

Caracterização física de resíduos sólidos domiciliares em diferentes formas de habitação

Physical characterization of household solid waste at different forms of housing

• **Data de entrada:**
30/09/2016

• **Data de aprovação:**
19/10/2017

Noelle Santos Salsa*, Bruno de Oliveira Freitas, Monica Hirata Bertachi, Tatiane Cristina Dal Bosco.

DOI:10.4322/dae.2018.026

Resumo

O estudo analisou os resíduos sólidos domiciliares em diferentes formas de habitação: na cidade de Londrina-PR estudaram-se um condomínio vertical e um horizontal, e em Balneário Camboriú-SC um condomínio vertical. As características físicas analisadas foram: geração *per capita*, massa específica e composição gravimétrica. Os resultados demonstraram a variação na geração *per capita* dos diferentes condomínios estudados: em Londrina o condomínio vertical apresentou uma geração de $0,757 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, enquanto no condomínio horizontal foi de $0,480 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Essa diferença pode estar relacionada ao poder aquisitivo dos moradores e seus hábitos de consumo. Por outro lado, no condomínio vertical de Balneário Camboriú obteve-se a geração de $0,916 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. As massas específicas dos materiais recicláveis apresentaram grandes diferenças, entre $46,35\text{--}87,50 \text{ kg.m}^{-3}$ para o papel, $18,75\text{--}34,72 \text{ kg.m}^{-3}$ para o plástico, $20,84\text{--}28,47 \text{ kg.m}^{-3}$ para o metal e $12,50\text{--}358,33 \text{ kg.m}^{-3}$ para o vidro. Com isso, fica evidente a importância da determinação dessas características para fins de projeção de acondicionadores, áreas de transbordo temporário e sistema de coleta de resíduos.

Palavras-chave: Composição gravimétrica. Geração per capita. Gerenciamento de resíduos sólidos.

Abstract

The study determined the physical characteristics of household solid waste at different forms of housing: in Londrina-PR, it were analyzed a vertical and a horizontal condominium, and in Balneário Camboriú-SC it was a vertical condominium. The physical characteristics studied were: per capita generation, specific masses and gravimetric composition. The results showed that there was a variation in per capita generation of different condos. In Londrina, the vertical condominium showed a generation of $0.757 \text{ kg. hab}^{-1} \text{ day}^{-1}$, while the horizontal condominium presented $0.480 \text{ kg. hab}^{-1}.\text{day}^{-1}$. This difference may be related to residents' purchasing power and their consumption habits. On the other hand, in Balneário Camboriú, the condo presented $0.916 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{day}^{-1}$. The specific masses of recyclable materials also showed large differences, $46.35\text{--}87.50 \text{ kg.m}^{-3}$ the density of the paper; $18.75\text{--}34.72 \text{ kg.m}^{-3}$ plastic, $20.84\text{--}28.47 \text{ kg.m}^{-3}$ metal and between $12.50\text{--}358.33 \text{ kg.m}^{-3}$ glasses. In conclusion, it is evident the importance of determination of these parameters for the purpose of conditioning projection and waste collection system.

Keywords: IDF equations. Probabilistic distributions. Adherence test. Visual analysis.

Noelle Santos Salsa – Engenheira Ambiental pela UTFPR e Especialista em *Lean Manufacturing* pela PUCPR.

Bruno de Oliveira Freitas – Engenheiro Sanitarista, Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela UNB e doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC – USP. Professor do Departamento de Ambiental da UTFPR – Londrina.

Monica Hirata Bertachi – Engenheira Ambiental pela UTFPR. Mestre em Engenharia Ambiental pela *Rutgers University*. MBA em Administração e Gestão da Qualidade pela Uninter.

Tatiane Cristina Dal Bosco – Tecnóloga Ambiental, Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UNIOESTE, Cascavel. Professora do Departamento de Ambiental da UTFPR – Londrina.

***Endereço para correspondência:** Av. dos Pioneiros, 3131 - Jardim Morumbi, Londrina - PR, CEP 86036-370.

1 INTRODUÇÃO

A Lei Federal no 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010) é um marco histórico na legislação ambiental brasileira, pois estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que traz diretrizes para o gerenciamento adequado dos resíduos em todo o território nacional.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011), a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos deve compreender dados referentes à geração, caracterização dos resíduos (quanto à sua origem e periculosidade), forma de acondicionamento, armazenamento, coleta, destinação e disposição final.

Tabalipa e Fiori (2006) defendem que antes de qualquer iniciativa de gestão dos resíduos é primordial que se estude a composição dos resíduos sólidos, tanto em termos qualitativos como quantitativos.

