

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E CRESCIMENTO POPULACIONAL NA REGIÃO NORTE

* Mário Marcos Moreira da Conceição ¹
Luíza Carla Girard Mendes Teixeira ¹

RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCTION OF URBAN SOLID WASTE AND POPULATION GROWTH IN THE NORTH REGION OF BRAZIL

Recibido el 27 de julio de 2020. Aceptado el 12 de mayo de 2021

Abstract

The objective of this research was to quantitatively analyze the relationship between: population growth, production and final disposal of solid waste in a time frame between 2008 and 2017, in the northern region of Brazil. The deductive method was applied with quantitative and qualitative scope, observational nature, with exploratory procedure. Secondary data collection was carried out by accessing the free data platform off the Panorama off Solid Waste in Brazil published by the Brazilian Association off Public Cleaning and Special Waste Companies – ABRELPE. The generation of solid waste from 2008 to 2017 increased by 75.3% and population growth by 8.4%. In the period from 2008 to 2012, the production of solid waste had the highest percentages (54.2%), but the population growth was equivalent to 7.7%. The data also indicated, regarding the final disposal, that there was an increase, between 2008 and 2017, of 5.4% off the waste sent to landfills, and 1.4% for the open dumps. There was also a 6.8% decrease in waste disposed in controlled landfills in the same period. The state of Pará has lower rates of production per capita off solid urban waste (22.2%), which is still inadequately disposed of (71.8%). Thus, the statistical analysis of these variables is essential to make urban development compatible with environmental quality when proposing measures that mitigate or minimize the impacts arising from the increasing production of solid urban waste - MSW.

Keywords: disposal, solid waste generation, pollution.

¹ Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém, Brasil.

*Autor correspondente: Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém. Rua Augusto Corrêa 01, Guamá, Belém, Pará, CEP: 66075-110, Brasil. Email: mariomarcosmc.7@gmail.com

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar quanti-qualitativamente a relação entre: crescimento populacional, produção e disposição final de resíduos sólidos em um recorte temporal compreendido entre 2008 e 2017, na região norte do Brasil. O método aplicado foi o dedutivo, com abrangência quanti-qualitativa, natureza observativa, com procedimento exploratório. A coleta dos dados secundários foi efetuada a partir do acesso à plataforma de dados livres do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. A geração de resíduos sólidos de 2008 a 2017 aumentou 75.3% e o crescimento populacional, 8.4%. No período de 2008 a 2012, a produção de resíduos sólidos apresentou maiores percentuais (54.2%), mas, o crescimento populacional foi equivalente a 7.7 %. Os dados também indicaram, quanto à disposição final, que houve um aumento, entre 2008 e 2017, de 5.4% dos resíduos encaminhados aos aterros sanitários, e 1.4% para os vazadouros a céu aberto. Houve ainda uma diminuição dos resíduos dispostos em aterros controlados de 6.8% no mesmo período. O estado do Pará apresenta menores índices de produção *per capita* de resíduos sólidos urbanos (22.2%), sendo que estes, ainda dispostos em maior quantidade, de forma inadequada (71.8%). Dessa forma, é imprescindível a análise estatística destas variáveis, para compatibilizar o desenvolvimento urbano com a qualidade ambiental na proposição de medidas, que mitiguem ou minimizem os impactos advindos da produção crescente de resíduos sólidos urbanos – RSU.

Palavras chave: disposição, geração de resíduos sólidos, poluição.

Introdução

O aumento na produção de resíduos sólidos (RS), sobretudo nos grandes centros urbanos, é resultado das alterações no estilo de vida, modos de produção e consumo da população, em decorrência do desenvolvimento econômico, crescimento demográfico urbano, urbanização desordenada e crescimento do setor da indústria somado a ineficiência da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), (Lima e Barros, 2019; Romano e Molinos-Senante, 2020; Vieira *et al.*, 2019; Ito e Colombo, 2019), o que inferem nas condições de saúde da população (Munyai e Nunu, 2020).

Atrelado a isso, o padrão de geração e as características dos resíduos têm experimentado uma modificação substancial (Bessa *et al.*, 2019), e, atualmente, os resíduos sólidos se tornaram uma das questões mais preocupantes, uma vez que o manejo inadequado ocasiona sérias consequências à saúde da população e a qualidade do meio ambiente (Campos, 2012; Moura *et al.*, 2018).

Neste contexto, a disposição inadequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um problema socioambiental que corrobora principalmente com a degradação do solo, contaminação de corpos d'água e a qualidade da saúde pública (Chierrito-Arruda *et al.*, 2019; Klein *et al.*, 2018). Tais impactos são decorrentes principalmente da ausência de tratamento e da forma indiscriminada e sem controle da produção-descarte dos resíduos de todos os tipos de atividades antropogênicas, inertes, tóxicos, orgânicos, inorgânicos, perigosos, recicláveis ou não (Gomes e Pinto, 2015; Michalake *et al.*, 2016; Abreu; Henkes, 2019).

