterización de la disposición de residuos en las comunidades mostró que el 85% de la población rural quema residuos sólidos. En las comunidades mostró una generación de más de 3,5 toneladas de residuos sólidos domésticos al año, una generación per cápita de 0,16 kg día⁻¹ y altos porcentajes de materia orgánica, superiores al 23%. Por lo tanto, es necesario desarrollar soluciones ambientalmente apropiadas para el manejo de los residuos sólidos en las comunidades rurales.

Palabras clave: Impactos ambientales, Saneamiento básico, Producción per cápita, salud pública.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos é um desafio global, especialmente em países economicamente em desenvolvimento devido ao crescimento populacional e consumo de matérias ou bens descartáveis, aumento excessivo da quantidade e diversidade de resíduos gerados, recursos financeiros limitados, inexistência de tecnologias para o tratamento e

descarte (OLIVEIRA *et al.*, 2022; MANCINI *et al.*, 2021; FIDELIS *et al.*, 2020; HAN *et al.*, 2018). Diante deste cenário, estima-se que a quantidade e a complexidade dos resíduos gerados mundialmente até 2025, seja de aproximadamente 2,2 bilhões de toneladas (OLIVEIRA *et al.*, 2022; LIMA *et al.*, 2021; CRUVINEL *et al.*, 2019).

Todavia, o aumento da geração de resíduos associado a ausência de tratamento e disposição ambientalmente adequada, acarretam uma série de danos ambientais e de saúde pública, como a poluição do ar, solo, água e a propagação de doenças (KAMBO e DUTTA, 2015; NALDI *et al.*, 2021; SURENDRA *et al.*, 2014).

No Brasil, destaca-se que a gestão de resíduos sólidos no Brasil está regulamentada pela Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS), a qual estabelece a inclusão de áreas urbanas e rurais no planejamento da gestão de resíduos sólidos no município (Lima *et al.*, 2021). Entretanto, atualmente a maioria das metas estabelecidas pela PNRS não foram alcançadas (AZEVEDO *et al.*, 2021).

Embora a grande maioria dos municípios brasileiros disponha de serviços de coleta dos resíduos sólidos, as estimativas oficiais para o ano de 2020 apontam que o Brasil produzia 66 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Para tanto, um fator preocupante diz respeito ao processo de disposição final de resíduos, já que 43,1% dos resíduos gerados, perfazendo um total de 28 milhões de toneladas de resíduos foram direcionados para locais ambientalmente inadequados (lixões e/ou aterros controlados) (SNIS, 2022).

É importante frisar que a região Amazônica apresentou os piores indicadores de saneamento básico, com mais de 80% de seus municípios dispondo seus resíduos sólidos em lixões (OLIVEIRA *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2021; OLIVEIRA e MEDEIROS, 2019). Para Mancini *et al.* (2021) diversos fatores influenciam na gestão dos resíduos sólidos na Amazônia, como a elevada extensão territorial, a baixa densidade populacional e incipiente mercado de reciclagem.

Ao lançar um olhar sobre as comunidades rurais, sabe-se que a gestão de resíduos nesse meio apresenta muitas adversidades com a disposição de resíduos e de problemas de saúde pública, pois, o ambiente rural tem diferentes situações socioeconômicas, climáticas, culturais, densidades populacionais e outras variáveis em relação às áreas urbanas (LIMA *et al.*, 2021). Além do mais, essas regiões são desfavorecidas de vários aspectos, incluindo

moradia, abastecimento de água, rede de esgoto, entre outros (LIMA e PAULO, 2018; LIMA e GAMA, 2017).

Notadamente, a zonal rural por ser uma região menos povoada, normalmente ocupam ambientes com deficiências nos serviços públicos de limpeza e saneamento, tornando-se um problema de caráter social, econômico, sanitário e ambiental (LIMA e GAMA, 2017). Frente aos sistemas de gestão de resíduos sólidos inadequados, associado a ameaça ao meio ambiente, adversidade climáticas, econômicas e sociais, faz-se necessário realizar estudos compreendendo às questões atreladas ao manejo de resíduos em meios rurais (SANTOS e CORDEIRO, 2021; BONFIM e NOGUEIRA, 2018).

Na zona rural brasileira, 18,3 milhões de habitantes não tem acesso à coleta direta de resíduos, o que demonstra a necessidade de inserção de população no planejamento de resíduos nos municípios do Brasil (SNIS, 2022). Destaca-se, ainda que as comunidades rurais, produzem diversos tipos de resíduos, que vão desde a matéria orgânica até objetos mais nocivos, como pilhas e baterias, lâmpadas que contém mercúrio, adubos químicos e embalagens de agrotóxicos (CAMARA *et al.*, 2019). Os mesmos autores, apontam que os comunitários buscam outros meios para dispor os resíduos, dispondo em locais à céu aberto no mato ou rio, enterrando ou queimando.

Nessa ótica, diante das inúmeras dificuldades enfrentadas pela comunidade rural e da carência de políticas públicas capazes de atender às suas precisões no âmbito do saneamento básico, é relevante, compreender o processo de gestão dos resíduos sólidos nessas comunidades (SANTOS e SANTOS, 2020; CASTRO *et al.*, 2020).

Frente ao supracitado, fica clara e evidente a relevância do estudo, por investigar uma temática contemporânea, com métodos multidisciplinares, além do mais, a literatura científica sobre resíduos rurais em geral é muito escassa, especificamente em comunidades na Amazônia brasileira. Neste universo, este estudo objetivou avaliar a gestão de resíduos sólidos das comunidades Paraíso Grande, Paraísozinho, Cristolândia e Ipixuna, no município de Humaitá, Amazonas. Neste sentido, o trabalho proposto pode contribuir para enriquecer as discussões nessa temática, evidenciando a necessidade de inserir a coleta de resíduos em ambientes rurais e a disposição dos resíduos no planejamento municipal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O Município de Humaitá-AM situa-se na região sul do Estado do Amazonas, a qual possui elevada extensão territorial de 33.072 km², cujas coordenadas geográficas estão entre 07° 30' 22" S e 63° 01' 15" W, admitindo uma população estimada em 57.195 habitantes (IBGE, 2021). O clima da região, apresenta temperatura média anual de 26,4°C e pluviosidade superior a 2.000 mm por ano (ALVARES *et al.*, 2013).

