

Caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Novo Horizonte - SP: uma avaliação socioeconômica

Characterization of Novo Horizonte – SP urban solid waste: a socioeconomic assessment

Maria Fernanda Mendonça Briguenti ⁽¹⁾; Deusmaque Carneiro Ferreira ⁽²⁾;
Ana Paula Milla dos Santos Senhuk ⁽³⁾; Ana Carolina Borella Marfil Anhê ⁽⁴⁾

⁽¹⁾Engenheira Ambiental da Atual Ambiental LDTA ME, Novo Horizonte, São Paulo, Brasil.
Orcid: 0000-0002-1762-2055. E-mail: fer.briguenti@hotmail.com

⁽²⁾ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Orcid: 0000-0001-9338-0863. E-mail: deusmaque@hotmail.com

⁽³⁾ Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Orcid: 0000-0002-6004-5513. E-mail: anapmilla@yahoo.com.br

⁽⁴⁾ Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Orcid: 0000-0002-6970-2479. E-mail: anacbanhe@yahoo.com.br

Resumo: No Brasil, a taxa de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem superado a de crescimento populacional, e está relacionada a fatores socioeconômicos. Este estudo objetivou realizar a análise gravimétrica dos RSU de Novo Horizonte-SP, e correlacionar características socioeconômicas da população à geração, segregação e descarte de resíduos. A geração *per capita* de RSU foi de 0,7 kg/hab.dia, desconsiderando resíduos de poda de árvores. A composição dos resíduos foi de 56,2% de matéria orgânica, 7,4% de papel, papelão e/ou Tetra Pak, 3,8% de plástico, 1,1% de metal, 0,3% de vidro e 31,2% de rejeito. Cerca de 68,5% dos resíduos encaminhados diariamente para a estação de transbordo poderia ser tratado ou reaproveitado por compostagem, digestão anaeróbia ou reciclagem. O levantamento socioeconômico foi realizado com 384 moradores por meio de entrevista guiada por questionário. Houve correlação negativa entre geração *per capita* de RSU, escolaridade (-0,99) e renda familiar (-0,85). Apesar do município disponibilizar coleta seletiva e de resíduos especiais como lâmpadas, baterias, eletrônicos e de construção civil, grande parte da população ainda faz o descarte inadequado.

Palavras-chave: composição gravimétrica, destinação final, perfil socioeconômico, segregação de resíduos.

Abstract: In Brazil, the rate of urban solid waste generation (USW) has surpassed that of population growth, and is directly related to socioeconomic factors. This study aimed to carry out the gravimetric composition of USW of Novo Horizonte-SP and correlate socioeconomic characteristics of the population to the generation, segregation and waste disposal. The USW generation rate was 0.7kg/per capita.day, without consider tree pruning residues. The composition of USW was 56.2% of organic matter, 7.4% of paper/paperboard/TetraPak, 3.8% of plastic, 1.1% of metal, 0.3% of glass and 31.2% of tailings. About 68.5% of the waste that is sent daily to the transshipment station could be treated or reused by composting, anaerobic digestion or recycling. The socio-economic survey was conducted with 384 residents of the four sectors, through interviews guided by questionnaire. There was a negative correlation between the USW generation rate, schooling level (-0.99) and family income (-0.85). Although the municipality provides selective collection and for special waste as fluorescent lamps, batteries, electronic and construction waste, a large part of the population discards waste improperly.

Keywords: gravimetric composition, final destination, socioeconomic profile, waste segregation.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e econômico contribui para a melhoria da qualidade de vida da população; porém, tem elevado consideravelmente a demanda por recursos naturais para a fabricação de bens e produtos de consumo. Como consequência, aumenta-se a geração de resíduos, atrelada ao crescimento populacional e ao nível de consumismo e desperdício desnecessários (RONG et al., 2015). Estima-se que em 2025 as cidades produzirão, em média, 1,4 kg/hab.ano (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

Fatores socioeconômicos, principalmente a renda *per capita*, estão relacionados à geração de resíduos sólidos urbanos (RSU). Essa relação pôde ser revertida em alguns países desenvolvidos, devido ao elevado nível cultural e consciência ambiental da população. Na Alemanha, por exemplo, apesar do crescimento econômico e altos índices de renda *per capita*, há uma baixa geração de RSU (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

No Brasil, a taxa de geração de RSU tem superado a de crescimento populacional, o que pode ser devido a fatores socioeconômicos como: aumento do poder aquisitivo da classe média baixa, facilidade de acesso a créditos por diferentes níveis sociais, redução do tamanho das famílias e maior participação da mulher no mercado de trabalho (ABRELPE, 2015; CAMPOS, 2012). Além de impactos ambientais negativos, a crescente geração de RSU leva à proliferação de micro e macro vetores de doenças e sobrecarrega todas as etapas do gerenciamento (coleta, transporte, tratamento e disposição final).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010, proibiu a disposição de resíduos a céu aberto (lixão) a partir de 2014 (BRASIL, 2010). Contudo,

a maioria dos municípios ainda não apresenta projetos, recursos financeiros ou estrutura técnica suficiente para se adequar às exigências da PNRS. Os principais elementos que dificultam a aplicação de medidas de gerenciamento dos RSU são: falta de conhecimento dos tipos e quantidades de resíduos gerados e, investimento insuficiente na área de saneamento e em programas de educação ambiental (LIMA et al., 2017).

A mitigação dos impactos gerados pelo manejo inadequado dos resíduos sólidos representa um grande desafio, e requer participação e responsabilidade compartilhada entre Poder Público, população e setor produtivo. Se manejados adequadamente, agrega-se valor comercial aos resíduos sólidos, podendo ser utilizados como novos insumos. Para isso, uma importante iniciativa do município é a implementação do Gerenciamento Integrado de RSU, envolvendo diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil (MMA, 2016; MONTEIRO et al., 2001).