A geração *per capita* é a característica física que relaciona a quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente e o número de habitantes de determinado local, que podem variar de 0,5 a 0,8 kg.hab.dia⁻¹ (MONTEIRO et al., 2001). No Brasil, conforme Campos (2012), existem fatores que podem contribuir para o aumento da geração *per capita* dos resíduos sólidos, como: aumento do emprego e elevação da massa salarial, redução do número de pessoas por domicílio, maior participação da mulher no mercado de trabalho, maior facilidade na obtenção de crédito para o consumo e o crescente uso de produtos descartáveis.

A geração de resíduos também pode ser relacionada aos padrões culturais e à renda de uma população: quanto mais se desenvolve economicamente uma sociedade, de forma a aumentar o seu padrão de vida, conseqüentemente se aumenta o consumo e a geração de resíduos (ROTH e GARCIA, 2008). Neste sentido, Campos (2012) reafirma que famílias de classe com maior poder aquisitivo, de cidades maiores e países desenvolvidos apresentam indicadores de geração *per capita* de resíduos sólidos

superiores às famílias mais pobres, de cidades menores e países em desenvolvimento.

Mattos (2006) afirma que o perfil socioeconômico da população e o desenvolvimento de comércios diversificados são fatores que podem influenciar a variação da quantidade de matéria orgânica e do percentual de descartáveis. Em relação à quantidade de resíduo produzido nas residências, Braga et al. (2008) destacam que há variação de acordo com o dia da semana e do mês, condições climáticas, datas comemorativas, o desempenho da economia do país, o poder de compra da população, entre outros.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar as características físicas dos resíduos sólidos domiciliares em diferentes formas de habitação e em cidades com vocação econômica distinta, uma vez que se observa nas cidades uma tendência à expansão de moradias na forma de condomínios, quer seja verticais ou horizontais.

2 OBJETIVO

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Londrina-PR, segundo o IBGE (2010), possui 506.701 mil habitantes, residindo em 164.917 domicílios permanentes, dos quais 77% são habitações tipo casa, 1,42% representam moradias em casas de vila ou condomínio e aproximadamente 21% são moradias do tipo apartamento.

Em Santa Catarina, o município de Balneário Camboriú, segundo os dados do IBGE (2010), apresenta população de 108.089 mil habitantes. A cidade possui um total de 39.265 domicílios particulares permanentes, sendo que 22.249 domicílios são apartamentos, que representam mais da metade do total de domicílios do município. As moradias em casas totalizam 43% e as casas de vila ou condomínio representam 0,39%.

Para o presente trabalho foram selecionados três condomínios, sendo dois na cidade de Londrina-PR e um condomínio em Balneário Camboriú-SC, denominados de A, B e C (Tabela 1).

Tabela 1 – Características principais dos condomínios

Características	Condomínio A	Condomínio B	Condomínio C
Cidade	Londrina-PR	Balneário Camboriú-SC	Londrina-PR
Região	Central	Central	Zona Sul
Vertical/ Horizontal	Vertical	Vertical	Horizontal
Número de residências	20	30	300
Valor do condomínio (R\$)	500,00–700,00	300,00–400,00	400,00–600,00

O condomínio A está localizado no centro da cidade de Londrina-PR. É caracterizado como um condomínio vertical, de 10 andares, com dois apartamentos por andar. O prédio é dividido em apartamentos com três quartos e outros com apenas dois quartos. Dessa forma, cada andar possui dois tipos de apartamentos e tamanhos de famílias. O valor do condomínio varia entre R\$ 500,00 e R\$ 700,00, de acordo com o tipo do apartamento e o número de garagens. O aluguel do apartamento de dois quartos é em média R\$ 900,00 e o de três quartos é alugado por R\$ 1.600,00. O condomínio A não possui área comum para festas e a maioria dos moradores são aposentados(as). Diariamente, no período da tarde, os resíduos orgânicos e recicláveis são recolhidos nos andares por um funcionário que então os coloca na via pública para serem coletados.

O condomínio B (vertical) está localizado no centro do município de Balneário Camboriú-SC, com 10 andares e 3 apartamentos por andar. Cada andar apresenta duas unidades de apartamentos de três quartos e uma unidade de apartamento com dois quartos. Dessa forma, existem dois perfis de apartamentos e valores de condomínios diferenciados. O condomínio B possui churrasqueiras pri-

vativas em cada apartamento e um salão de festas coletivo na área de lazer. Como o condomínio se localiza em uma cidade turística, nem todos os proprietários são moradores. Nos meses de março a dezembro, o número de habitantes do prédio diminui, em função da baixa temporada. O valor do condomínio varia entre R\$ 300,00 e R\$ 400,00 por mês. A coleta dos resíduos sólidos no condomínio B é feita individualmente pelos moradores, que devem se deslocar até o térreo com os sacos de resíduos e armazená-los na lixeira, que fica localizada fora do prédio.