A gestão dos resíduos sólidos da cidade de Humaitá se limita, à coleta que corresponde aproximadamente 15 km² da área territorial do município, transporte e disposição em lixão a céu aberto, distante 10 km da área urbana (OLIVEIRA *et al.*, 2022; OLIVEIRA e MEDEIROS, 2019). O processo de coleta de porta a porta ocorre somente na área urbana, com caminhões compactadores de 5 m³ e frequência de 6 dias semana⁻¹ em todos bairros residenciais, e 7 dias semana⁻¹ na área comercial do município (OLIVEIRA e MEDEIROS, 2019).

Todavia, o processo de gestão dos resíduos sólidos no município de Humaitá não atende a zonal rural (comunidades, distritos, assentamentos, reservas indígenas) a qual corresponde 31% da população do município, ou 17.730 habitantes, o qual está atrelado a predominância de logística fluvial e a precariedade do acesso pela rodovia BR-319 e a transamazônica (BR-230) (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

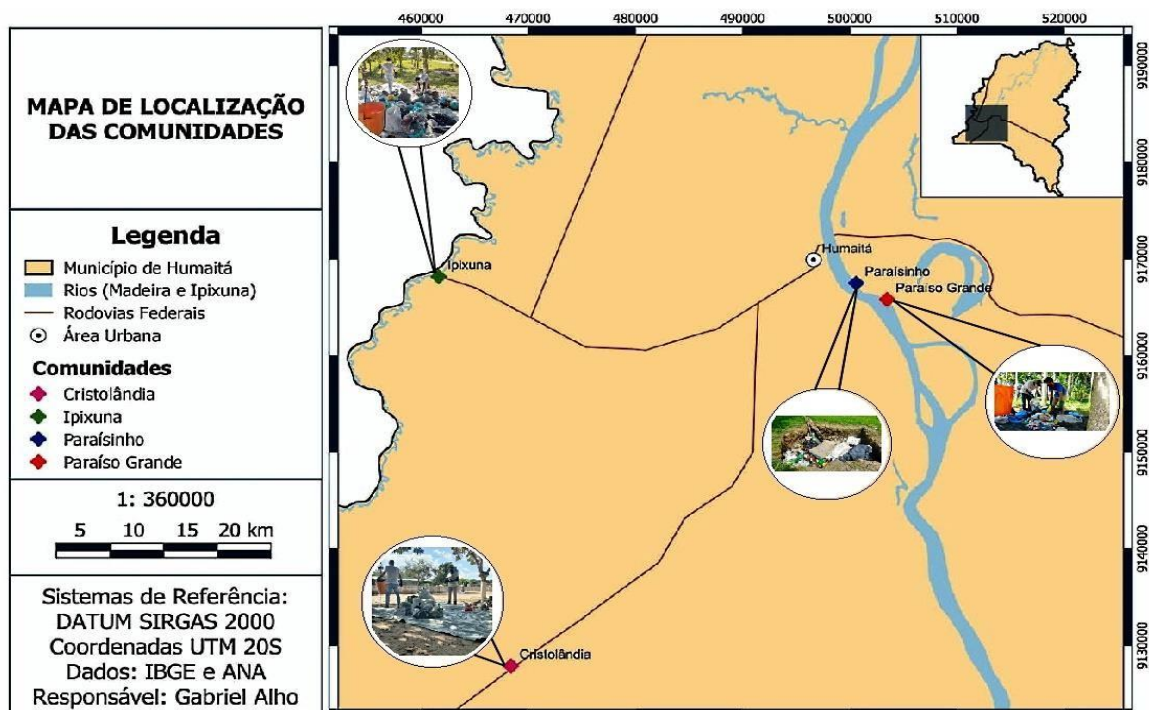
Diante do cenário de gestão dos resíduos sólidos em comunidades, o estudo trata-se de uma pesquisa de abordagem descritiva, quali-quantitativa, tendo como sujeitos 4 (quatro) comunidades ribeirinhas tradicionais do município de Humaitá, Amazonas (Figura 1). As quais são destacadas a seguir:

- Ipixuna: Localizado as margens da BR-230 Transamazônica, com 40 km de distância da cidade de Humaitá, apresenta uma população fixa estimada de 335 habitantes.
- Paraísozinho: Situada na margem direita do rio Madeira, com cerca de 3.760 km de distância do município de Humaitá, com uma população de habitam um pouco menos de 100 habitantes.
- Paraíso Grande: Localizada a margem direita do rio Madeira, 7 km de distância do município de Humaitá e aproximadamente 150 habitantes.

- Cristolândia: Estando localizada a margem direita da BR 319 sentido Humaitá-Porto velho/RO, possui aproximadamente cerca de 450 habitantes.

Destaca-se que, as comunidades Paraíso Grande e Paraísozinho estão localizadas em áreas conhecidas localmente como várzea (terras baixas), por outro lado, as comunidades de Ipixuna e Cristolândia estão localizadas em terra firme.

Figura 1. Comunidades estudadas na zona rural do município de Humaitá Amazonas.



Fonte: Autoria própria.

Gestão e gravimetria dos resíduos sólidos

O processo metodológico consistiu em 3 etapas:

Na primeira etapa foi realizada uma abordagem bibliométrica de caráter exploratório e descritivo, sendo um método quantitativo que objetiva mapear os indicadores científico baseado na análise bibliográfica, decorrentes de publicações e citações à cerca de determinado assunto (ZUBIC e CATER, 2015; VOGEL, 2012; ARAÚJO, 2006). Para Diem e Wolter

(2013) a abordagem bibliométrica é um instrumento eficaz para coleta e análise de literaturas importantes a respeito de uma temática pesquisada.

Neste termo, para a realização de estudos bibliométricos, a seleção da base de dados, objetivos da pesquisa e alcance dos resultados devem ser realizada de forma criteriosa. Desse modo, a pesquisa foi baseada em artigos publicados em periódicos indexados na base dados Web of Science, excluindo livros, capítulos de livros, anais de congressos e editoriais no espaço temporal de 2012 a 2022, onde foram empregadas os seguintes termos de busca ‘*Management waste solid rural*’, ‘*Waste solid rural*’, ‘*Management solid waste community*’ *in Brazil*’, nas versões em inglês, espanhol e português, além do uso de conectores booleanos “E” – “AND”, de modo a vincular uma palavra-chave à outra, e o uso de “OU” – “OR” o qual torna a pesquisa aberta para acessar trabalhos que tenham qualquer uma das palavras-chave.

Esses resultados da base de dados foram compilados e organizados em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, contendo a autoria, principais resultados, ano de publicação, periódico científico e região.