O manejo ambientalmente adequado dos RSU necessita de um planejamento que se inicie pelo levantamento da quantidade e qualidade dos resíduos gerados, a fim de se aplicar a melhor destinação para cada grupo de resíduos e dimensionar sistemas de tratamento (MMA, 2016; REZENDE et al., 2013). Uma das ferramentas mais relevantes é a análise da composição gravimétrica, a qual permite o conhecimento detalhado de uma amostra dos resíduos gerados e as frações que os compõem. Vários fatores ambientais e socioeconômicos influenciam a composição gravimétrica dos RSU, como o clima, a localização geográfica, sazonalidade, legislação, grau de desenvolvimento, os hábitos alimentares e os costumes da população (DENAFAS et al., 2014; GIDARAKOS et al., 2006). Observa-se, por exemplo, que a fração de matéria orgânica representa de 50 a 70% dos RSU de

países em desenvolvimento, o que indica menor consumo de alimentos industrializados e elevado desperdício (ROCHA et al., 2009).

Neste contexto, o presente trabalho buscou realizar o estudo gravimétrico dos RSU gerados no município de Novo Horizonte-SP e correlacionar características socioeconômicas da população à geração, segregação e descarte dos resíduos.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no município de Novo Horizonte, localizado a noroeste do estado de São Paulo. O município possui aproximadamente 40 mil habitantes, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para 2016, densidade populacional de 39,21 hab/km², com 93% de urbanização e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) relativamente alto (0,81) (IBGE, 2017; PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HORIZONTE, 2013).

O município é dividido em quatro setores, por questões de logística, e as coletas convencionais atendem diariamente ou três vezes por semana a área urbana e, uma vez por semana, alguns bairros e loteamentos isolados na área rural e o distrito industrial. A disposição final dos RSU é terceirizada para o aterro sanitário de Catanduva - SP.

Caracterização gravimétrica dos RSU

A amostragem dos RSU provenientes da coleta convencional foi realizada em quatro dias (terça a sexta-feira), no período matutino, com frequência de uma amostra por setor por dia. A coleta convencional matutina foi considerada representativa para o município, por atender 78,3% da população urbana, abrangendo 51 bairros residenciais e parte da região central, distribuídos nos quatro setores.

A caracterização gravimétrica foi feita com o uso de equipamentos de proteção individual, de acordo com metodologia proposta por Barros (2012) adaptada, conforme os itens a seguir:

- Os caminhões compactadores do tipo toco (com capacidade máxima de 15,0 m³) utilizados na coleta convencional de RSU do município foram pesados em balança de pesagem de caminhões e cargas rodoviárias.
- Descarregaram-se os RSU do caminhão de coleta em local plano, impermeável, limpo e livre de tráfego de veículos, atendendo à recomendação de massa mínima de RSU de 1.600 kg.
- Com auxílio de tonéis plásticos de 100 L, foram selecionados e pesados aleatoriamente cerca de 400 kg de sacos de lixo, caixas de papelão e demais embalagens que não se encontravam danificadas.
- Posteriormente, os resíduos foram encaminhados para uma lona impermeável de 10 m x 15 m e homogeneizados manualmente para compor uma amostra composta.
- Realizou-se o quarteamento da pilha do material formado, isto é, dividiu-se em quatro partes de aproximadamente 100 kg cada uma. Dois quartis diametralmente opostos foram escolhidos para serem descartados e os dois restantes (cerca de 200 kg) foram novamente homogeneizados (ABNT, 2004).
- Repetiu-se o passo anterior para que se obtivesse uma massa de resíduos por volta de 100 kg e iniciou o processo de caracterização gravimétrica.

Os resíduos quarteados foram segregados nos seguintes componentes: matéria orgânica, plástico (filme/duro), PET, papel, papelão e/ou TetraPak, vidro (colorido/incolor), metal e rejeito. Cada componente foi acondicionado em sacos de lixo com capacidade de 100L para pesagem em balança com precisão de 0,1

kg, e determinou-se a massa relativa de cada constituinte pela Equação 1.

$$R_i(\%) = \frac{M_{R_i}}{\Sigma M_R} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que R_i é a proporção relativa de cada componente, M_{R_i} é a massa de cada componente e ΣM_R é a massa total.

A geração *per capita* de RSU (kg/hab.dia) foi calculada considerando a massa média diária dos RSU coletados, por meio das pesagens que antecederam à caracterização gravimétrica, e pelos dados fornecidos pela tesouraria da coleta seletiva municipal.

A projeção da geração *per capita* de RSU foi calculada para os próximos 14 anos, em vista da tendência de crescimento populacional mais adequada ao município. A metodologia empregada foi proposta pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016), baseada na aplicação dos modelos de crescimento populacional aritmético, geométrico e mínimos quadrados, partindo de dados históricos do IBGE dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 (IBGE, 2010).

Levantamento socioeconômico

O levantamento socioeconômico foi realizado com base em questionário usado por Pereira et al. (2012), adaptado, a fim de caracterizar o perfil da população de Novo Horizonte e associá-lo ao comportamento de separação dos resíduos gerados nas residências. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (Protocolo nº 1.972.409).

A coleta de dados foi realizada de modo direto entre o pesquisador e os moradores da residência selecionada, em forma de entrevista guiada por questionário. Os dados levantados consistiam em informações sobre: setor da residência, quantidade de moradores por residência, nível de escolaridade, renda

familiar, hábitos de separação e descarte de resíduos gerados no domicílio. Foram atribuídos pesos às respostas referentes às questões socioeconômicas, a fim de correlacioná-las com a geração de resíduos *per capita* de cada setor, sendo maior o valor atribuído (VA), quanto melhor o parâmetro respondido (COSTA et al., 2012).

As entrevistas foram realizadas para uma amostra representativa da população, obtida com base no número total de domicílios de cada setor e a sua geração média de RSU (COSTA et al., 2012; PEREIRA et al., 2012). O dimensionamento da amostra foi calculado conforme a Equação 2 (FONSECA; MARTINS, 2011).