O condomínio C está localizado na zona sul de Londrina-PR. É um condomínio horizontal que possui 300 residências, totalizando aproximadamente 1.200 moradores. O valor do condomínio varia entre R\$ 400,00 a R\$ 600,00. Para o gerenciamento interno dos resíduos é realizada a coleta do material orgânico e rejeito nas segundas, quartas e sextas-feiras. Já o material reciclável é coletado nas terças e quintas-feiras. Essa coleta é realizada por um funcionário que, com auxílio de um veículo motorizado, transporta os sacos plásticos na caçamba e então os armazena em uma área de transbordo temporário.

2.2 Amostragem

A análise do condomínio A ocorreu no período de uma semana, pois a coleta neste condomínio é diária. As análises foram feitas no período da tarde, sempre no mesmo horário e antes do funcionário disponibilizar os resíduos para a coleta na via pública. Todos os dias, fez-se o acompanhamento do responsável pela coleta interna do prédio durante a coleta dos resíduos nos andares. Ao longo da coleta, fez-se uma análise para pré-selecionar os sacos de orgânico/rejeito e os sacos de recicláveis. Após coletar todo o resíduo domiciliar, realizou-se a caracterização de seus componentes. Para os resíduos orgânicos e rejeitos pesou-se todo o resíduo gerado em uma balança digital de

capacidade de 150 kg. Além disso, alguns sacos, escolhidos aleatoriamente, eram abertos para uma análise descritiva e avaliação qualitativa da eficiência de segregação dos resíduos. Os resíduos recicláveis do prédio foram avaliados de forma quantitativa e qualitativa. Depois de pesados, os sacos foram abertos e fez-se a separação dos materiais em: papel/papelão, vidro, metal, plástico, isopor, remédio, orgânico e outros, de forma a obter a composição gravimétrica. Neste condomínio, o método de quarteamento (ABNT, 2004a) para a obtenção das amostras não foi realizado, uma vez que não resultaria em uma amostra significativa. Por isso, para a análise e caracterização foram utilizados todos os sacos plásticos de resíduos disponibilizados pelos moradores para coleta diariamente.

No condomínio B, assim como no condomínio A, a análise foi feita no período de uma semana. Essa análise foi realizada no período da tarde, antes de os resíduos serem disponibilizados para a coleta pública. Em função do pequeno volume gerado diariamente, utilizou-se o total de resíduos para a caracterização. A análise dos resíduos orgânicos e rejeitos ocorreu de forma quantitativa, e para os recicláveis de forma quantitativa e qualitativa.

No Condomínio C, a caracterização dos resíduos sólidos foi realizada em duas semanas. Em função do grande volume de resíduos gerados neste condomínio, houve a necessidade de realizar o quarteamento (ABNT, 2004a) para a obtenção de uma amostra representativa. Nos dias de análise dos resíduos orgânicos e rejeitos, era realizado o método do quarteamento para a obtenção da amostra. O primeiro quarteamento era feito na própria carreta do veículo coletor dos resíduos. Essa carreta tinha 1,90 m x 3,20 m x 0,80 m. Depois de selecionadas as duas partes opostas, aleatoriamente, os resíduos eram dispostos sobre uma lona para a realização da segunda etapa do quarteamento e a obtenção da amostra final. Após a obtenção da amostra, os sacos eram colocados em

um recipiente de 48L e pesados em uma balança digital, e o procedimento era repetido em todos os dias de coleta dos resíduos orgânicos e rejeitos. Nas terças e quintas-feiras, como os resíduos recicláveis ocupam um volume muito maior, eram necessárias duas viagens do veículo para a coleta. Dessa forma, o quarteamento era realizado duas vezes sobre uma lona onde os funcionários despejavam os resíduos recicláveis. Esse procedimento foi realizado em duas terças-feiras e duas quintas-feiras, e as dimensões da amostra variaram, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensões dos quarteamentos realizados no Condomínio C

DIMENSÕES DA QUANTIDADE TOTAL DE RESÍDUOS POR CARRETA		
Data	1ª Carga	2ª Carga
26/jun	3,85 m X 5,10 m X 1,65 m	3,00 m X 3,80 m X 1,40 m
28/jun	3,60 m X 2,00 m X 1,20 m	3,00 m X 1,80 m X 1,00 m
03/jul	2,71 m X 2,68 m X 0,88 m	3,66 m X 2,58 m X 1,30 m
05/jul	3,00 m X 2,70 m X 1,20 m	2,60 m X 1,80 m X 1,00 m

Nota: as medidas referem-se ao comprimento, largura e altura do quarteamento, respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à geração per capita de cada condomínio (Tabela 3) observa-se que existem diferenças da geração per capita conforme o tipo de moradia e sua localização.