O segundo e terceiro processo consistiu em pesquisa de campo, de caráter exploratório, mediante visitas *in loco* nas comunidades, com análise visual, registros fotográficos da disposição dos resíduos, visita em Órgãos do Poder Público Municipal e caracterização dos resíduos sólidos nas comunidades.

Portanto, a determinação quantidade e composição de resíduos sólidos foi conduzido em quatro comunidades rurais, perfazendo uma estimativa de 1.035 habitantes. Neste cenário, a coleta de dados nas comunidades envolveu duas amostragens (período seco em maio de 2022 e chuvoso em novembro de 2021).

É importante frisar que na literatura científica não há conformidade sobre a quantidade máxima para caracterização dos resíduos em comunidades rurais. Todavia, o estudo se baseou na metodologia recomendada pela CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2018) onde define que se a quantidade de resíduos for menor que 1,5 toneladas, recomendam-se a triagem de todo o material.

Para cada amostragem, a coleta dos resíduos ocorreu manualmente diretamente nas residências dos comunitários, em seguida os resíduos foram direcionados para um local adequado para assim fazer os procedimentos metodológicos. Os sacos plásticos contendo os

resíduos foram rompidos para análise e posteriormente pesado o resíduo para determinar sua porcentagem em relação ao total da amostra coletada.

Foi calculado o peso específico do material com auxílio de tambor graduado com volume definido de 60 litros ($0,06 \text{ m}^3$) e balança industrial digital com capacidade de 500 kg. Para esta etapa, o resultado foi obtido por meio da razão entre a massa da amostra (kg) e o volume total da amostra (m^3). Ademais, a determinação da geração per capita diária de resíduos nas comunidades foi determinado a partir da relação entre a massa total coletada e o número de habitantes da comunidade, conforme metodologia preconizada por Bernardes e Gunther, 2014.

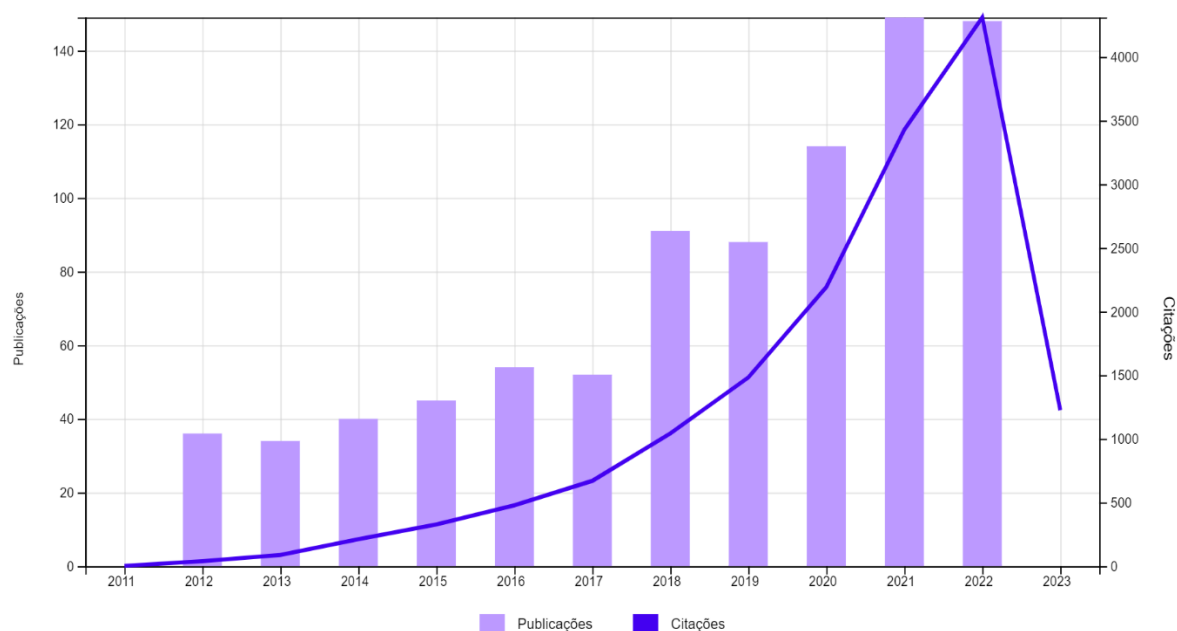
As amostras foram classificadas em categorias predeterminadas. A análise gravimétrica de resíduos sólidos domésticos foi baseada nas seguintes categorias de resíduos sólidos produzidos pelas comunidades (Matéria orgânica, Pet, Papel, Papelão, Plástico Rígido, Plástico Filme, Metais, Vidro, Longa Vidas e outros (isopor, borracha, hospitalar, madeira, carvão, pilhas).

A organização dos resultados foi realizada em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, para análise descritiva (percentual e média) e validação dos resultados.

RESULTADOS

O resultado global da análise bibliométrica na Web of Science mostrou 851 publicações dentre o espaço temporal de 10 anos. Ademais, se evidenciou um total de citações de 15.494 e 14.947 sem autocitações, apresentando uma citação média de 18,21 e índice H de 60.

De acordo com a figura 2, pode-se apontar que as publicações envolvendo a gestão de resíduos sólidos em ambientes rurais apresentaram um aumento considerável a partir do ano de 2018, sendo justificado pelas maiores exigências globais, no que se refere o atendimento das legislações e normas ambientais vigentes.

Figura 2. Número de publicações e citações.

Fonte: Web of Science, 2023.

Na tabela 1 são apresentadas as publicações mais citadas em relação às publicações recuperadas da WoS com base nas palavras-chave aplicadas.

Tabela 1 – Análise de citação dos 05 principais documentos.

Ordem	Autor	Título	Citação
01	Surendra <i>et al.</i> 2014	Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges	298
02	Thangarajan <i>et al.</i> 2013	Role of organic amendment application on greenhouse gas emission from soil	277
03	Hanna <i>et al.</i> 2018	Presence of antibiotic residues in various environmental compartments of Shandong province in eastern China: Its potential for resistance development and ecological and human risk	215
04	Subhasish Das <i>et al.</i> 2019	Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability	189
05	Kambo e Dutta (2015)	Comparative evaluation of torrefaction and hydrothermal carbonization of lignocellulosic biomass for the production of solid biofuel	187

Fonte: Autoria própria.