A destinação ou disposição final dada aos RS, especialmente em países em desenvolvimento, como no Brasil, efetua-se em maiores proporções de forma inadequada, e a variedade de resíduos produzida é cada vez maior e mais nociva (Rosini *et al.*, 2018). Neste contexto, a complexidade da gestão desses materiais reside na interação e inter-relação de aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos, legais, institucionais, técnicas, científicas e ambientais, para fornecer respostas abrangentes que permitam alcançar melhor empenho no desenvolvimento social e ambiental (Rivera e Hernández, 2019).

No Brasil, a geração per capita de RS cresceu 49% entre os anos de 1991 e 2000, e no mesmo período, a população aumentou apenas 15.6% (Waldman, 2010). Em 2007 houve uma tendência crescente para 65% dos municípios com iniciativa de coleta seletiva, mas, apenas 39% dos RS eram dispostos de forma adequada. Este fato está atrelado ao desenvolvimento desordenado e sem planejamento dos municípios, o que conseqüentemente, induz a um aumento da população nos centros urbanos, gerando maior consumo de bens, serviços e produtos diversificados e obsoletos (Queiroz; Vieira, 2018).

Pesquisas efetuadas em Manhumirim - MG (Fonseca *et al.*, 2017), em Varzelândia – MG (Queiroz e Vieira, 2018), e estudo de revisão realizado no Brasil (Melo e Duarte, 2018), indicaram que o crescimento populacional e o aumento do descarte inadequado de RS tornam-se um desafio da gestão/gerenciamento dos resíduos dos municípios de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, especialmente em regiões periféricas das grandes cidades. Somado a isto, a ineficiência da gestão pública e privada dos RS afetam a qualidade socioambiental (Lima e Barros, 2019; Romano; Molinos-Senante, 2020; Vieira *et al.*, 2019; Ito e Colombo, 2019). Assim, a gestão desses materiais ainda é insuficiente e ocorre de forma inadequada e em maiores proporções em vazadouros a céu aberto, o que inferem nas condições de saúde da população (Munyai e Nunu, 2020), poluição dos corpos hídricos e a contaminação do solo por materiais como chumbo, mercúrio e do ar através da liberação de gases poluentes provenientes da queima dos RS (Queiroz e Vieira, 2018).

A geração de RSU e o crescimento populacional é influenciada diretamente por fatores demográficos e socioeconômicos por que correlacionaram a taxa de geração de RSU, com a população, o índice de qualidade de vida urbana (IQVU) e a renda per capita, onde os dados obtidos em pesquisa realizada em bairros do município de Belo Horizonte e Minas Gerais indicaram que IQVU e a renda, conjuntamente com o número de habitantes, eram variáveis que influenciam a geração de RS (Pinto *et al.*, 2012; Dias *et al.*, 2012).

Em termos regionais, as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil ainda registram índices abaixo da média nacional de destinação adequada. Na região Norte, 79% das cidades (357 municípios) ainda encaminham seus resíduos para aterros controlados ou lixões, sendo os menores índices de cobertura

de coleta são registrados em Rondônia (78.9%) e Pará (76.7%), fato que contrasta com os Estados de São Paulo (99.6%) e Rio de Janeiro (99.5%) da Região Sudeste (ABRELPE, 2020).

Nesta perspectiva, a permanência da disposição dos RS de forma inadequada na região norte do Brasil pode provocar externalidades negativas a sociedade, ocasionando um elevado grau de vulnerabilidade às parcelas mais pobres e criticidade ambiental (Schueler *et al.*, 2018), gerando problemas de saúde pública, por conterem uma composição que abriga elementos cada vez mais diversos e perigosos, especialmente em regiões com precários serviços de saneamento (Moura *et al.*, 2016; Ricardo e Orozco, 2018).

Um outro fator importante diz respeito ao setor informal que atua neste segmento, o que, segundo Gonçalves *et al.* (2018), é característica marcante em países como o Brasil, tornando necessária a integração do setor informal ao sistema formal de coleta destes resíduos. Dessa forma, para que estas problemáticas sejam mitigadas ou minimizadas, faz-se necessário a implementação do preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, que estabelece diretrizes para um eficiente sistema de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos priorizando a não geração ou redução na fonte de produção dos RS (BRASIL, 2010).

Para uma efetiva gestão pública dos resíduos se faz necessária uma ação integrada das variáveis da cadeia, como levantamento de dados estatísticos para analisar o crescimento dos resíduos de acordo com as especificidades de cada região e da população (Silva *et al.*, 2017), a aplicação de tecnologias de informação e comunicação (TIC) que surgem como potencial nesse processo de mobilização da sociedade, e como mecanismos de promoção da educação ambiental (Klein *et al.*, 2018).

Sendo assim, objetivando identificar e interpretar os dados do crescimento populacional, de geração de RS e disposição final de RS e rejeitos, Conceição *et al.* (2020) realizaram uma pesquisa no município de Castanhal-PA, onde foi alcançado o objetivo da pesquisa, entretanto, apenas em abrangência regional, não especificando dados estatístico para os Estados da região norte do Brasil, tornando-se imprescindível tais resultados em outras pesquisas científicas.

Da mesma forma, estudos conduzidos no Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul por Gonçalves *et al.* (2018), apontam que o conhecimento da geração de resíduos sólidos nas cidades possibilitaria um maior êxito no atendimento à população. Além disso, a quantificação do montante de resíduos é fundamental para a escolha e o dimensionamento das operações envolvidas na cadeia de gerenciamento (Pisani Junior, 2018). Este fato justifica esta pesquisa, na qual tem o objetivo de analisar quanti-qualitativamente a correlação entre o crescimento da população, a geração de RS e a disposição final destes, compreendida entre 2008 e 2017, na região norte do Brasil.