Tabela 3 - Geração per capita média (kg.hab⁻¹.dia⁻¹) dos condomínios

Condomínio	Geração per capita média (kg.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)
Condomínio A	0,757
Condomínio B	0,916
Condomínio C	0,480

No estudo realizado por Rae (2010), a geração *per capita* de um condomínio horizontal localizado em Florianópolis-SC foi de 0,720 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e para Braga et al. (2000), que realizaram um estudo da composição dos resíduos sólidos do-

miciliares em Vitória-ES, foi obtida uma geração *per capita* de 0,467 kg.hab⁻¹.dia⁻¹. Apesar de tratarem-se tratar de duas cidades litorâneas, observa-se que tanto Florianópolis como Vitória apresentaram uma geração *per capita* bem inferior à do condomínio localizado em Balneário Camboriú. Isso infere novamente que além da geração de resíduos sólidos estar interligada às condições climáticas, também se relaciona com a renda da população e o desempenho da economia do local (BRAGA et al., 2008).

Conforme se observa na Figura 1, existe diferença expressiva na geração de resíduos sólidos domiciliares: a composição dos resíduos no Condomínio B pressupõe que o resíduo orgânico assim classificado pelos condôminos contém resíduos recicláveis em grandes proporções. Essa evidência pode ser explicada devido à logística de coleta dos resíduos nos condomínios, pois no Condomínio B os moradores devem se deslocar e armazenar seus resíduos nos locais indicados. Portanto, observa-se que a sinalização/orientação para que os moradores façam a separação dos resíduos está sendo ineficiente.

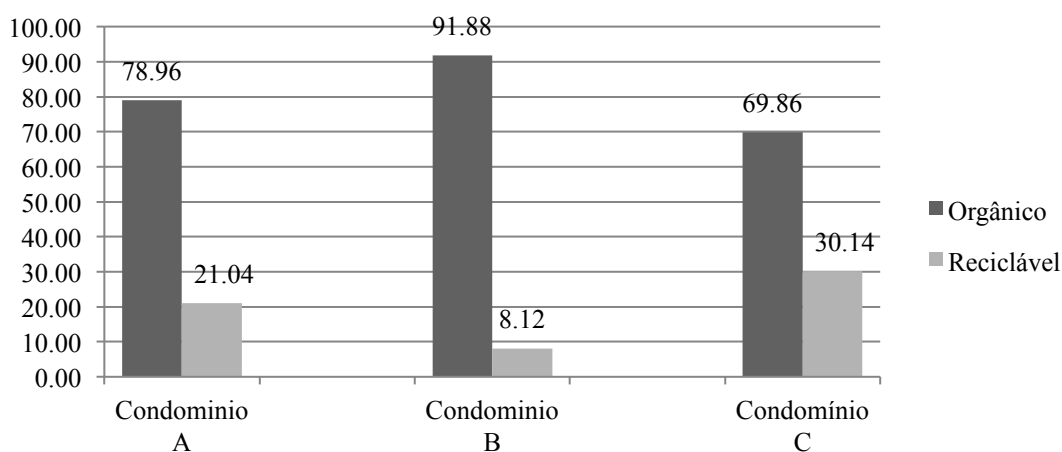


Figura 1 – Porcentagem dos resíduos sólidos domiciliares do Condomínio A, Condomínio B e Condomínio C.

Observa-se na Figura 1 que existe uma pequena diferença em relação ao comportamento da geração de resíduos do condomínio vertical e do condomínio horizontal em Londrina. O resíduo orgânico é mais frequente no Condomínio A, porque, por se tratar de residências no centro do município, seus moradores tendem a fazer suas refeições em casa. Em relação ao material reciclável produzido, percebe-se que o Condomínio C apresenta 9,1% a mais que o Condomínio A, o que se explica pelo hábito de consumo desses moradores, que tendem a passar a maior parte do dia fora de suas residências e, por consequência, quando em casa, consumirem mais alimentos industrializados e pré-preparados, aumentando a representatividade de recicláveis em

relação a orgânicos. Esse comportamento se correlaciona com os dados de geração *per capita* (Tabela 3), em que se observa menor geração de resíduos (em massa) pelos moradores do Condomínio C.

Com relação à geração dos resíduos sólidos domiciliares em cada dia da semana no Condomínio A (Figura 2), pode-se observar que a produção de resíduos recicláveis é mais alta na segunda-feira, devido às práticas e hábitos do final de semana, que resultam no aumento do consumo de produtos com embalagens (MONTEIRO et al., 2001). Além disso, destaca-se que na segunda-feira tem-se o acúmulo dos resíduos gerados no domingo.