Ao lançar um olhar para a análise bibliométrica referente à gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais no Brasil, estão expostos na Tabela 2. A pesquisa permitiu selecionar 16 artigos publicados em periódicos científicos sobre a gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais, demonstrando a limitação de pesquisa dessa natureza no escopo geográfico do Brasil. Destes, a região centro oeste e nordeste se destacaram, onde produziram 25% cada, totalizando 50% da pesquisa analisadas, em contraste, a região norte, sul e sudeste apresentou o menor índice de pesquisa no país, perfazendo 18%, 18%, e 13%, respectivamente.

Tabela 2 - Trabalhos publicados na área de gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais no intervalo temporal de 2012-2022.

Referência	Região	Revista	Principal Resultado
Pinheiro <i>et al.</i> (2012)	Norte	Renewable Energy	Elaboraram um modelo de gestão sustentável alternativa para eletrificação de comunidades remotas na região amazônica. Os resultados mostraram que a usina baseada na queima direta de biomassa na própria comunidade torna-se viável.
Rocha <i>et al.</i> (2013)	Sul	Revista de Administração da UFSM	Avaliaram o destino dos resíduos domésticos produzidos na zona rural do município de Pranchita-PR. Os resultados apontaram que grande parte dos resíduos não é disposta de forma correta, acarretando impactos ambientais e sanitários.
Ceretta <i>et al.</i> (2013)	Sul	Revista ADMpg Gestão Estratégica	Artigo relacionado sobre as formas de disposição do destino dos resíduos sólidos domésticos produzidos pelas famílias rurais no interior do município de São João-PR. Destacou-se que a forma predominante de disposição é a queimada, além disto, apontaram o reaproveitamento de resíduos orgânicos via compostagem caseira e consumo de animais.
Silva <i>et al.</i> (2014)	Nordeste	Gestão e Sociedade	Avaliaram a percepção ambiental de um assentamento rural no Nordeste, no que se refere ao manejo de resíduos. Destacou-se que em razão do poder público não contemplar a coleta dos resíduos na zona rural, os comunitários realizaram a queima dos resíduos.
Bernardes e Gunther (2014)	Norte	Human Ecology	Caracterizaram os RSU de comunidades rurais da Amazônia e observaram uma geração per capita de 0,5 kg dia ⁻¹ , a qual pode provocar uma série de danos

			ambientais.
Gerber <i>et al.</i> (2015)	Sudeste	Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais	Ressaltaram a importância do planejamento de um sistema de coleta seletiva de resíduos, visando reduzir os potenciais impactos ambientais.
Cajaiba e Silva (2016)	Norte	Revista de Saúde e Biologia	Avaliaram a composição gravimétrica dos resíduos sólidos em escolas da zona urbana e rural do Município de Uruará, PA. Destacou-se que as maiores produções de resíduos na zona rural referem aos orgânicos.
Freire <i>et al.</i> (2016)	Nordeste	Ciência e Sustentabilidad e	Destacaram os problemas da disposição e coleta dos resíduos sólidos na zona rural, onde se observaram que a inexistência da coleta do resíduo na zona rural.
Oliveira e Santos (2016)	Nordeste	Revista de Direito e Sustentabilidad e	Apontaram as vantagens das tecnologias sociais direcionadas para o tratamento dos resíduos sólidos em comunidades agrícolas no estado de Ceará, destacando-se os respectivos benefícios para a comunidade com o aproveitamento dos resíduos secos e úmidos.
Andrino <i>et al.</i> (2018)	Centro Oeste	Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales	Neste artigo, se estudou as condições atuais do gerenciamento de resíduos em duas comunidades quilombolas. Os resultados mostraram que aproximadamente 90% dos resíduos plásticos e papéis nas comunidades são queimados e 100% da matéria orgânica, são direcionadas aos animais domésticos e utilizada como fertilizante.
Lima e Paulo (2018)	Centro Oeste	Journal of Material Cycles and Waste Management	Propuseram uma metodologia visando contribuir para o processo de tomada de decisão sobre a gestão de resíduos na área rural. Neste contexto, apontaram que o cenário mais adequado para as comunidades seria a combinação de compostagem caseira e separação na fonte de resíduos secos.
Alves <i>et al.</i> (2018)	Sudeste	HOLOS	Avaliação do papel colaborativo do Tribunal de Justiça na implantação da coleta seletiva solidária no Fórum da Comarca de Rio das Ostras, considerando os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Bernardi <i>et al.</i> (2019)	Sul	Revista Brasileira de Educação Ambiental	Neste artigo discutiu-se a percepção da população rural acerca dos resíduos sólidos. Os resultados destacaram que o processo de coleta seletiva é entendido como alternativa importante no manejo

			dos resíduos.
Magalhães Filho <i>et al.</i> (2019)	Centro Oeste	Int. J. Environ. Res. Public Health	O estudo propôs uma ferramenta computacional (software) para auxiliar na tomada de decisões. Os resultados mostraram que a ferramenta auxiliará na solução de alternativas sustentáveis.
Souza <i>et al.</i> (2020)	Nordeste	Research, Society and Development	Avaliação da percepção ambiental de moradores na área rural do município de Barbalha-CE. Os resultados mostraram que os comunitários usam formas errôneas no que tange o gerenciamento dos resíduos em suas residências, em decorrência da falta de informações e conscientização sobre os riscos à saúde da população e ao meio ambiente.
Lima <i>et al.</i> (2021)	Centro Oeste	Cleaner Environmental Systems	Avaliaram os impactos ambientais do manejo de resíduos em comunidades quilombolas do centro-oeste do Brasil. Os resultados mostraram alto percentual de impacto ambiental para as categorias mudanças climáticas e eutrofização no cenário atual, em contraste nos cenários propostos os impactos foram reduzidos em todas as categorias.

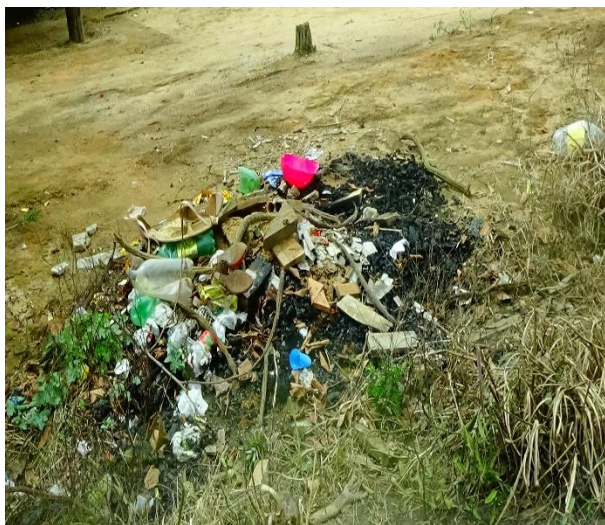
Fonte: Autoria própria.