Metodologia

Referente a região norte do Brasil é formada por 7 (sete) Unidades Federativas: Acre – Rio Branco (AC); Amapá – Macapá (AP); Amazonas – Manaus (AM); Pará – Belém (PA); Rondônia – Porto Velho (RO); Roraima – Boa Vistas (RR); Tocantins – Palmas (TO). A estimativa para a população da região norte em 2018 foi de aproximada 18,2 milhões de habitantes em um território correspondente a 3.853.676.9 km², com densidade demográfica de 4.7 habitantes/km² (IBGE, 2018).

O método aplicado a esta pesquisa foi o dedutivo. A pesquisa também foi exploratória pois efetuou-se uma abordagem do fenômeno pelo levantamento de informações que levam o pesquisador a conhecer mais sobre o tema, objeto desta pesquisa (Gerhardt e Silveira, 2009). No caso da região norte, foi o levantamento de dados e argumentações acerca do crescimento da população e a geração de resíduos sólidos. Em relação à abordagem, esta pesquisa teve característica quanti-qualitativa porque se tem dados matemáticos para a quantificação e que permitem qualificar as ações quanto à disposição final em adequada ou inadequada, ou seja, a aplicação do caráter qualitativo (Oliveira, 2011).

Referente a aquisição dos dados secundários, foi realizada a partir de acesso a plataforma de dados livres do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Foi efetuada uma análise quanti-qualitativa do crescimento populacional, de RS e da geração per capita de resíduos na região norte, em uma década (2008 a 2017) conforme analisado por Conceição *et al.* (2020), para verificar a correlação entre essas variáveis além de analisar os tipos de disposição final dada aos resíduos produzidos neste período.

Como complementa a pesquisa de Conceição *et al.* (2020), haja vista que existe a necessidade de dados por Estados da região norte, foram analisados os dados do crescimento populacional e da geração de resíduos para os sete estados desta região, com intuito de verificar quais estados apresentam maiores e menores índices quanto a disposição final adequada e inadequada de resíduos sólidos.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, com o uso de planilhas eletrônicas contidas no software Excel (2013). Além disso, foi aplicada a Estatística Descritiva (média – Equação 1; Frequência absoluta – f_i -Equação 2; Frequência relativa – f_r - Equação 3); Correlação de Pearson – r – Equação 4), (Tabela 1). A exposição gráfica e tabular foi efetuada com a utilização do software Origin. 8.5.

Os dados obtidos foram analisados anualmente, e a exposição gráfica desses dados foram apresentadas para cada cinco anos, tendo sido relacionados a taxa de população urbana (hab.), total de resíduos sólidos urbanos (t/dia) e geração *per capita* de resíduos sólidos (kg/hab./dia).

Tabela 1. Equações utilizadas para tratamento estatístico dos dados obtidos

Dado estatísticos analisados	Equação utilizada	N°	Significados
Média	$\bar{X} = \frac{S}{N}$	1	Me = Média; S = Soma dos termos; N = Número de termo.
Frequência absoluta - fi	$fi = \sum n$	2	fi = frequência absoluta; = soma das frequências das amostras.
Frequência relativa - fr	$fr = \frac{Fi}{\sum fi}$	3	fi = frequência absoluta; $\sum fi$ = somaria das frequências absolutas.
Correlação de Pearson	$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$	4	r = correlação de Pearson; \sum = somatório; x e y = médias da amostra.

Resultados e discussão

A análise dos dados obtidos indicou uma tendência de crescimento populacional urbano, no período de 2008 a 2012, cujo valor correspondeu a 7.7%. Quanto ao total de resíduos sólidos – RS, em 2008, o valor foi equivalente a 8.9 t/dia, já em 2012, essa produção foi de 13.7 t/dia, ou seja, um crescimento de 54.2%. Nesta perspectiva, os dados analisados referentes a produção de RS foram sete vezes superiores à taxa de crescimento populacional (Figura 1A).

Neste mesmo período (2008-2012), os dados obtidos também indicaram que a média da geração per capita de resíduos sólidos em 2008 foi crescente (\bar{x} = 0.788 kg/hab./dia), da mesma forma que em 2012 (\bar{x} = 1.145 kg/hab./dia), com variação igual a 45%. De 2012 para 2013, houve uma elevação na densidade populacional de 5.5%. Os dados obtidos no quinquênio (2013-2017), indicaram que houve um crescimento populacional de 4.0%. Para os RS's, em 2013 foram produzidas 15.1 t/dia; já em 2017, a produção foi de 15.6 t/dia, com uma variação crescente igual a 0.5 t/dia (Figura 1B).

Quando se confronta os dados obtidos para a produção dos resíduos sólidos entre 2013 e 2015, verifica-se uma tendência de crescimento (3.8%) diretamente proporcional ao crescimento da população (2.8%). Entretanto, entre os anos de 2015 e 2016, as variações entre a produção de resíduos sólidos (-1.9%) e o crescimento populacional (+ 1.3%) foi inversamente proporcional. Isso denota uma possibilidade de maior aplicabilidade da Lei nº 12.305, que estabeleceu o fechamento de vazadouros a céu aberto até o ano de 2014 (BRASIL, 2010).