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (2)$$

Em que n é o tamanho da amostra (quantidade de domicílios a serem visitados para a entrevista), Z é o nível de confiança adotado (95%) que corresponde ao valor de 1,96 na abscissa da curva normal padrão, p é a estimativa da proporção de população que satisfaça o estudo, no caso foi adotado o valor de 0,5 por se tratarem de valores desconhecidos, q é $1 - p$, N é o número total de domicílios (10.460) e d é o erro amostral (5%).

No total, 384 entrevistas foram realizadas nos 51 bairros amostrados para a análise gravimétrica. O número de domicílios visitados para entrevista em cada setor foi determinado proporcionalmente à quantidade de resíduos gerados, sendo 87 domicílios no setor 1, 89 no setor 2, 114 no setor 3 e, 94 no setor 4.

Análise dos dados

Os resultados da composição gravimétrica dos RSU foram analisados pela estatística descritiva e comparados entre os setores pelos testes Qui-Quadrado e Exato Fisher, com nível de significância

de 5%, por meio da extensão XLSTAT do programa Microsoft Excel.

As variáveis socioeconômicas obtidas pela aplicação dos questionários foram comparadas entre os setores pelos testes ANOVA e Tukey, para um nível de significância de 5%, por meio do programa BioEstat 5.3. Posteriormente, foi realizada a análise de componentes principais (ACP) e calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas e a geração *per capita* de RSU de cada setor do município, por meio do XLSTAT.

O comportamento dos entrevistados sobre o descarte de materiais recicláveis e dos resíduos: remédios, óleos residuais de fritura, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias, pneus, resíduos eletrônicos, de construção civil e de podas de árvores, foi comparado entre os setores pelos testes de Qui-Quadrado e Exato Fisher, com nível de significância de 5%, por meio do XLSTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade e a característica dos resíduos gerados nas cidades estão diretamente relacionados com o poder aquisitivo, escolaridade, cultura e hábitos da população local. Os resultados obtidos no presente estudo foram organizados em quatro subseções. A primeira apresenta a taxa atual da geração *per capita* de RSU para Novo Horizonte e a tendência para os próximos anos. A segunda apresenta a caracterização gravimétrica dos RSU. A terceira e a quarta apresentam características socioeconômicas e hábitos da população quanto ao descarte de resíduos gerados nas residências.

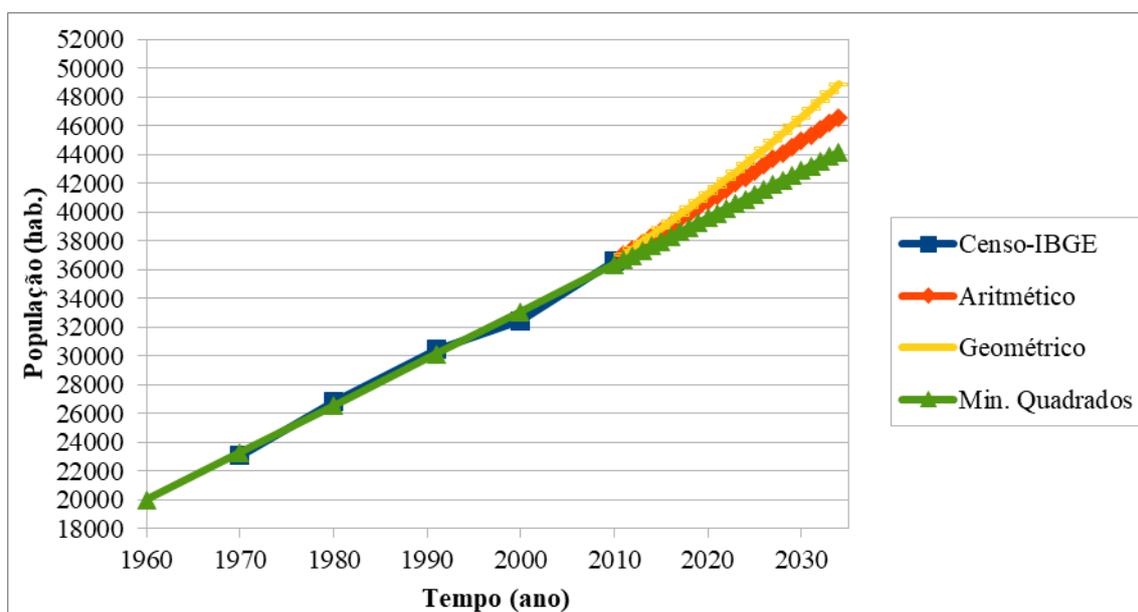
Geração *per capita* de RSU

A partir da amostragem de RSU gerados nos 51 bairros (78,3% da população), determinou-se a geração *per capita* de 0,7 kg/hab.dia, dos quais 75,7% dos resíduos eram da coleta convencional

e o restante da coleta seletiva. Esse valor está abaixo da média para os municípios paulistas com 25 a 100 mil habitantes, que é de 0,8 kg/hab.dia (CETESB, 2015); contudo, não foram considerados resíduos provenientes das podas de árvores e manutenção de jardins.

A população de Novo Horizonte tendeu a ter um crescimento aritmético, pela análise dos dados históricos do IBGE (2010), a partir dos quais foi construído o gráfico da **Figura 1**. Assim, estima-se que em 2030 o município possuirá, aproximadamente, 44.310 habitantes no perímetro urbano, com uma geração esperada de 31 toneladas diárias de RSU, considerando a mesma taxa atual de 0,7kg/hab.dia. O manejo inadequado desses resíduos acarretará impactos negativos para o ambiente e para a saúde pública, além de tornar o serviço de limpeza urbana mais oneroso quanto ao transporte e disposição final dos resíduos (SIZIRICI; TANSEL, 2015).

Figura 1. Projeções populacionais para Novo Horizonte – SP, a partir de diferentes modelos matemáticos



Caracterização gravimétrica dos RSU

Os resultados da caracterização gravimétrica dos RSU em Novo Horizonte são apresentados na **Tabela 1**. Os componentes matéria orgânica e rejeito

encontraram-se acima do valor estimado como média nacional; já os componentes papel, papelão e/ou TetraPak, plástico, metal e vidro ficaram abaixo da média nacional.