Em relação ao manejo de resíduos sólidos, o decreto nº. 10.936/2022 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aponta que esse processo no Brasil é de responsabilidade do poder público municipal, o que engloba a população urbana e rural do município.

Todavia, populações rurais como a da pesquisa não tem acesso a esses serviços (Figura 3A), com ressalva da Comunidade de Ipixuna, a qual foi proposto pelo poder público municipal uma coleta de resíduos semanal, esse processo ocorre apenas na BR-230 (Transamazônica), sendo que o caminhão não adentra em toda a comunidade, assim, os moradores por não terem transporte para se deslocarem até o local de coleta acabam queimando ou dispondo seus resíduos em locais inadequados.

Figura 3. Disposição de resíduos sólidos nas comunidades rurais.

A. Ausência de coleta regular.



B. Queima de resíduos em trincheiras.

**Fonte:** Autoria própria.

Além do mais, foi possível observar em todas as comunidades estudadas que há diferentes formas de disposição dos resíduos em cada residência, onde elevados percentuais de resíduos de origem orgânica, são enterrados, usados como adubos ou utilizados para alimentar animais, logo, essas práticas elevam o potencial da reciclagem de matéria orgânica, visto que, esse material apresenta percentuais superiores a 30% do volume total de resíduos gerados nas comunidades.

No entanto, parte dos orgânicos são incorporados aos resíduos domésticos, causando odor oriundo da decomposição, atraindo vetores e outros. Em contraste, foi possível observar que aproximadamente 90% dos resíduos sólidos inorgânicos são queimados em trincheiras à céu aberto (Figura 3B).

Em relação aos resultados quantitativos expressos na Tabela 3 e 4, se evidencia que as populações rurais envolvidas no presente estudo possuem uma geração superior a 3,5 toneladas de resíduos sólidos domésticos por ano. Assim, nas Comunidades de Paraíso Grande (11,90 t ano⁻¹) e Paraísoinho (3,60 t ano⁻¹) as margens do Rio Madeira apresentaram elevado quantitativo de resíduos gerados em comparação com os períodos estudados, em decorrência de muitos comunitários estarem trabalhando no extrativismo mineral.

Tabela 3 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos nas comunidades rurais Paraíso Grande e Paraísozinho.

Paraíso Grande					Paraísozinho			
P. Chuvoso			P. Seco		P. Chuvoso		P. Seco	
Resíduo	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹
M.O	33,4	2,19	25,9	2,77	27	0,95	26	0,95
PET	2,8	0,18	4,5	0,47	15	0,55	3,2	0,11
Papel	4,5	0,29	10,9	1,17	3	0,11	6,3	0,22
Papelão	0,6	0,04	10,9	1,17	0	0	0	0
Plástico R.	3,4	0,22	5,2	0,54	2	0,07	4	0,15
Plástico F.	17,8	1,17	30,9	3,32	9	0,33	15,3	0,55
Metais	2,8	0,18	1,7	0,18	37	1,31	40	1,46
Vidro	1,3	0,07	0	0	0	0	0	0
Longa Vida	2,8	0,18	0	0	5	0,18	0	0
Outros	30,6	2	10	1,1	2	0,073	5,2	0,18
Total	100	6,53	100	10,72	100	3,576	100	3,62

M.O: Matéria Orgânica; Plástico R.: Plástico Rígido; Plástico F.: Plástico Filme.

Fonte: Autoria própria.

Na comunidade de Cristolândia a maioria da população trabalha com produção agrícola, o que pode ter refletido na geração média de resíduos (16,18 t ano⁻¹), já que muitos dos comunitários passam a maior parte do dia fora de sua residência. Em relação a Comunidade de Ipixuna observou-se uma geração média discrepante em relação as outras comunidades estudadas, perfazendo 33,22 t ano⁻¹, tal fato se justifica em virtude de a comunidade estar localizada próximo ao balneário do rio Ipixuna, o qual recebe um quantitativo elevado de banhistas e moradores flutuantes, que residem na comunidade apenas aos fins de semana.

Tabela 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos nas comunidades rurais Ipixuna e Cristolândia.

Resíduo	Ipixuna				Cristolândia			
	P. Chuvoso		P. Seco		P. Chuvoso		P. Seco	
	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹	% Massa	t ano ⁻¹
M.O	49	2,88	37,5	20,47	47	5,55	23	4,78
PET	3	0,18	3,6	1,97	3,6	0,4	3,7	0,73
Papel	0	0	6,8	3,72	0	0	8,8	1,82
Papelão	2	0,15	6,8	3,72	6	0,69	8,8	1,82
Plástico R.	4	0,25	1,6	0,76	10	1,13	0,4	0,07
Plástico F.	20	1,17	8,8	4,78	19	2,22	11	2,3
Metais	0	0	9,2	5,07	0,2	0,02	34	7,08
Vidro	4	0,22	6,7	3,75	0,2	0,02	1,9	0,36
Longa Vida	2	0,11	0,6	0,32	0	0	0,4	0,07
Outros	16	0,98	18,4	10	14	1,6	8	1,71
Total	100	5,94	100	54,56	100	11,62	100	20,75

M.O: Matéria Orgânica; Plástico R.: Plástico Rígido; Plástico F.: Plástico Filme.

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 3 e 4 é possível observar que a análise gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pelas comunidades mostrou similaridade entre as categorias (orgânico, plástico, papel/papelão) quando comparado com os resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Baseado neste cenário, na comunidade Paraíso Grande predominou o percentual de matéria orgânica (33,4% e 25,9%, respectivamente, período chuvoso e seco), seguido de plástico e papel/papelão. Por outro lado, na comunidade de Paraísozinho o resíduo metal se destacou com percentual de 37% no período chuvoso e 40% no período seco, seguido de resíduos orgânicos e plásticos, tais resultados se justificam em razão da comunidade receber periodicamente eventos festivos relacionado ao esporte, principalmente o futebol.