Nos anos de análise dos dados obtidos a partir de 2010, vale salientar que a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) já estava em vigor, entretanto, suas diretrizes ainda estavam sendo enquadradas nos planos municipais de resíduos sólidos. Nesta vertente, estudos realizados em Belo Horizonte – MG por Bessa *et al.* (2019) e por Chierrito-Arruda *et al.* (2018) mostraram que as políticas públicas são primordiais para efetivar os planos de saneamento das cidades, uma vez que possibilitam inferir na conduta moral e ética do sujeito, ao estipular leis específicas que podem induzir a comunidade a práticas adequadas do descarte de RS, fato que pode ser observado a partir de 2013 conforme demonstrado na Figura 1.

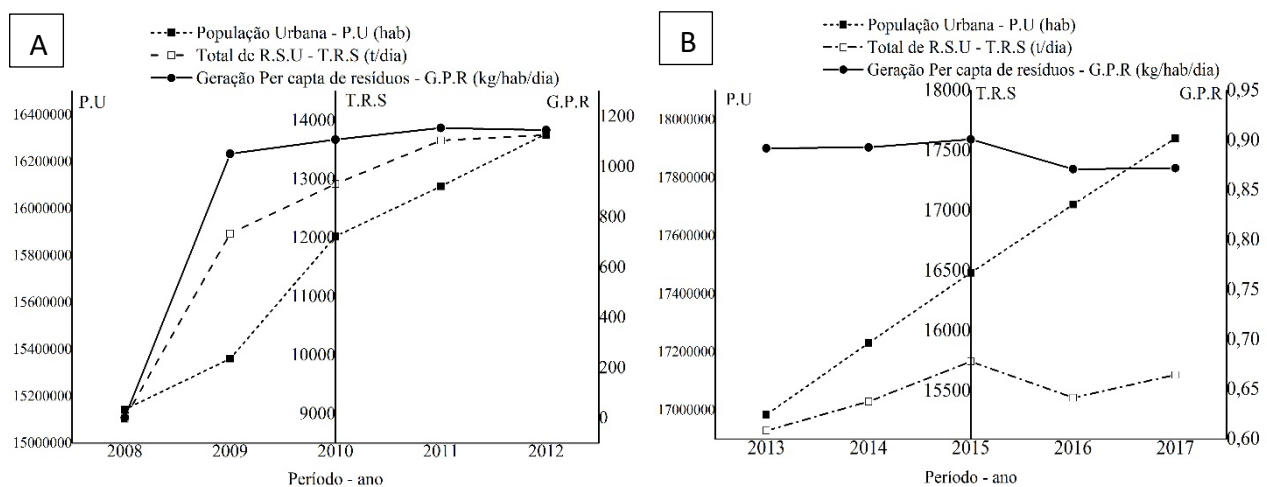


Figura 1. Dados correspondentes de 2008 a 2017 da população urbana, resíduos sólidos urbanos e geração per capita de resíduos na região norte.

A análise dos dados obtidos quanto à disposição final dos RS na região norte, mostra que de 2008 à 2012 a frequência relativa dos resíduos encaminhados para aterros sanitários foi crescente (2008 = 29.3%; 2012 = 35.1%), o que representa um aumento de 5.8%, indicando que o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável, passaram a ser observadas pelos municípios, com a promulgação da PNRS.

Em relação ao aterro controlado, que, de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), se configura em uma forma de disposição final inadequada de RS, pois observando as normas operacionais específicas no Art 3º desta Lei, não evitam danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Os dados obtidos indicaram que entre os anos de 2008-2012 houve um decréscimo quanto a este tipo de disposição final, que representou 6.7%, fato que expressa aplicabilidade dos planos de gerenciamento dos RS.

Já o percentual dos resíduos dispostos em lixão a céu aberto, apresentaram um aumento entre os anos analisados, sendo que em 2008 era 34.2% e em 2012 foi equivalente a 35.1%, o que resultou em um aumento de 0.9%. Entretanto, em 2009, 38.2% dos resíduos foram dispostos em lixões da região norte, esse dado foi superior aos outros anos analisados (Figura 2A).

Para o ano de 2013 e 2017 os dados quanto à disposição final dos RS indicaram que os encaminhados para aterros sanitários obtiveram tendência decrescente, de 35.3% em 2013 para 34.7% em 2017. Em relação ao aterro controlado, os dados obtidos mantiveram-se constante entre 2013 e 2016 (29.9%), e em 2017 esse valor decresceu (29.7%). Entre esses cinco anos de análise os resíduos dispostos em lixão a céu aberto apresentaram aumento de 34.8% em 2013 e em 2017 igual a 35.6%, o que resultou em um aumento de 0.8% (Figura 2B).