Tabela 1. Composição gravimétrica dos RSU em Novo Horizonte-SP

Componentes	Massa relativa/setor (%)				Massa relativa total (%)	Média nacional (%)**
	1	2	3	4		
Matéria Orgânica	65,9	52,5	51,3	54,3	56,2	51,4
Papel/papelão/TetraPak	4,6	5,2	7,0	14,2*	7,4	13,1
Plástico	9,3	7,1	3,9	3,2	3,8	13,5
Metal	0,7	0,2	0,9	3,2*	1,1	2,9
Vidro	0,7	0,3	0,0	0,0	0,3	2,4
Rejeito	22,4*	39,5	37,0	25,1	31,2	16,7

*Diferença significativa entre os setores pelo teste Qui-quadrado e Exato de Fisher, $p \leq 0,05$; **MMA, 2012

Em relação à composição gravimétrica dos RSU gerados por setores, observou-se diferença significativa para alguns componentes. O setor 4 apresentou a maior porcentagem de papel, papelão e/ou TetraPak (14,2%) e metal (3,2%), enquanto o setor 1 foi o que apresentou menor porcentagem de rejeito (22,4%) (**Tabela 1**).

Essas variações podem estar relacionadas a características

socioeconômicas intrínsecas de cada setor do município. Apesar de todos os setores serem residenciais, com exceção do setor 1, que abrange também parte da região central, diversos fatores podem influenciar a análise da composição gravimétrica, como o nível de educação e a renda da população, disponibilidade de produtos e serviços passíveis de geração de resíduos, entre outros (ROCHA et al., 2009).

Vale ressaltar que, segundo a PNRS, apenas os rejeitos deveriam ser encaminhados para o aterro sanitário, ou seja, os resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados: como fraldas, resíduos sanitários, embalagens laminadas, copos, pratos e talheres de plástico descartáveis, papel de seda, isopor e espuma (BRASIL, 2010).

A maioria dos resíduos gerados em Novo Horizonte é passível de tratamento ou reaproveitamento, seja por meio da compostagem (56,2%) ou da reciclagem de papel, papelão, TetraPak, plástico, metal e vidro (12,3%). O tratamento dos RSU possibilita a redução dos custos com o transporte e o gerenciamento dos resíduos, além de prolongar a vida útil do aterro sanitário e minimizar a produção de chorume e de metano, gás de efeito estufa liberado na decomposição anaeróbia da matéria orgânica (PNUD, 2010).

Em 2016, o município de Novo Horizonte teve um custo com transporte e disposição final no aterro sanitário de Catanduva de aproximadamente R\$ 82,00 por tonelada de resíduo. Considerando o tratamento de toda matéria orgânica, a prefeitura economizaria mais de R\$ 465 mil ao ano.

Além dos benefícios econômicos, são inúmeros os benefícios socioambientais do reaproveitamento da matéria orgânica pela compostagem, como geração de emprego e produção de composto orgânico para a recuperação dos nutrientes do solo e preservação vegetal, incluindo jardins e áreas urbanas arborizadas. Como o município de Novo Horizonte encontra-se inserido em uma região estratégica de desenvolvimento agrossilvopastoril, pequenos produtores rurais podem ser considerados potenciais compradores do composto orgânico estabilizado na compostagem.

Os resíduos orgânicos também podem ser tratados por digestão anaeróbia, que por meio da fermentação produz biomassa e biogás (LEITE et al., 2009;

ROSA et al., 2016). A relação custo e benefício é que irá definir qual método de tratamento desses resíduos é mais adequado para o município. Investimentos para a geração de energia renovável a partir do biogás podem ser justificados com base no conceito de desenvolvimento sustentável, além de ser viável pela comercialização de créditos de carbono (PNUD, 2010). Após a purificação do biogás de resíduos orgânicos, obtêm-se o biometano, com características adequadas para substituir o gás natural em todas as suas aplicações (ANP, 2017).

A partir dos resultados da análise gravimétrica, também foi possível perceber que a coleta seletiva e a atividade dos catadores autônomos têm proporcionado um efeito positivo, mantendo a fração de materiais recicláveis destinada ao aterro sanitário (12,3%) abaixo da média nacional (31,9%), estadual (35,0%) e de outros municípios que não possuem coleta seletiva como, por exemplo, Jaú – SP (25%) (CETESB, 2015; MMA, 2012; REZENDE et al., 2013).

Embora o percentual de material reciclável enviado ao aterro sanitário seja consideravelmente baixo, o volume que ocupa no transporte e na disposição final é significativo, pelo baixo peso específico desses resíduos, acarretando custos que poderiam ser evitados. A reciclagem se destaca entre as alternativas de tratamento ou redução da geração dos resíduos sólidos pela preservação dos recursos naturais, economia de energia, geração de empregos diretos e indiretos, além de inserir o resíduo novamente no ciclo produtivo (MONTEIRO et al., 2001).

De acordo com o Centro de Triagem de Recicláveis (CTR) de Novo Horizonte, cerca de 6,1 toneladas de resíduos são recolhidas diariamente pela coleta seletiva em todo município. Destes, aproximadamente 89,6% são potencialmente recicláveis, enquanto 10,4% são rejeitos reencaminhados para a estação de transbordo local. Dentre os

recicláveis, merece destaque o grupo papel, papelão e/ou TetraPak, que representa mais da metade do material coletado (58%), seguido do plástico (16,2%), óleo residual de fritura (8,1%) e pneus (6,6%).

Os programas de educação ambiental são fundamentais para a continuidade das ações implantadas e efetividade do sistema. Cabe ao poder público educar continuamente a sociedade sobre o que é passível de reciclagem e o que de fato não é reaproveitável. Uma vez iniciado o programa, a educação ambiental e a comunicação social não podem ser interrompidas ou menosprezadas, mesmo após metas serem atingidas (PEREIRA et al., 2012).