DISCUSSÃO

Dentre as publicações mais citadas no âmbito mundial a respeito da gestão de resíduos sólidos em áreas rurais, destaca-se os estudos de Surendra *et al.* (2014) identificaram as oportunidade e desafios da fonte de energia sustentáveis biogás nos países em desenvolvimento. Os autores reiteraram que cerca de 3 bilhões de pessoas, principalmente em áreas rurais atendem suas necessidades de energia por meios tradicionais (combustíveis fósseis ou queimando recursos de biomassa), além disto, enfatizam o potencial significativo da energia renovável, porém, em razão do alto potencial de investimento, falta de profissionais qualificados impedem a disseminação da tecnologia em comunidades geograficamente isoladas.

Thangarajan *et al.* (2013) propuseram uma revisão baseada em teoria e prática dos fatores de solo, clima e aditivos orgânicos que afetam a emissão de gases de efeitos estufas e as práticas de manejo para mitigar a emissão. A estrutura apontada pode ser usada para alinhar as pesquisas em relação à dinâmica de nitrogênio e carbono no solo, bem como para ampliar o uso de aditivos orgânicos na agricultura. Por outro lado, Kambo e Dutta (2015) estudaram o potencial do uso da carbonização hidrotérmica (HTC) da matéria-prima para a produção de um combustível sólido rico em carbono.

Hanna *et al.* (2018) investigaram a ocorrência de resíduos de antibióticos em diferentes tipos de amostras ambientais, incluindo amostra de água de rio, águas residuais, água potável, sedimentos, estrume, solo e outras em áreas rurais. Das Subhasish *et al.* (2019) identificaram várias soluções inovadoras que foram relatadas para a conquista de planos de gestão de resíduos inteligentes e sustentáveis em muitos países.

No âmbito brasileiro os artigos recuperados abordaram a percepção ambiental dos moradores em comunidades rurais (Silva *et al.*, 2014; Bernardi *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020), caracterização quali-quantitativa dos resíduos e formas de disposição (Rocha *et al.*, 2013; Bernardes e Gunther, 2014; Cajaiba e Silva, 2016; Freire *et al.*, 2016; Andrino *et al.*, 2018); planejamento e avaliação ambiental (Gerber *et al.*, 2015; Lima e Paulo, 2018; Alves *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2021); tecnologias sociais, computacional e de tratamento de resíduos (Pinheiro *et al.*, 2012; Oliveira e Santos, 2016; Magalhães Filho *et al.*, 2019).

Em relação aos resultados das formas de disposição e tratamento de resíduos sólidos nas comunidades estudadas concordaram com os estudos de Bernardes e Gunther (2014) os quais observaram que nas comunidades no rio Juruá, Amazônia as soluções utilizadas para o manejo dos resíduos ocorrem de forma individual, visando eliminar os resíduos sólidos o mais rápido possível, sem preocupação com os danos ambientais. Neste contexto, na literatura científica se evidencia que as comunidades rurais sofrem grande exclusão no que tange ao saneamento básico, destacando a ausência de coleta regular, fazendo com que os próprios comunitários se responsabilizarem pela destinação final dos resíduos gerados nas margens de corpos hídricos, queimados em áreas abertas ou enterrados, causando uma série de danos ambientais e de saúde pública (BERNARDI *et al.*, 2019).

Ademais, constatou que em relação ao gênero da população nas comunidades, houve predominância do gênero masculino com 51% e feminino 49%, além disso, 85% da população rural com acesso fluvial realizam a queima ou enterra os resíduos sólidos, em comparação as comunidades com acesso terrestre (BR-230 e/ou 319), especificamente as comunidades de Ipixuna e Cristolândia o processo de queima e/ou enterro apresentam percentuais superiores a 85%, conforme os dados do ministério da Saúde disponibilizados pela Secretária Municipal de Saúde de Humaitá.

No quesito composição gravimétrica dos resíduos sólidos, os resultados apresentados corroboram com Cornélio *et al.* (2019) que afirmam que os resíduos orgânicos não se apresentam como um problema para a área rural, tendo em vista que este pode ter elevados percentuais de aproveitamento. Por outro lado, a predominância da queima dos resíduos em zonas rurais apresenta resultados similares aqueles relatados por outros autores no Brasil (LIMA *et al.*, 2021; SANTOS e CORDEIRO, 2021; CAIADO COUTO *et al.*, 2021; LIMA e PAULO, 2018; ANDRINO *et al.*, 2018; FÃO *et al.*, 2018).

Em termos de geração per capita, esse valor pode ser expresso por uma geração média de resíduos sólidos domésticos de 0,16 kg dia⁻¹ na comunidade Paraíso Grande, 0,10 kg dia⁻¹ nas comunidades de Cristolândia e Paraísozinho, 0,25 kg dia⁻¹ na comunidade de Ipixuna. Tais resultados diferem da geração per capita dos resíduos sólidos urbanos do município de Humaitá a qual foi estimada em 0,48 kg dia⁻¹ (OLIVEIRA *et al.*, 2022). No entanto os mesmos autores estimaram que a área rural é de aproximadamente 0,23 kg dia⁻¹.

Em contraste com outros estudos é possível observar que as comunidades estudadas apresentam baixa geração per capita, visto que, a área rural do Brasil tem uma geração média de $0,45 \text{ kg dia}^{-1}$ (LIMA e PAULO, 2018), além disto, resultados relatados por outros autores no Brasil, mostraram a geração per capita no intervalo de $0,49$ a $0,63 \text{ kg dia}^{-1}$ (BERNARDES e GUNTHER, 2014; ANDRINO *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2021).

As análises gravimétricas na comunidade de Ipixuna e Cristolândia corroboram com os encontrados em literaturas, com destaque para os resíduos orgânicos, os quais atingiram elevados percentuais (49% e 47%, respectivamente) (BERNARDES e GUNTHER, 2014; ANDRINO *et al.*, 2018; VÉLEZ *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2021).

CONCLUSÃO

Os resultados quantitativos mostraram que 95% dos resíduos gerados nas comunidades rurais não são atendidos pela coleta municipal, além disto, baseado no volume total dos resíduos sólidos produzidos verificou que a produção per capita está abaixo da média brasileira para área rurais, com de $0,15 \text{ kg dia}^{-1}$.

Embora, as comunidades apresentarem volumes baixos de resíduos sólidos, podem ter grandes proporções de danos ambientais e de saúde pública e o manejo de resíduo sólidos nas comunidades rurais são praticamente inexistentes, com ausência da coleta regular e tratamento dos resíduos.