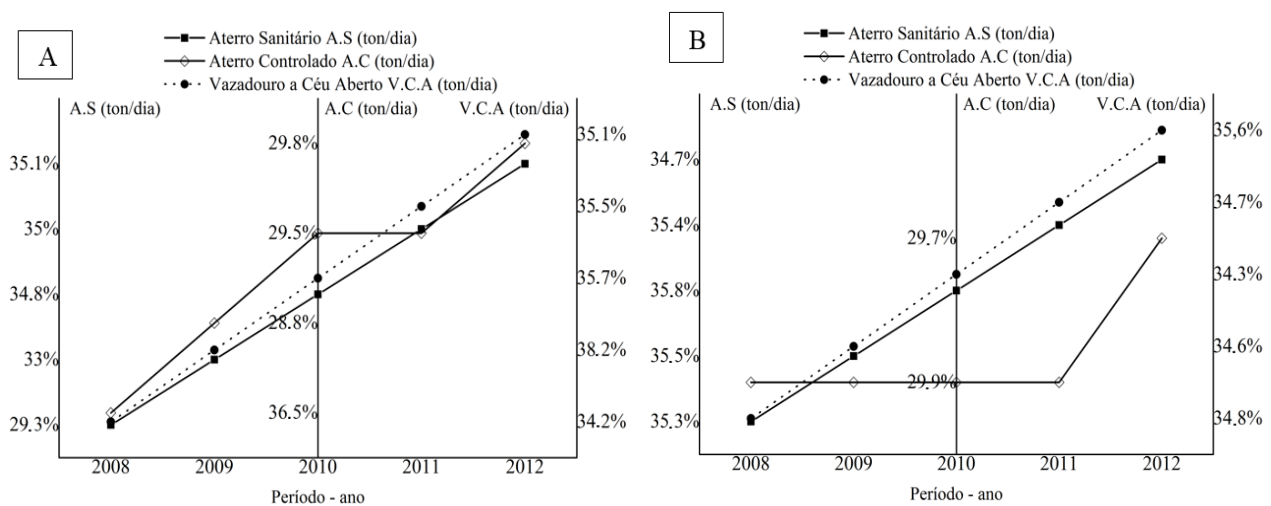


Figura 2. Dados de 2008 a 2017 da porcentagem de resíduos dispostos em terro sanitário, aterro controlado e vazadouro a céu aberto da região norte.

Os dados obtidos referentes para a correlação entre crescimento populacional e a produção de resíduos sólidos, indicaram que ela é significativa ($r = 0.90875$) e diretamente proporcional (Figura 3). Tal fato implica nas maiores proporções de descarte inadequado de resíduos. O comportamento observado na Figura 3 é condizente com as pesquisas que foram realizadas por Pinto *et al.* (2012) e Dias *et al.* (2012), influenciadas pelas condições de vida da região norte, que apresentam os menores índices de disposição adequada de RS do Brasil.

A produção per capita de RS entre os anos de 2009 e 2015, para os estados da região norte, indicaram que houve uma tendência de redução em seis estados, com destaque ao estado do Pará (0.16kg/habitante), Amazonas (0.09 kg/habitante) e Acre (0.09 kg/habitante). Entretanto, houve uma tendência a aumento no estado do Amapá, correspondente a 0.05 kg/habitante (Figura 4).

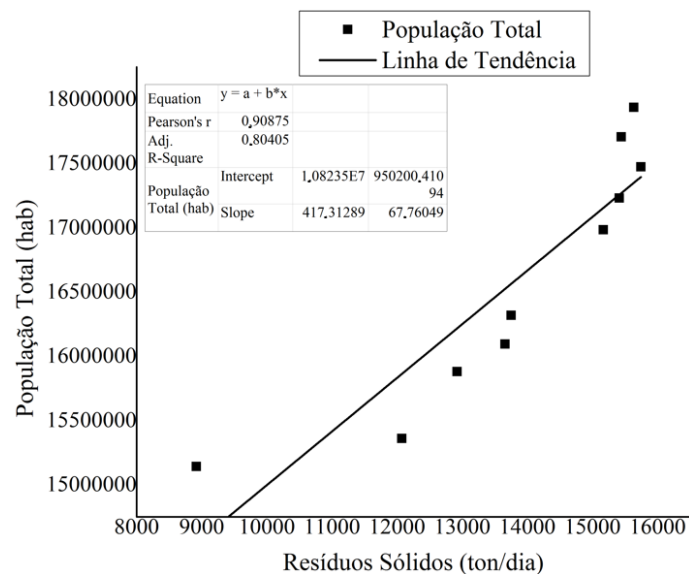


Figura 3. Correlação de Pearson para a população urbana e a produção de resíduos sólidos de 2008 a 2017 na região norte.

A produção per capita de RS entre os anos de 2009 e 2015, para os estados da região norte, indicaram que houve uma tendência de redução em seis estados, com destaque ao estado do Pará (0.16kg/habitante), Amazonas (0.09 kg/habitante) e Acre (0.09 kg/habitante). Entretanto, houve uma tendência a aumento no estado do Amapá, correspondente a 0.05 kg/habitante (Figura 4).

Um fato que justifica esta tendência positiva na gestão dos RS dos municípios da região norte foi a promulgação do Lei nº 12.305 com diretrizes voltadas a sensibilização no descarte adequado dos RS (BRASIL, 2010). Além disso, os municípios da região norte aplicaram em 2012 uma média mensal de R\$ 10,98 por pessoa na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana, e o mercado de serviços de limpeza urbana da região movimentou a quantia de R\$2 bilhões no ano de 2015, registrando crescimento de 5.2% em relação a 2014 (ABRELPE, 2012-2015).