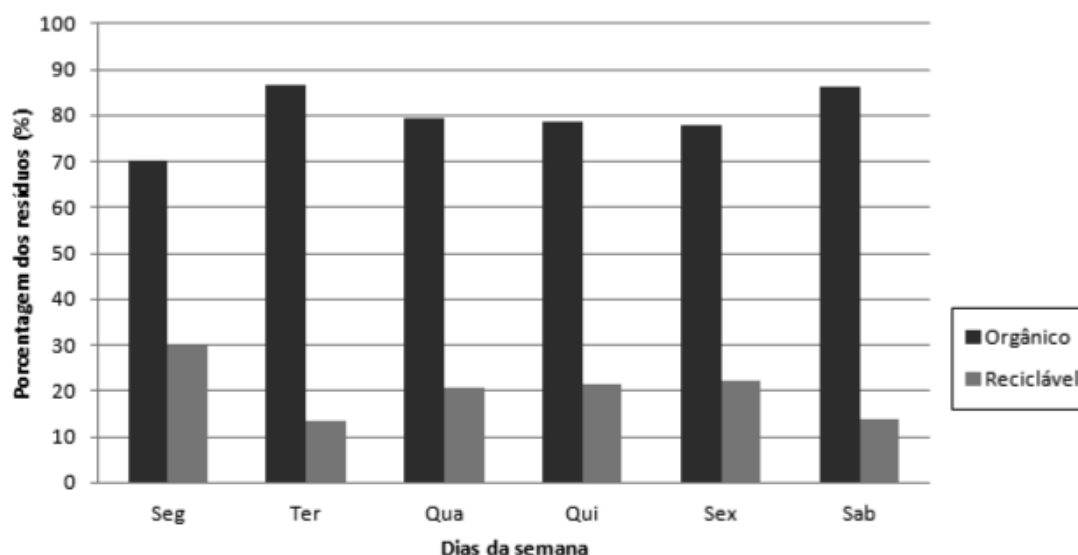


Figura 2 - Geração de resíduos sólidos domiciliares no Condomínio A.

No que se refere à composição gravimétrica dos resíduos recicláveis nos condomínios (Tabela 4) observa-se que a porcentagem de papel, papelão e embalagens cartonadas são bem próximas, assim como a participação do plástico e do vidro. A diferença mais expressiva é do metal, pois observa-se que no Condomínio B, localizado em cidade litorânea, existem mais embalagens metálicas presentes nos resíduos recicláveis. Isso pode ser explicado pelo maior consumo de bebidas enlatadas.

O Condomínio A e o Condomínio C apresentaram porcentagens próximas de matéria orgânica nos recicláveis. Por outro lado, o Condomínio B não apresentou matéria orgânica nos recicláveis. Isso não infere a consciência dos moradores, porque a maioria dos resíduos produzidos estavam sendo descartados como resíduo orgânico (Figura 2).

O condomínio A e o condomínio B apresentaram o mesmo comportamento em relação ao papel/papelão, plástico e vidro. E diferiram na composição de metais, remédios, orgânicos e “outros”. Dessa forma, pode-se verificar que a geração de alguns materiais é semelhante para os condomínios verticais, por outro lado, sofrem interferência de sua

localização e hábitos da população. Roth e Garcias (2008) afirmam que os padrões culturais e a renda da população interferem na produção de resíduos, como também Monteiro et al. (2001) mostram que a geração de resíduos pode ser influenciada por fatores demográficos e climáticos.

Tabela 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos recicláveis do Condomínio A, Condomínio B e Condomínio C.

Material	Condomínio A	Condomínio B	Condomínio C
Papel (%)	54,83	54,44	49,69
Vidro (%)	12,73	12,43	15,08
Metal (%)	5,54	13,61	3,75
Plástico (%)	14,17	14,79	17,23
Isopor (%)	0,62	0,00	1,55
Remédio (%)	0,21	2,37	0,00
Orgânico (%)*	4,11	0,00	4,87
Outros (%)	7,80	2,37	7,83

Nota: os orgânicos apontados na tabela referem-se aos resíduos desta natureza encontrados junto aos resíduos recicláveis dos condomínios.

A composição gravimétrica da Tabela 4 pode ser relacionada com a evolução do consumo de embalagens no Brasil, conforme dados apresentados na proposta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), em que se relata o consumo apa-

rente, em peso, das embalagens dos diferentes materiais. Nota-se que o consumo de papel/papelão no ano de 2008 (4.154 mil toneladas) se destaca em relação as outras embalagens, assim como na composição gravimétrica de todos os condomínios (Tabela 4). Em seguida, as embalagens mais produzidas são de vidro (1.041 mil toneladas), diferentemente do comportamento do percentual gravimétrico nos condomínios, em que o segundo colocado em participação é o plástico. O plástico, na evolução do consumo das embalagens por ano Brasil aparece na quarta posição (782 mil toneladas), atrás do aço (886 mil toneladas). Por último, o alumínio apresenta uma participação menor (347 mil toneladas) (BRASIL, 2012).