Levantamento socioeconômico

Os resultados das entrevistas estão apresentados na **Tabela 2**. Em relação ao nível de escolaridade, a maioria dos entrevistados relatou ter ensino fundamental incompleto (32,5%) ou ensino médio completo (25%), sendo os setores 1 e 4 com os melhores índices (3,86 e 4,19, respectivamente).

Quanto à renda familiar, 44,8% dos entrevistados relatou receber entre 1 e 2 salários mínimos. O setor 4 apresentou, em média, maior renda familiar. Para esse setor também foram relatadas as menores famílias, 2,73 moradores/residência, em média.

Tabela 2. Características socioeconômicas da população de Novo Horizonte-SP

CATEGORIA SOCIOECONÔMICA (VA)	SETOR 1	SETOR 2	SETOR 3	SETOR 4
	(N=87)	(N=89)	(N= 114)	(N=94)
	n (VA x n)	n (VA x n)	n (VA x n)	n (VA x n)
Nível de escolaridade				
Não alfabetizado (1)	1 (1)	10 (10)	4 (4)	5 (5)
Ensino fund. incompleto (2)	25 (50)	36 (72)	39 (78)	25 (50)
Ensino fund. completo (3)	17 (51)	12 (36)	21 (63)	11 (33)
Ensino médio incompleto (4)	5 (20)	6 (24)	10 (40)	5 (20)
Ensino médio completo (5)	26 (130)	17 (85)	32 (160)	21 (105)
Ensino sup. incompleto (6)	7 (42)	1 (6)	5 (30)	8 (48)
Ensino sup. completo (7)	6 (42)	7 (49)	3 (21)	19 (133)
Média ± erro padrão (VA x n)	3,86 ± 0,18	3,17 ± 0,19*	3,47 ± 0,14*	4,19 ± 0,21
Renda familiar				
Menos de 1 salário mín. (0,5)	9 (5)	12 (6)	12 (6)	9 (4,5)
Entre 1 a 2 salários mín. (1,5)	43 (65)	42 (63)	51 (77)	36 (54)
Entre 2 a 5 salários mín. (3,5)	33 (116)	33 (116)	48 (168)	34 (119)
Entre 5 a 10 salários mín. (7,5)	2 (15)	2 (15)	3 (23)	11 (83)
Mais de 10 salários mín. (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (40)
Média ± erro padrão (VA x n)	2,29 ± 0,15	2,24 ± 0,15	2,39 ± 0,13	3,19 ± 0,25*
Moradores/residência				
1 (1)	2 (2)	11 (11)	8 (8)	19 (19)
2 (2)	23 (46)	23 (46)	31 (62)	26 (52)
3 (3)	28 (84)	25 (75)	32 (96)	23 (69)
4 (4)	17 (68)	20 (80)	26 (104)	16 (64)
5 (5)	14 (70)	2 (10)	10 (50)	7 (35)
6 ou mais (6)	3 (18)	8 (48)	7 (42)	3 (18)
Média ± erro padrão (VA x n)	3,31 ± 0,13	3,03 ± 0,15	3,18 ± 0,12	2,73 ± 0,14*

* Diferença significativa entre setores pelo teste de ANOVA e Tukey, $p \leq 0,05$. VA = valor atribuído

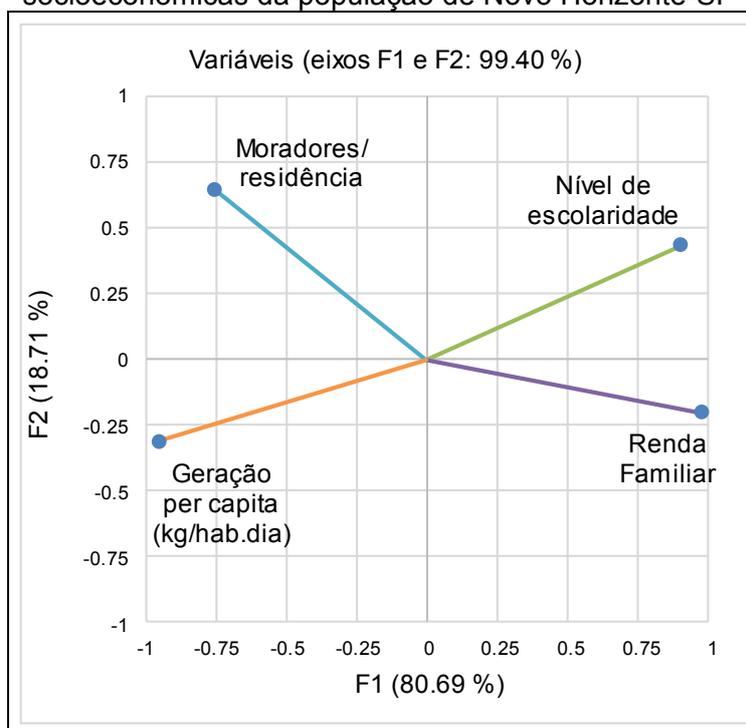
A geração *per capita* de RSU em Novo Horizonte, considerando apenas os resíduos da coleta convencional, apresentou correlação negativa com o nível de escolaridade (-0,99) e renda familiar (-0,85), pela comparação entre os setores (Figura 2). Verificou-se que no setor 4 foram relatados maiores níveis de escolaridade e renda familiar, poucos moradores por residência e menor geração *per capita* (0,42 kg/hab.dia). Já os setores 2 e 3 apresentaram os menores índices de escolaridade e de renda familiar, e também os maiores valores de geração *per capita* (0,54 e 0,52 kg/hab.dia, respectivamente).

Espera-se que quanto maior a renda familiar, maior o poder aquisitivo para consumir produtos e descartá-los em curto prazo e, conseqüentemente, maior é a geração *per capita* de RSU (XIAO et al., 2007; FRANCA et al., 2013). Nesse sentido, a maioria dos países de baixa renda gera, em média, de 0,4 a 0,6 kg/hab.dia de RSU e, países industrializados, geram de 0,7 a 1,8 kg/hab.dia de RSU (BARROS, 2012).