A análise dos dados obtidos também indicou que, por mais que o estado do Pará tenha o maior aumento na produção de resíduos sólidos (1288 t), entre os anos de 2009 e 2015, comparado com os outros estados, esse dado corresponde a um aumento de apenas (22.3%), enquanto que o aumento da população urbana foi (48.3%) o que é justificado pela diminuição na produção per capita de resíduos sólidos nesses anos de análise (Tabela 2).

Entretanto, o estado de Roraima, mesmo que tenha apresentado a menor taxa da produção de resíduos (104 T), quando relacionado ao crescimento populacional (46.2%), foi superior ao estado do Pará (34.2%) (Figura 2). Neste contexto, o percentual de disposição dos RS em lixão no estado de Roraima (55.8%) foi superior ao estado do Pará (36%) em 2012, fato que demonstra relação direta entre o descarte e a proporção de RS em Roraima (ABRELPE, 2012).

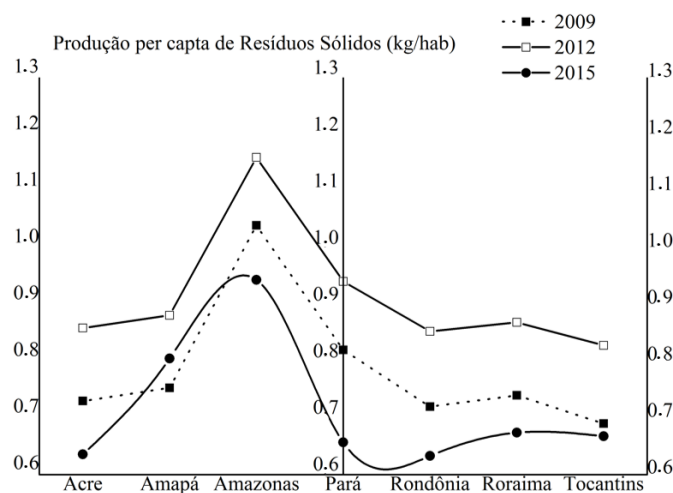


Figura 4. Produção per capita de resíduos sólidos nos sete estados da região norte.

Tabela 2. Relação da Produção per capita de resíduos sólidos e do crescimento populacional nos sete estados da região norte.

Ano	População urbana (habitante)				Produção de resíduos (Tonelada)			
	2009	2012	2015	Aumento	2009	2012	2015	Aumento
Acre	467,501	550,547	803,513	336,012	423	565	613	190
Amapá	577,072	626,826	766,679	189,607	446	585	681	235
Amazonas	2,630,028	2,842,261	3,938,336	1,308,308	3,250	3,811	4,264	1,014
Pará	5,510,879	5,343,274	8,175,113	2,664,234	5,779	6,164	7,067	1,288
Rondônia	1,039,664	1,168,326	1,768,204	728,540	1,031	1,200	1,461	430
Roraima	345,812	359,226	505,665	159,853	304	354	408	104
Tocantins	911,290	1,119,773	1,515,126	603,836	839	1,075	1,251	412

Fonte: ABRELPE (2009-2015).

Silva (2018) indica que entre os fatores que corrobora com a disposição inadequada dos RS, em estados como Pará e Roraima, estão as áreas extensas e pouco urbanizadas que tornam-se locais para disposição de resíduos a céu aberto pela falta de fiscalização dos órgãos ambientais e atuação dos mesmos.

O percentual de RS dispostos em aterro sanitário indicou tendência a um aumento desta prática em todos dos estados, com ênfase ao Acre, Amapá e Tocantins, que apresentaram melhores resultados. Menores índices são verificados no estado do Amazonas e Pará, com um aumento de apenas 1.70%. Vale salientar que não foram computados dados para o estado de Rondônia, pois esta forma de disposição ser inexistente no período analisado, o que não interfere na análise dos dados obtidos (Tabela 3). Estes dados também indicam que por mais que o estado do Pará tenha sido o que menos cresceu na produção de RS (22.28%), este estado apresentou menor índice no que se refere a disposição adequada, o que induz a outras formas de descarte inadequadas dos RS.

A análise dos dados obtidos quanto a disposição de RS em aterros controlados, indicou que houve diminuição desta prática apenas no estado do Acre (0.40%), com aumento nos outros seis estados, e maior representatividade no estado de Rondônia (2.70%).

Todos os estados apresentaram tendência a diminuição na disposição final de RS em vazadouros a céu aberto, notadamente Rondônia (10.50%), e Amapá (5.70%). Entretanto, o estado que apresentou menores percentuais de redução quanto a este tipo inadequado de disposição foi o Pará (3.10%). Este dado pode indicar que mesmo que este estado tenha apresentado tendência a diminuição na geração per capita de resíduos, as maiores proporções são destinadas de forma inadequada.

Tabela 3. Crescimento e da redução da disposição dos resíduos sólidos entre os anos de 2009 e 2015, na região norte.

	Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Vazadouro a céu aberto
Acre	4.40%	-0.40%	-4.00%
Amapá	4.10%	1.60%	-5.70%
Amazonas	1.70%	2.20%	-3.90%
Pará	1.70%	1.40%	-3.10%
Rondônia	-	2.70%	-10.50%
Roraima	2.80%	2.00%	-4.80%
Tocantins	3.00%	0.50%	-3.50%

Fonte: ABRELPE (2008-2017).

Os resultados crescentes de disposição de resíduos em aterros controlados sugerem que a gestão dos RS na região norte não é adequada e acaba por induzir formas incorretas de descarte, como em aterros controlados, que prejudica o meio ambiente por contaminar o solo, água e ar, o que também foi verificado por Campos e Costa (2017).

Uma possibilidade para melhorar o despenho na gestão desses resíduos são as tecnologias de informação e comunicação (TIC) (Klein *et al.*, 2018), entretanto, a maior parte dos municípios da região norte não possuem dados e informações suficientes e adequados acerca da gestão de resíduos sólidos urbanos dentro de sua esfera de competência administrativa. Outro ponto relevante é a promoção da capacitação da comunidade e dos geradores de RS por meio da sensibilização ambiental, conforme indicado por Kaoje *et al.* (2017).

Conclusão

A geração de RS entre 2008 e 2017 na região norte foi crescente (75.2%), da mesma forma que o crescimento populacional (58.5%). Em relação a disposição final dos RS houve um aumento, no mesmo período dos resíduos encaminhados a aterros sanitários (5.4%) e dos encaminhados a lixões (1.4%), com redução dos RS encaminhados a aterros controlados (6.8%). Dessa forma é confirmada a forte correlação entre o crescimento populacional e o de resíduos ($r = 0.9$).

Houve ainda um aumento no crescimento populacional em todos os estados estudados nesta pesquisa entre os anos de 2009 e 2015, com maior crescimento no estado do Acre (71.8%) e Rondônia (70%), e menor crescimento no estado do Amapá (32.8%). O estado do Pará apresenta menores índices de produção per capita de RSU (22.2%), sendo que estes, ainda dispostos em maior quantidade de forma inadequada (71.8%). O estado do Amapá foi o único da região que apresentou tendência a um aumento da produção per capita de resíduos (6.9%) entre 2009 e 2015.

Os dados analisados apresentaram tendência a um aumento da disposição final de RS em aterro sanitário em todos os estados com ênfase ao Acre, Amapá e Tocantins, o que induz a melhores práticas de gestão e gerenciamento de RS preconizados na PNRS (BRASIL, 2010), que estabelece um plano para esta elaboração. Menores índices são verificados no estado do Amazonas e Pará, com um aumento de apenas 1.70% nos dois estados. A disposição de resíduos em aterros controlados indicou que houve diminuição desta prática apenas no estado do Acre (0.40%), com aumento nos outros seis estados, e maior representatividade no estado de Rondônia (2.70%). Todos os estados apresentaram tendência a diminuição na disposição final de RS em vazadouros a céu aberto, notadamente Rondônia (10.50%), e Amapá (5.70%).

Referências bibliográficas

- Brasil (2010) Lei Federal no 12.305 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 03 de agosto de 2010. Acesso em: 01 mai. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2008-2020) Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo. ABRELPE. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama>
- Abreu, C. D., Henkes, J. A. (2019) Uma análise sobre o tratamento de resíduos sólidos urbanos: Proposta de sistema alternativo, transformando resíduos sólidos em carvão e energia. *R. gest. sust. Ambient*, **8**(1), 1015-1042. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e120191015-1042>
- Bessa, S. A. L., Mello, T. A. G., Lourenço, K. K. (2019) Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/MG. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **11**(1), 01-16. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099>
- Campos, H. K. T. (2012) Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental, Santa Catarina*, **17**(2), 171-180.
- Campos, R. F. F., Costa, D. D. (2017) Análise do impacto ambiental pela dispersão de poluentes atmosféricos, através da queima de resíduos. *Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, **12**(1), 182-191.
- Chierrito-Arruda, E., Rosa, A. L.M., Paccola, E. A.S., Macuch, R. S., Grossi-Milani, R. S. (2019) Comportamento pró-ambiental e reciclagem: revisão de literatura e apontamentos para as políticas públicas. *Ambiente & Sociedade*, **21**(1), 01-18.
- Conceição, M. M. M., Souza, G. B., Queiroz, T. L., Silva, A. C. S., Sá, R. J. S., Silva, A. P. S., Silva, J. E. V. C., Costa, R. S., Tavares, L. S., Gomes, L. E. N. (2020) Crescimento populacional e geração de resíduos sólidos: o caso da região norte. *Brazilian Journal of Development*, **6**(2), 7936-7947.
- Dias, D.M., Martinez, C. B., Barros, R. T. V., Libânio, M. (2012) Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. *Engenharia Sanitária Ambiental*, **17**(3), 325-332.
- Fonseca, R. A., Rodrigues, K. R., Charmelo, L. C. L; Loreto, A. S., Vieira, A. A. (2017) Avaliação de atividades de risco na usina de tratamento de resíduos sólidos do Município de Manhumirim, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, **4**(7), 77-85. <https://doi.org/10.21438/rbgas.040708>
- Gerhardt, T. E, Silveira, D. T. (2009) A pesquisa científica. Em Miguel L.A., Carneiro M. L. F., Novak S., Cunha S. L. S., Franco S. R. K (Eds.), *Métodos de pesquisa*, UFRGS, Porto Alegre, 31-43.
- Gomes, M. F., Pinto, W. D. S. (2015) A função socioambiental da propriedade e o desenvolvimento sustentável. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, **14**(2), 236-250.
- Gonçalves, A. T. T., Moraes, F. T. F., Marques, G. L., Lima, J. P., Lima, R. S. (2018) Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. *Ambiente e Agua*, **13**(2), 1-20. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2157>
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018) Estimativa da população. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/POP2018_20210331.pdf
- Ito, M. H., Colombo, R. (2019) Resíduos volumosos no município de São Paulo: gerenciamento e valorização. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **11**(1), 1-15. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180117>
- Kaoje, A. U., Sabir, A. A., Yusuf, F., Jimoh, A. O., Raji, M. O. (2017) Residents perception of solid waste disposal practices in Sokoto, Northwest Nigeria. *African Journal Of Environmental Science And Technology*, **11**(2), 94-102. <https://doi.org/10.5897/AJEST2014.1791>
- Klein, F. B., Gonçalves-Dias, S. L. F., Jayo, M. (2018) Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **10**(1), 140-153. [HTTPS://DOI.ORG/10.1590/2175-3369.010.001](https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001)