A geração dos resíduos sólidos recicláveis no condomínio A variou em cada dia da semana, como observado na Figura 3, com a presença de diferentes tipos e quantidades de materiais recicláveis. O papel e o plástico são descartados todos os dias da semana, ao contrário de materiais como isopor, vidro e remédios. Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE, 2015), materiais plásticos, de papelão ondulado, embalagens cartonadas e papel representam a maior participação no mercado de produção de embalagens, por isso é explicada a presença desse tipo de material descartado todos os dias.

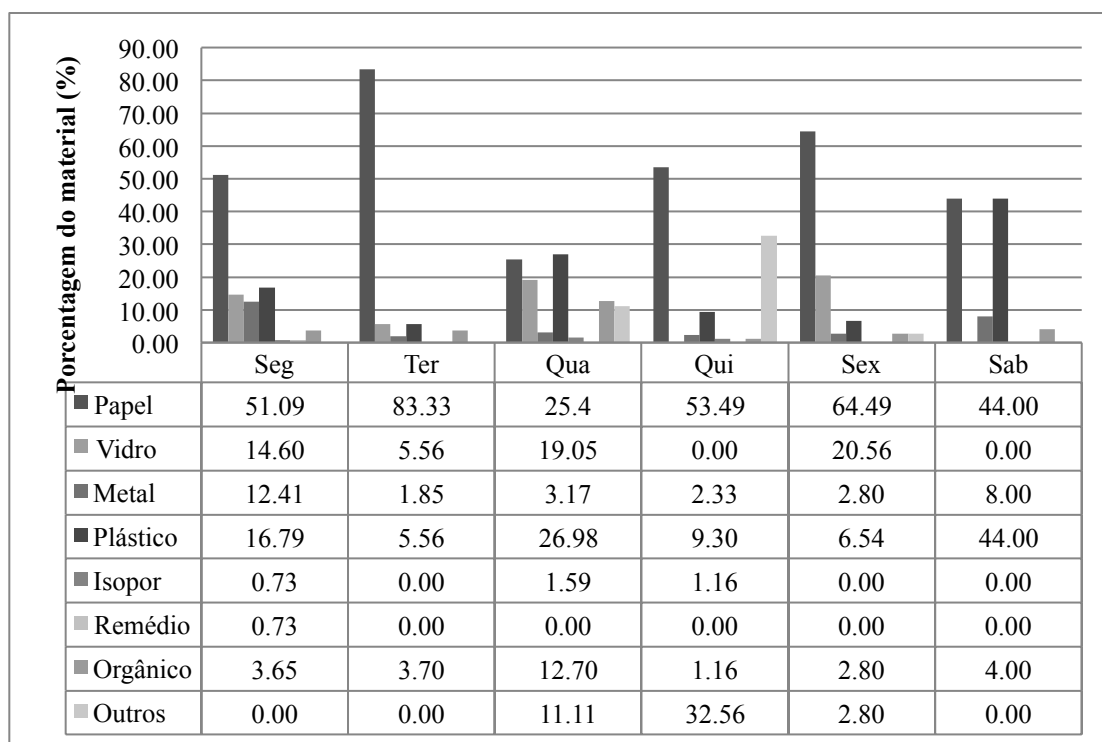


Figura 3 - Composição gravimétrica de resíduos recicláveis no Condomínio A.

A presença de um percentual de remédio no condomínio A pode ser explicada pelo grande número de pessoas idosas residentes no prédio e indica a necessidade de orientação quanto à forma adequada de descarte desse tipo de resíduo. Ressal-

ta-se que a classe “Remédio” consistiu em medicamentos descartados de todos os tipos, assim como embalagens de cremes e pomadas. Caixas e bulas foram consideradas como papel/papelão,

respectivamente. Ueda et al. (2009) afirmam que os medicamentos podem contaminar o solo e a água e com isso apresentar um risco potencial à saúde pública. Apesar de não existir legislações específicas para o descarte de medicamentos pelo consumidor, existem iniciativas de redes farmacêuticas que coletam esses medicamentos. Bellan et al. (2012) afirmam que o Brasil já tem uma boa legislação na área da gestão de resíduos, porém ainda é necessário complementar e atualizar essas leis e normas vigentes em relação à logística reversa de medicamentos, de forma a se tornar operacional um sistema de coleta, levando em conta a grande extensão do território brasileiro.