A matéria orgânica foi a principal categoria dos resíduos sólidos domésticos produzidos nas comunidades estudadas, com percentuais superiores a 23%. O volume de resíduo sólidos secos com potencial de reciclagem, não tem viabilidade econômica para introduzir um sistema de reciclagem, visto que, o município de Humaitá não tem um programa de reciclagem e/ou coleta seletiva. Todavia, dada a dispersão geográfica dessas comunidades, a gestão de resíduos sólidos nem sempre deve ser pautada na dimensão econômica.

A avaliação ambiental do manejo de resíduos sólidos em comunidades rurais aqui realizada mostrou ser uma ferramenta para subsidiar a tomada de decisões em políticas públicas, visando a elaboração de soluções ambientalmente adequadas. Ademais, o estudo fornece uma estrutura de conhecimento abrangente na gestão de resíduos sólidos em ambientes rurais, podendo ser estendido a todas as comunidades rurais na região Amazônica brasileira.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela concessão da bolsa e apoio financeiro necessário para realizar esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em 12 de novembro de 2022.
- ALVES, D.; DA SILVA, J. A. F.; PINTO, A. E. M.; DOS SANTOS MAURÍCIO, M. A. Solidary Selective Collection and the Integrated Management of Solid Waste in the Municipalities From the Fluminense Countryside and the Role of the Court of Justice. *HOLOS*, v.6, n.34, p.103-116, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.7528>. Acesso em 12 de dezembro de 2022.
- ANDRINO, A. B.; LIMA, P. D. M.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C. Waste management alternatives in urban and rural Quilombola communities. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, v.11, n.3, p.376-388, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2018.11.3.58994>. Acesso em 20 de dezembro de 2022.
- ARAÚJO, C. A. Bibliométrica: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, v.12, n.1, p.11-32, 2006.
- AZEVEDO, B. D.; SCAVARDA, L. F.; CAIADO, R. G. G.; FUSS, M. Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. *Waste management*, v.120, p.772-783, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- BERNARDES, C.; GUNTHER, W. M. R. Generation of Domestic Solid Waste in Rural Areas: Case Study of Remote Communities in the Brazilian Amazon. *Human Ecology*, v.42, n.4, p.617-623, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10745-014-9679-z>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.
- BERNARDI, D.; MUNARETTO, D.; CORDEIRO, N. K.; DOS SANTOS, C. O. Gestão de resíduos sólidos no meio rural: um levantamento em municípios do Oeste Catarinense. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, v.14, n.2, p.119-132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2617>. Acesso em 20 de março de 2023.
- BONFIM, M. C. S.; DE SOUZA NOGUEIRA, E. M. Percepção ambiental e adaptabilidade aos efeitos socioambientais nas comunidades rurais do semiárido em andorinha, Bahia. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v.7, n.4, p.496-514, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e42018496-514>. Acesso em 12 de novembro de 2022.

- CAIADO COUTO, L.; CAMPOS, L. C.; DA FONSECA-ZANG, W.; ZANG, J.; BLEISCHWITZ, R. Water, waste, energy and food nexus in Brazil: identifying a resource interlinkage research agenda through a systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.138, p.110554, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110554>. Acesso em 20 de março de 2023.
- CAJAIBA, R. L.; DA SILVA, W. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de escolas pública da zona urbana e rural do município de Uruará, PA. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v.11, n.2, p.01-06, 2016.
- CAMARA, L. R. A.; DA SILVA, D. D. S.; SALES, L. L. N.; SILVA, D. W. S.; PINHEIRO, E. M. Qualidade de vida e percepção ambiental dos moradores de comunidades rurais em São Luís (MA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v.14, n.1, p.263-274, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2557>. Acesso em 12 de novembro de 2022.
- CASTRO, L. R. C.; ALMEIDA, F. F. S.; CAVALCANTE, A. M. S.; GUIMARÃES, I. R. B.; DA SILVA, V. M.; LISBOA, F. A. M.; DO NASCIMENTO, T. V. Panorama sanitário das populações ribeirinhas da Amazônia Brasileira e as tecnologias sociais aplicáveis. **Research, Society and Development**, v.9, n.12, p.e5891210898-e5891210898, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10898>. Acesso em 12 de abril de 2023.
- CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado** / Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP), 316 p. 2018.
- CORNÉLIO, I.; MOURA, G. S.; STOFFEL, J.; MUELBERT, B. Estudo dos resíduos sólidos domésticos da terra indígena Rio das Cobras no município de Nova Laranjeiras, PR. **Interações (Campo Grande)**, v.20, n.2, p.575-584, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1698>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- CRUVINEL, V. R. N.; MARQUES, C. P.; CARDOSO, V.; NOVAES, M. R. C. G.; ARAÚJO, W. N.; ÂNGULO-TUESTA, A.; ESCALDA, P. M. F.; GALATO, D.; BRITO, P.; SILVA, E. N. Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. **BMC public health**, v.19, n.1, p.1-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- DAS, SUBHASISH; LEE, S. H.; KUMAR, P.; KIM, K. H.; LEE, S. S. BHATTACHARYA, S. S. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. **Journal of cleaner production**, v.228, p.658-678, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- DIEM, A.; WOLTER, S. C. The use of bibliometrics to measure research performance in education sciences. **Research in higher education**, v.54, n.1, p.86-114, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11162-012-9264-5>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- FÃO, J. M.; KOHLER, R.; ZALUSKI, F. C.; DE OLIVEIRA, T. D.; THESING, N. J. Gestão sustentável de resíduos sólidos em propriedades rurais do interior do RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.5, p.196-208, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0018>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- FIDELIS, R.; MARCO-FERREIRA, A.; ANTUNES, L. C.; KOMATSU, A. K. Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil: Practices, paradigms and future prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, v.154, p.104594, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104594>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.
- FREIRE, E. A.; DE SOUSA ROLIM, F.; LUSTOSA, J. P. G.; DE SOUSA, F. J. D. A problemática da destinação dos resíduos sólidos no território rural: o caso do Sítio Boi Morto. **Ciência e Sustentabilidade**, v.2, n.2, p.51-62, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.33809/2447-4606.22201651-62>. Acesso em 25 de abril de 2023.
- GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F. C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã**, v.6, n.1, p.293-306, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0023>. Acesso em 20 de abril de 2023.
- HAN, Z.; LIU, Y.; ZHONG, M.; SHI, G.; LI, Q.; ZENG, D.; ZHANG, Y.; FEI, Y.; ZIE, Y. Influencing factors of domestic waste characteristics in rural areas of developing countries. **Waste Management**, v.72, p.45-54, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.039>. Acesso em 10 de abril de 2023.
- HANNA, Nada *et al.* Presence of antibiotic residues in various environmental compartments of Shandong province in eastern China: its potential for resistance development and ecological and human risk. **Environment international**, v.114, p.131-142, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.02.003>. Acesso em 10 de abril de 2023.