- Lima, T. S., Barros, J. D. S. (2019) Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos através do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Reposta (PEIR) no Município de Cachoeira dos Índios, Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, **6**(14), 749-765. <https://doi.org/10.21438/rbgas.061409>
- Melo, C. X., Duarte, S. T. (2018) Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, **5**(10), 691-710.
- Michalake, A. E., Silva, C. R., Silva, F.F. (2016) Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) – Estação Belém. *Ciência e Natura*, **38**(3), 1560-1570. <https://doi.org/10.5902/2179460X22180>
- Moura, G. R., Serrano, A. L., Guarnieri, P. (2016) Análise econômica dos catadores de materiais recicláveis no Distrito Federal. *Holos*, **3**(32), 251-273. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.1857>
- Moura, L. R., Dias, S. L. F. G., Junqueira, L. A. P. (2018) Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: Uma proposta de quadro analítico. *Ambiente & Sociedade*, **21**(1), 1-20.
- Munyai, O; Nunu, W. N. (2020) Efeitos na saúde associados à proximidade de pontos de coleta de lixo no município de Beitbridge, Zimbábue. *Wast Management*, **105**(1), 501-510.
- Oliveira, M. F. (2011) *Metodologia científica: manual para a realização de pesquisas em Administração*. Goiás: Catalão, 72 pp.
- Pinto, M.R., Pereira, D, R, M., Freitas, R. C. (2012) Fatores sociais, econômicos e demográficos associados à geração de lixo domiciliar na cidade de Belo Horizonte. *Reuna*, **17**(2), 27-44.
- Pisani Junior, R., Castro, M. C. A. A., Costa, A. A. (2018) Desenvolvimento de correlação para estimativa da taxa de geração per capita de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo: influências da população, renda per capita e consumo de energia elétrica: influências da população, renda per capita e consumo de energia elétrica. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **23**(2), 415-424. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018167380>
- Queiroz, N. T., Vieira, E. T. V. (2018) Gestão de resíduos sólidos na zona urbana do Município de Varzelândia, Minas Gerais, Brasil: um olhar pela via da gestão municipal e impressões da população. *Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent*, **5**(9), 141-156. <https://doi.org/10.21438/rbgas.050909>
- Ricardo, D. L., Orozco, M. M. D. (2018) Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do município de Rolim de Moura – Rondônia – Brasil. *Revista AIDIS*, **11**(3), 362-375. <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2018.11.3.58252>
- Rivera, N. A., Hernandez, N. C. M. (2019) Tratamientos aplicados y posible aprovechamiento de los residuos sólidos, barrio la amistad, guanare, estado portuguesa, *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, **12**(1), 153-168. <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2019.12.1.60854>
- Romano, A. G., Molinos-Senante, M. (2020) Fatores que afetam a ecoeficiência dos serviços de resíduos municipais nos municípios da Toscana: uma investigação empírica de diferentes modelos de gestão. *Wast Management*, **105**(1), 384-394.
- Rosini, D. N., Cardoso, D. C. C., Simioni, F. J., Becegato, V. A., Henkes, J. A. (2018) Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios na região serrana de Santa Catarina. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, **7**(4), 26-44. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e4201826-44>
- Schueler, A. S., Kzure, H., Racca, B. (2018) Como estão os resíduos urbanos nas favelas cariocas? *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **10**(1), 213-230. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001>
- Silva, C. L., Fugii, G. M., Santoyo, A. H. (2017) Proposta de um modelo de avaliação das ações do poder público municipal perante as políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: um estudo aplicado ao município de Curitiba. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **9**(2), 276-292. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.009.002>
- Vieira, C. R., Rocha, J. H. A., Lafayetti, K. P. V. (2019) Análise dos fatores de influência e diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil (RCC) nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, **11**(1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180176>
- Waldman, M. (2010) Lixo: cenários e desafios, Cortez, São Paulo, 231 pp.