Os resultados encontrados podem estar associados a dias atípicos de amostragem, como por exemplo, com variação climática, período do mês associado ao recebimento de salário, períodos festivos, férias, entre outros. Apesar de uma única amostragem realizada, o nível de escolaridade da população entrevistada pode ter influenciado na menor geração de resíduos.

Para um melhor diagnóstico e planejamento da gestão de RSU são necessárias amostragens periódicas, com caracterização dos resíduos e correlação com características socioeconômicas da população. Esse acompanhamento permite a avaliação da eficiência dos programas de coleta seletiva e educação ambiental, assim como a detecção de possíveis descartes inadequados de resíduos industriais ou de serviços de saúde, por exemplo (MMA, 2016; REZENDE et al., 2013).

Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) entre geração *per capita* de RSU e variáveis socioeconômicas da população de Novo Horizonte-SP



Descarte de resíduos pela população

A separação dos materiais recicláveis para descarte foi relatada por 67% dos entrevistados. Os que não separam relataram dificuldades em identificar quais são os materiais passíveis de reciclagem. Não houve diferença significativa entre os setores para essa questão.

A higienização desses materiais na fonte de geração é importante para evitar a degradação ou impossibilidade de reciclagem; contudo, cerca de 60% dos entrevistados não lava os materiais recicláveis antes do descarte. O setor 4 apresentou maior porcentagem de entrevistados que lava esses materiais com frequência (34%).

Ao realizar a compactação do plástico e das latas de alumínio, o seu volume diminui e economiza-se o número de recipientes utilizados para acondicionamento, como sacos de lixo e sacolas. Entretanto, verificou-se que a maioria dos entrevistados (acima de 65%) não realiza esse processo ou o faz ocasionalmente. Não houve diferença significativa entre os setores para esse comportamento.

A maioria dos entrevistados (84,1%) embalavam os materiais cortantes antes do

descarte, e tem consciência do prejuízo que podem causar aos trabalhadores da coleta seletiva ou convencional quando esse material não é embalado corretamente. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016) é dever da população “providenciar a correta e adequada embalagem de materiais pontiagudos, perfurantes, perfurocortantes e escarificantes, de modo a prevenir acidentes”. Geralmente, esse material é disposto no interior de recipientes, como TetraPak, garrafas de plástico ou outros. Também não houve diferença significativa entre os setores para essa questão.

Apesar da reciclagem ser uma medida paliativa para a problemática da geração de resíduos, hábitos simples como embalar o resíduo perfurocortante e separar os materiais recicláveis limpos e compactados, devem ser estimulados por programas de educação ambiental contínuos, como ação imprescindível para a gestão de resíduos do município.

A **Tabela 3** apresenta as respostas dos entrevistados sobre o descarte de resíduos que exigem cuidados especiais e que, conseqüentemente, devem ser destinados a locais adequados para seu correto tratamento, a fim de evitar passivos socioambientais e custos adicionais com sua disposição final.

Tabela 3. Percentual de respostas afirmativas sobre a destinação de resíduos por setor do município de Novo Horizonte-SP

RESÍDUO/DESTINAÇÃO	SETOR (%)			
	1(n=87)	2(n=89)	3(n=114)	4(n=94)
REMÉDIO				
Lixo comum	36,8	33,7	41,2	31,9
Esgoto	12,6	14,6	10,5	13,8
Reciclagem	2,3	1,1	0,9	1,1
Estabelecimentos de saúde	17,2*	25,8	26,3	30,9
Não sabe/não se aplica/outros	31,1	24,8	21,1	22,3
LÂMPADAS FLUORESCENTES				
Lixo comum	52,9	56,2	52,6	36,2*
Reciclagem	26,4*	38,2	33,3	43,6
Eco-Ponto	6,9	4,5	5,3	7,5
Logística reversa	3,4	0,0*	0,9	5,3
Não sabe/não se aplica/outros	10,4	1,1*	7,9	7,5

PILHAS E BATERIAS				
Lixo comum	47,1	56,2	52,6	41,5
Reciclagem	19,5	13,5*	22,8	26,6
Eco-Ponto	12,6	14,6	9,6	17,0
Logística reversa	0,0	1,1	1,8	2,1
Não sabe/não se aplica/outros	20,8	14,6	13,2	12,8
PNEUS				
Lixo comum	10,3	5,6	8,8	1,1*
Reciclagem	6,9	16,9*	7,9	9,6
Local de armazenamento	2,3	2,2	5,3	6,4
Logística reversa	54,0	37,1*	48,2	59,6*
Não sabe/não se aplica/outros	26,5	38,2	29,8	23,3
ELETRÔNICO				
Lixo comum	17,2	18,0	17,5	13,0*
Reciclagem	17,2	23,6	23,7	25,0
Eco-Ponto	0,0*	1,1	0,9	0,0*
Local de armazenamento	3,5	2,3	3,5	6,5
Logística reversa	11,5	10,1	10,5	20,7
Não sabe/não se aplica/outros	50,6	44,9	43,9	34,8
CONSTRUÇÃO CIVIL				
Lixo comum	2,3	3,4	1,8	2,1
Caçamba	67,8	58,4	53,5*	72,4*
Local de armazenamento	10,3	15,7	18,4	8,5
Não sabe/não se aplica/outros	19,6	22,5	26,3	17,0
PODAS E MANUT. JARDINS				
Lixo comum	1,2	3,4	0,0*	2,2
Coleta específica	57,5	61,8	71,1	81,5*
Terrenos baldios	3,4	2,2	3,5	2,2
Não sabe/não se aplica/outros	37,9*	32,6	25,4	14,1*
ÓLEO RESIDUAL				
Lixo comum	0,0*	0,0*	0,9	3,2
Esgoto	9,2	7,9	7,0	5,3
Reciclagem	20,7	28,1	18,4	14,9
Sabão	49,4	51,7	58,8	53,2
Eco-Ponto	14,9	7,9	11,4	11,7
Não sabe/não se aplica/outros	5,8	4,4	3,5	11,7*

*Diferença significativa entre setores pelo teste Qui-quadrado e Exato de Fisher, $p \leq 0,05$

Em torno de 49% dos entrevistados realizavam o descarte inadequado (lixo comum e/ou esgoto) para remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes usadas, pilhas e baterias vencidas ou danificadas. Esse comportamento foi menos frequente no setor 4, que apresentou maior porcentagem de entrevistados que realizavam o descarte adequado para esses resíduos.