Em três dias da semana, no condomínio A, foram descartadas embalagens de poliestireno expandido (isopor), embora em pequena quantidade quando comparada aos outros materiais, mas não menos importante, pois o isopor é um material inerte quimicamente, não é biodegradável e não se desintegra, ou seja, não apresenta risco de contaminação ao solo e à água. Mesmo assim, é um problema ambiental quando não reciclado, pois ocupa espaço nos aterros sanitários. Para Grote e Silveira (2001), os rejeitos de isopor podem ser processados e novamente moldados em forma de blocos, podendo também ser reutilizados na construção civil. Segundo Castilho (2010), são muitas as vantagens do isopor, pois podem embalar qualquer produto, tanto bens de consumo e alimentos como eletroeletrônicos e eletrodomésticos; seus custos são baixos e a produção é grande, em torno de 83 mil toneladas por ano.

Na Figura 3 ainda é possível observar que em todos os dias há uma pequena porcentagem de matéria orgânica no condomínio A. Meira et al. (2010) explicam que a parte orgânica dos resíduos apresenta nutrientes e umidade que, em temperaturas favoráveis, desenvolvem microrganismos, como bactérias e fungos nos resíduos em que se

encontram misturados. Isso dificulta o trabalho dos catadores de materiais recicláveis na segregação dos resíduos, atrai vetores e, em muitos casos, diminui o valor de comercialização desses resíduos para a indústria recicladora.

Na categoria “outros”, na quarta-feira e quinta-feira, foram encontradas lâmpadas fluorescentes e pilhas. Esses materiais são classificados como resíduos perigosos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004b), em função das características de toxicidade, reatividade e corrosividade (no caso de algumas pilhas e baterias) e toxicidade (no caso das lâmpadas fluorescentes), e devem ter um destino adequado. O risco desses resíduos, segundo Perbiche (2004), está relacionado aos metais pesados que compõem pilhas e baterias, que quando são dispostos na natureza podem atingir zonas mais profundas do solo e em volume e tempo considerável poluem a água subterrânea. Da mesma forma, lâmpadas fluorescentes contêm vapor de mercúrio, podendo contaminar as águas superficiais e também atingir diretamente a cadeia alimentar (BRASIL, 2012).

Para esses resíduos perigosos, a PNRS (BRASIL, 2010) obriga os fabricantes a implementar sistemas de logística reversa e disponibilizar postos de coleta desses resíduos. Segundo o Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS, 2013), 69% das principais empresas fabricantes gerenciam a logística reversa pós-venda, porém, nem todas fazem um trabalho de coleta de resíduos que envolva a participação do consumidor brasileiro.

Na Figura 4 é apresentada a produção diária dos resíduos recicláveis e a participação de cada material no condomínio B. Pode-se constatar que no condomínio B não houve descarte de remédios como resíduo reciclável, porém não se pode afirmar que os moradores têm consciência quanto ao descarte correto, pois esse tipo de resíduo pode

estar misturado nos resíduos orgânicos, embora nos sacos de resíduos orgânicos observados qualitativamente no período da amostragem não foram identificados.

Outra análise que pode ser feita é que, apesar de o material papel/papelão ser o mais significativo na composição gravimétrica (Figura 4), não está presente em todos os dias da amostragem, pois na quarta-feira não houve descarte do material. Na segunda-feira esperava-se encontrar uma maior

variedade de resíduos recicláveis devido à influência de um maior consumo de supérfluos nos finais de semana (MONTEIRO et. al., 2001), mas foi identificado apenas papel/papelão; por outro lado, foram observadas garrafas de vidro misturadas aos resíduos orgânicos e capa de óculos bem como caixa de sapato junto com os resíduos recicláveis, demonstrando a falta de atenção/comprometimento dos moradores na segregação e armazenamento adequado dos resíduos.