IBGE (2021). INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama do município de Humaitá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/humaita/panorama>. Acesso em 28 de novembro de 2022.

KAMBO, H. S.; DUTTA, A. Comparative evaluation of torrefaction and hydrothermal carbonization of lignocellulosic biomass for the production of solid biofuel. **Energy conversion and management**, v.105, p.746-755, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.08.031>. Acesso de 10 de março de 2023.

LIMA, A. G. D.; GAMA, D. O. N. Percepção de ribeirinhos sobre resíduos sólidos domiciliares e criadouros do Aedes Aegypti. **Revista Rios**, v.11, n.14, p.297-312, 2017.

LIMA, P. M.; MORAIS, M. F.; CONSTANTINO, M. A.; PAULO, P. L.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C. Environmental assessment of waste handling in rural Brazil: Improvements towards circular economy. **Cleaner Environmental Systems**. v.2, p.100013, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100013>. Acesso em 15 de abril de 2023.

LIMA, P. M.; PAULO, P. L. Solid-waste management in the rural area of BRAZIL: a case study in Quilombola communities. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.20, n.3, p.1583-1593, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0722-9>. Acesso em 15 de abril de 2023.

MAGALHÃES FILHO, F. J.; DE QUEIROZ, A. A.; MACHADO, B. S.; PAULO, P. L. Sustainable sanitation management tool for decision making in isolated areas in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.16, n.7, p.1118, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph16071118>. Acesso em 15 de abril de 2023.

MANCINI, S. D.; DE MEDEIROS, G. A.; PAES, M. X.; DE OLIVEIRA, B. O. S.; ANTUNES, M. L. P.; DE SOUZA, R. G.; DE OLIVEIRA, J. A. P. Circular economy and solid waste management: challenges and opportunities in Brazil. **Circular Economy and Sustainability**, v.1, n.1, p.261-282, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00031-2>. Acesso em 15 de abril de 2023.

NALDI, A.; HERDIANSYAH, H.; PUTRI, L. S. Good Governance Role for a Sustainable Solid Waste Management in Rural Community. In IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**, v.819, n.1, p.012033, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012033>. Acesso em 15 de abril de 2023.

OLIVEIRA, B. O. S.; DE MEDEIROS, G. A.; MANCINI, S. D.; PAES, M. X.; GIANELLI, B. F. Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v.373, p.133807, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133807>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

OLIVEIRA, B. O. S.; MEDEIROS, G. A. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nos estados da região norte, Brasil. **Revista Valore**, v.4, n.1, p.749-761, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22408/rev412019211749-761>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

OLIVEIRA, B. O. S.; MEDEIROS, G. A.; PAES, M. X.; MANCINI, S. D. Integrated municipal and solid waste management in the amazon: addressing barriers and challenges in using the Delphi method. **International Journal of Environmental Impacts**, v.4, n.1, p.49-61, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2495/EI-V4-N1-49-61>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

OLIVEIRA, G. K. L. P.; SANTOS, N. 2016. Tecnologias Sociais Aplicadas a Política Nacional de Resíduos Sólidos: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Campo. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v.2, n.1, p.205-220, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2016.v2i1.1039>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

PINHEIRO, G.; RENDEIRO, G.; PINHO, J.; MACEDO, E. Sustainable management model for rural electrification: Case study based on biomass solid waste considering the Brazilian regulation policy. **Renewable energy**, v.37, n.1, p.379-386, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.07.004>. Acesso em 14 de março de 2023.

ROCHA, A. C.; CERETTA, G. F.; BOTTON, J. S.; BARUFFI, L.; ZAMBERLAN, J. F. Gestão de resíduos sólidos domésticos na zona rural: a realidade do município de Pranchita-PR. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v.5, p.699-714. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198346597657>. Acesso em 14 de março de 2023.

SANTOS, L. S.; SANTOS, F. A. Educação e percepção ambiental sobre os resíduos sólidos no bairro Multirão, no município de Piracuruca-PI. **Formação (Online)**, v.27, n.51, p.257281, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i51.5908>. Acesso em 14 de março de 2023.

SANTOS, L.; CORDEIRO, R. M. Manejo de resíduos sólidos na comunidade rural Boca da Mata-Jardim-CE. **Research, Society and Development**, v.10, n.16, p.e442101623342-e442101623342, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23342>. Acesso em 14 de março de 2023.

SILVA, R. A.; FELIX, K. K. F.; DE SOUZA, M. J. J. B.; SIQUEIRA, E. S. A gestão dos resíduos sólidos no meio rural: o estudo de um assentamento da Região Nordeste do Brasil. **Gestão e Sociedade**, v.8, n.20, p.593-613, 2014.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO. **Diagnostico do Manejo de Resíduos Sólidos**, 2020. Brasil, Brasília, DF, 2022. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2020>. Acesso em 28 de novembro de 2022.

SOUZA, W. M.; DE OLIVEIRA, I. S.; ARAGÃO, J. S. Gestão dos resíduos sólidos em comunidades rurais: um estudo de caso do Sítio Estrela, Barbalha, Estado do Ceará, Brasil. **Research, Society and Development**, v.9, n.9, p.e99997057-e99997057, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7057>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

SURENDRA, K. C.; TAKARA, D.; HASHIMOTO, A. G.; KHANAL, S. K. Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.31, p.846-859, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.015>. Acesso em 15 de janeiro de 2023.

THANGARAJAN, R.; BOLAN, N. S.; TIAN, G.; NAIDU, R.; KUNHIKRISHNAN, A. Role of organic amendment application on greenhouse gas emission from soil. **Science of the Total Environment**, v.465, p.72-96, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.031>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

VÉLEZ, A. G.; PEÑAFIEL, P. A.; HEREDIA, M.; BARRENO, S. N.; CHÁVEZ, J. F. Propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos domésticos en la comunidad Waorani Garenó de la Amazonía Ecuatoriana. **Revista Ciencia y Tecnología**, v.12, n.2, p.33-45, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.324>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

VOGEL, R. The visible colleges of management and organization studies: A bibliometric analysis of academic journals. **Organization Studies**, v.33, n.8, p.1015-1043, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0170840612448028>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. **Organizational research methods**, v.18, n.3, p.429-472, 2015. Acesso em 15 de janeiro de 2023.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).