Alguns entrevistados relataram que esses resíduos podem trazer prejuízos ao meio ambiente quando descartados de

modo inadequado e, como não sabem qual o local correto para o descarte, preferiam mantê-los guardados. Outros, ainda, relataram que a destinação mais indicada seria a coleta convencional, para evitar prejuízos à saúde das pessoas que trabalham no CTR, caso fossem encaminhados para a reciclagem.

Quanto ao descarte de pneus, cerca de 49,7% dos entrevistados relatou não os levar para as suas residências após troca em oficinas e/ou borracharias,

caracterizando a logística reversa desse resíduo, prática mais comum no setor 4.

As respostas mais frequentes quanto ao descarte de resíduos eletrônicos foram coleta seletiva/reciclagem (22,5%), coleta convencional (16,5%) e devolução para as lojas ou assistência técnica, caracterizando a logística reversa (13,1%). Uma pequena porção dos entrevistados encaminhava para o local de armazenamento e eco-pontos disponibilizados pelo município, prática mais comum no setor 4. Nesse setor também foi menos frequente o descarte para coleta convencional (lixo comum).

Esses resíduos (remédios vencidos, lâmpadas fluorescentes usadas, pilhas e baterias vencidas ou danificadas, pneus e resíduos eletrônicos) nunca devem ser dispostos à coleta convencional ou seletiva ou mesmo descartados no meio ambiente. Os remédios vencidos são classificados como Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) do tipo B e devem ser entregues pela população em estabelecimentos de saúde públicos, que farão a destinação adequada. Já as pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos devem ser descartados em pontos de entrega voluntária ou outros locais disponibilizados pelo setor privado ou pelo município, para que ocorra a logística reversa (BRASIL, 2010; MMA, 2016).

Quanto aos resíduos de construção civil (RCC), comumente chamados de entulhos de obras, cerca de 62,6% dos entrevistados destinava para coletores particulares em caçambas, sendo essa porcentagem maior no setor 4. Os RCC provenientes de pequenos geradores (até 1 m³/dia de obra) devem ser descartados separados de outros resíduos, conforme as Resoluções CONAMA n° 307/2002 e n° 448/2012, em pontos determinados pelo município, que fará a disposição adequada em aterros específicos (MMA, 2016).

A separação dos resíduos de podas de árvores e manutenção de jardins para

coleta específica, realizada pelo município, foi relatada por 68,3% dos entrevistados, principalmente no setor 4 (81,5%).

Com relação ao descarte de óleos residuais de fritura, mais da metade dos entrevistados (53,6%) relataram destinar para produção de sabão, 20,3% para coleta seletiva ou venda para coletores particulares e 11,5% aos eco-pontos, os quais trocam por brindes ou enviam a algumas escolas em programas de educação ambiental. Entretanto, 7,3% da população ainda descartam o óleo residual de fritura no sistema de coleta de esgoto. Não houve diferença significativa entre os setores quanto ao descarte desse resíduo.

O óleo de fritura proveniente de residências, comércio e indústrias é um resíduo potencialmente poluidor, que quando descartado provoca obstruções no sistema de coleta de esgoto e/ou de água pluvial. Além de aumentar os custos nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e de Água para Abastecimento (ETA), quando atinge os corpos d'água, causa aumento da matéria orgânica e, conseqüentemente, redução da concentração de oxigênio dissolvido, afetando todo o ecossistema aquático. Não há um descarte adequado para esse resíduo, mas alternativas de reaproveitamento para produção de sabão e como insumo complementar na produção de biodiesel, contribuindo também para a diversificação da matriz energética do país (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2016).

Em geral, o setor 4 se destacou por apresentar maior porcentagem de entrevistados que realizam o descarte adequado dos resíduos questionados (**Tabela 3**) e também por apresentar maiores nível de escolaridade e renda familiar entre os entrevistados (**Tabela 2**). Segundo Pereira et al., 2012, mais de 90% da população de Ilha Solteira, um município de pequeno porte, também localizado na região noroeste do Estado de São Paulo, separava todos os materiais recicláveis em suas residências. Essa porcentagem era

maior (94%) no bairro com maior renda *per capita* e nível de escolaridade. Conhecer qual é a parcela da população mais ou menos participativa pode contribuir para nortear ações específicas, a fim de aumentar a eficácia da gestão de resíduos sólidos no município.

Desde 2008, o município de Novo Horizonte possui coleta seletiva dos materiais recicláveis em todos os bairros, por meio do Projeto Reciclar. As coletas das lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e óleos residuais de fritura são realizadas pela administração pública em eco-pontos distribuídos na área urbana e no distrito do Vale Formoso. Além desses locais, os estabelecimentos que comercializam tais produtos, ou redes de assistência técnica autorizadas pelos fabricantes, também são aptos a recebê-los pela logística reversa, exceto os óleos residuais de fritura. Pneus, resíduos eletrônicos e de construção civil devem ser descartados pela população em locais específicos disponibilizados pelo município.

Contudo, os resultados revelaram que grande parte da população ainda descarta os resíduos de forma inadequada. Destaca-se, portanto, a necessidade de atividades no município que visem informar e sensibilizar a população sobre como e onde destinar adequadamente cada resíduo. Atividades de educação ambiental devem abordar a questão dos resíduos de maneira holística, com base nos princípios da PNRS, como a prevenção e a redução na sua geração, estimulando a prática de hábitos de consumo sustentável (BRASIL, 2010).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a geração *per capita* de RSU em Novo Horizonte (0,7 kg/hab.dia) está próxima da média estadual para municípios de 25 a 100 mil habitantes (0,8 kg/hab.dia), se considerados os resíduos provenientes das podas de árvores e

manutenção de jardins, que não foram incluídos no presente trabalho. Esse dado foi inversamente proporcional ao nível de escolaridade e renda familiar; porém, são necessárias novas amostragens em diferentes épocas do ano, para evitar dias atípicos que possam interferir na geração de resíduos.

Pela análise gravimétrica conclui-se que as frações de matéria orgânica e rejeito gerados em Novo Horizonte estão acima da média nacional. Cerca de 68,5% dos resíduos dispostos no aterro sanitário poderia ser reaproveitado por compostagem, digestão anaeróbica¹ ou reciclagem, o que aumentaria a vida útil do aterro sanitário e diminuiria os gastos do município com transporte e disposição final desses resíduos.

A coleta seletiva implantada no município desde 2008 tem causado um impacto positivo, visto que a quantidade de material passível de reciclagem destinado ao aterro sanitário representa menos da metade da média estadual e nacional. Contudo, esse resultado pode ser melhorado, pois grande parte da população ainda descarta os resíduos de forma inadequada, principalmente os recicláveis, remédios, lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias (lixo comum e/ou esgoto).

Trabalhos futuros devem ser direcionados para atividades de educação ambiental continuada, que visem sensibilizar a população quanto ao descarte adequado dos resíduos e estimular hábitos de consumo sustentável. Para diagnóstico da gestão de RSU no município e como subsídio para o planejamento de ações específicas, também se sugere que a análise gravimétrica e o estudo do comportamento da população quanto à segregação e descarte dos resíduos sejam realizados periodicamente.

¹ As duas formas são corretas, em Microbiologia, usa-se com frequência o termo digestão anaeróbica.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007**. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo: ABRELPE. 118 p., 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biometano**. ANP, 2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biometano>. Acesso em 20 set. 2017.
- BARROS, R.T.V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. p. 3, ago. 2010.
- CAMPOS, H.K.T. Renda e evolução da geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.
- COELHO, M.C.N. **Estado e políticas públicas na Amazônia: gestão do desenvolvimento regional**. Belém: CEJUP; FPA/NAEA, v. 3, n. 1, p. 234-241, 2002.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Plano Estadual de Resíduos do Estado de São Paulo 2014**. São Paulo: Cetesb, 2015. 350 p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/blog/2014/10/29/plano-de-residuos-solidos-do-estado-de-sao-paulo-e-lancado/>. Acesso em: 20 set. 2017.
- COSTA, L.E.B. et al. Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 73-90, 2012.
- DENAFAS, G. et al. Seasonal variation of municipal solid waste generation and composition in four East European cities. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 89, n. 1, p. 22-30, 2014.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**. São Paulo: Atlas, 2011.
- FRANCA, F.P.O. et al. Correlação entre rendimento e geração de resíduos sólidos na região metropolitana de São Paulo. **Saúde & Meio Ambiente**, v. 2, n. 1, p. 84-92, 2013.
- FRANKLIN, A.M. et al. Antibiotics in agrosystems: introduction to the special section. **Journal of Environmental Quality**, v. 45, p. 377–393, 2016.
- GIDARAKOS, E.; HAVAS, G.; NTZAMILIS, P. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. **Waste Management**, v. 26, n. 1, p. 668-679, 2006.
- HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series**. World Bank: Washington, DC, 2012. Disponível em: <http://www.openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>License: CC BY 3.0 IGO. Acesso em: 09 abr. 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353350>. Acesso em: 20 set. 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:

- <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/calendario.shtm>. Acesso em 20 set. 2017.
- LEITE, V.D. et al. Tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos com alta e baixa concentração de sólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 190–196, 2009.
- LIMA, P.G. et al. Evaluation of a landfill by means of the Solid Waste Quality Index. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n. 1, p. 88-106, 2017.
- MAIA, H.J.L. et al. Política Nacional de resíduos sólidos: um marco na legislação ambiental brasileira. **Polêmica**, v. 13, n. 1, p. 1070-1080, 2014.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2012. 102p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. Acesso em: 20 set. 2017.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS**. 3. ed. Brasília: MMA, 2016.
- MONTEIRO, J.H.P. et al. **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 15. ed. Rio de Janeiro: IBAM. 2001. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.
- MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 111-124, 2008.
- OLIVEIRA, M.M.; GONÇALVES, M.F.S. Perspectivas do óleo residual de fritura: uma abordagem econômica, jurídica e socioambiental. **Revista Espacios**, v. 37, n. 25, p. 17. 2016.
- PEREIRA, G.O.T. et al. Associações entre grau de instrução e renda no comportamento de separação de materiais recicláveis dos municípios de Ilha Solteira-SP. **BioEng**, v. 6, n. 1, p. 18-29, 2012.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável**. Produto 6 – Resumo Executivo. São Paulo: PNUD, 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HORIZONTE. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Novo Horizonte**. Novo Horizonte, 2013.
- REZENDE, J.H. et al. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2013.
- ROCHA, J.C., ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2009
- RONG, L. et al. Assessment of the potential utilization of municipal solid waste from a closed irregular landfill. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 2, p. 1-7, 2015.
- ROSA, A.P. et al. Potencial energético e alternativas para o aproveitamento do biogás e lodo de reatores UASB: estudo de caso Estação de tratamento de efluentes Laboreaux (Itabira). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, 2016.
- SILVA, G.V. et al. Política nacional de resíduos sólidos e sua implementação no município de rio Pomba/MG. **Holos**, v. 32, n. 1, p. 202-214, 2016.
- SIQUEIRA, M.M.; MORAES, M.S. Resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2115-2122, 2009.
- SIZIRICI, B.; TANSEL, B. Parametric fate and transport profiling for selective groundwater monitoring at closed landfills:

a case study. **Waste Management**, v. 38, n. 1, p. 263-270, 2015.

XIAO, Y. et al. The composition, trend and impact of urban solid waste in Beijing.

Environment Monitoring and Assessment, 2007. DOI 10.1007/s10661-007-9708-0