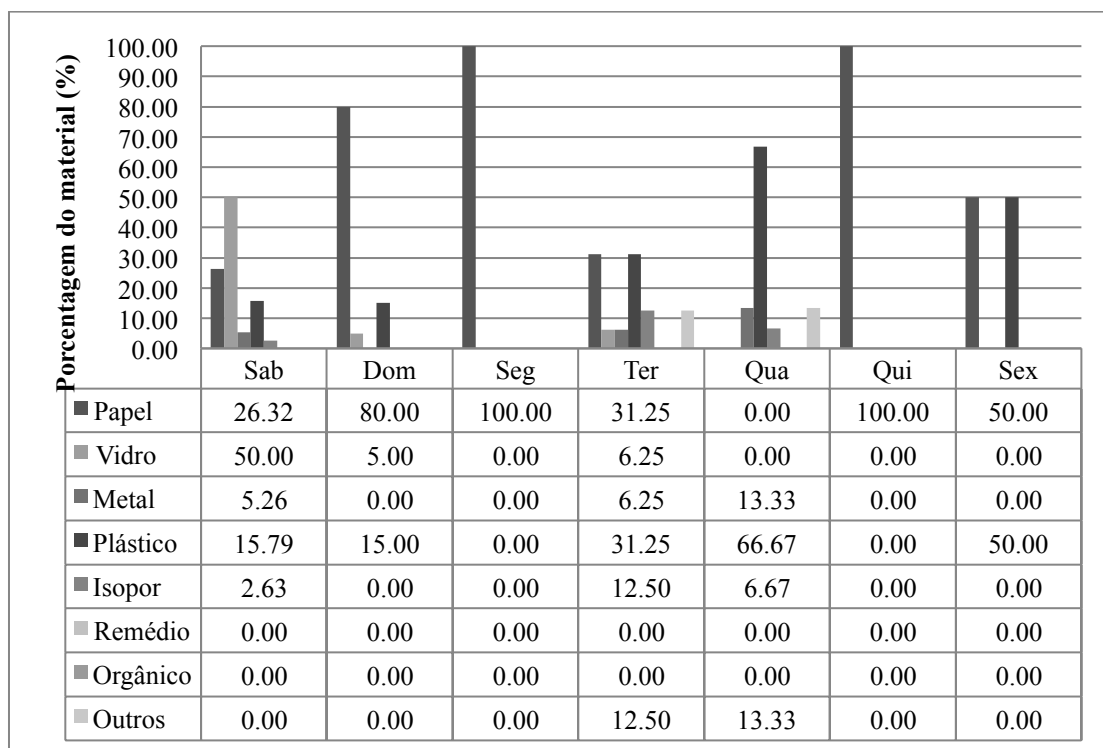


Figura 4 - Composição gravimétrica de resíduos recicláveis no Condomínio B.

Nas Figuras 5 e 6 são representadas as quantidades de resíduos sólidos domiciliares coletados por dia durante as duas semanas de análise no Condomínio C. Apesar das terças e quintas-feiras serem os dias de coleta dos resíduos da coleta seletiva, mesmo assim eram encontradas pequenas

quantidades de matéria orgânica misturada. Na segunda-feira houve a maior quantidade de resíduos orgânicos gerados, o que pode ser explicado pelo fato de esses resíduos representarem a geração do final de sexta-feira, sábado, domingo e o começo da segunda-feira.

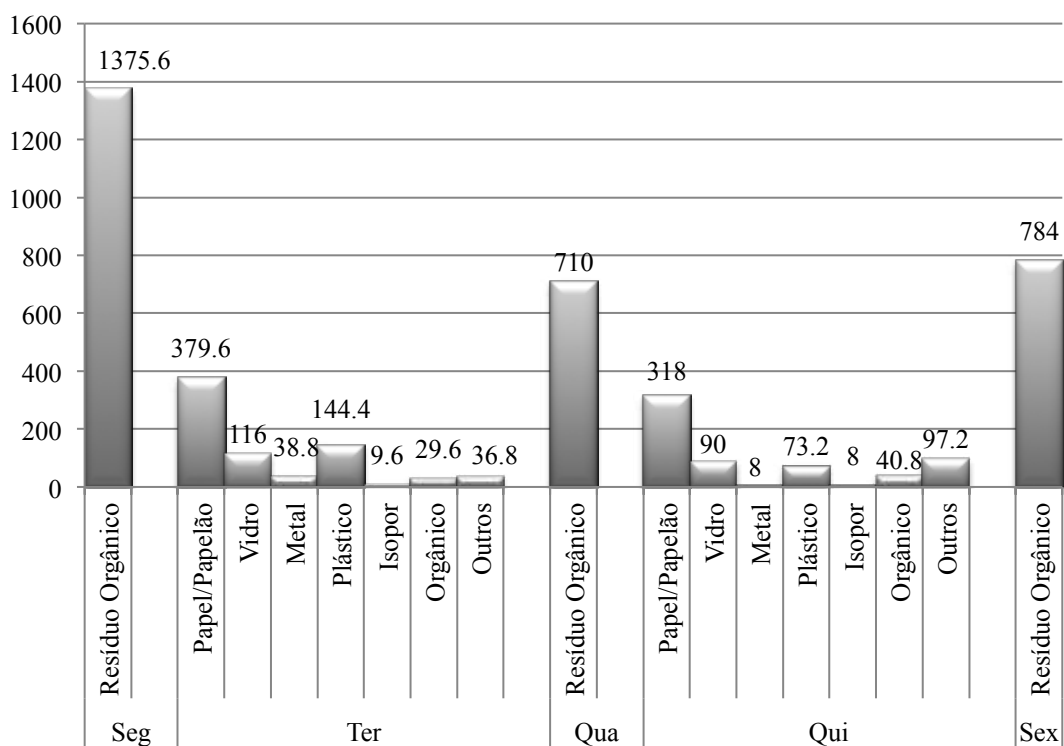


Figura 5 - Quantidade (kg) de resíduos sólidos domiciliares coletados na primeira semana de análise no Condomínio C.

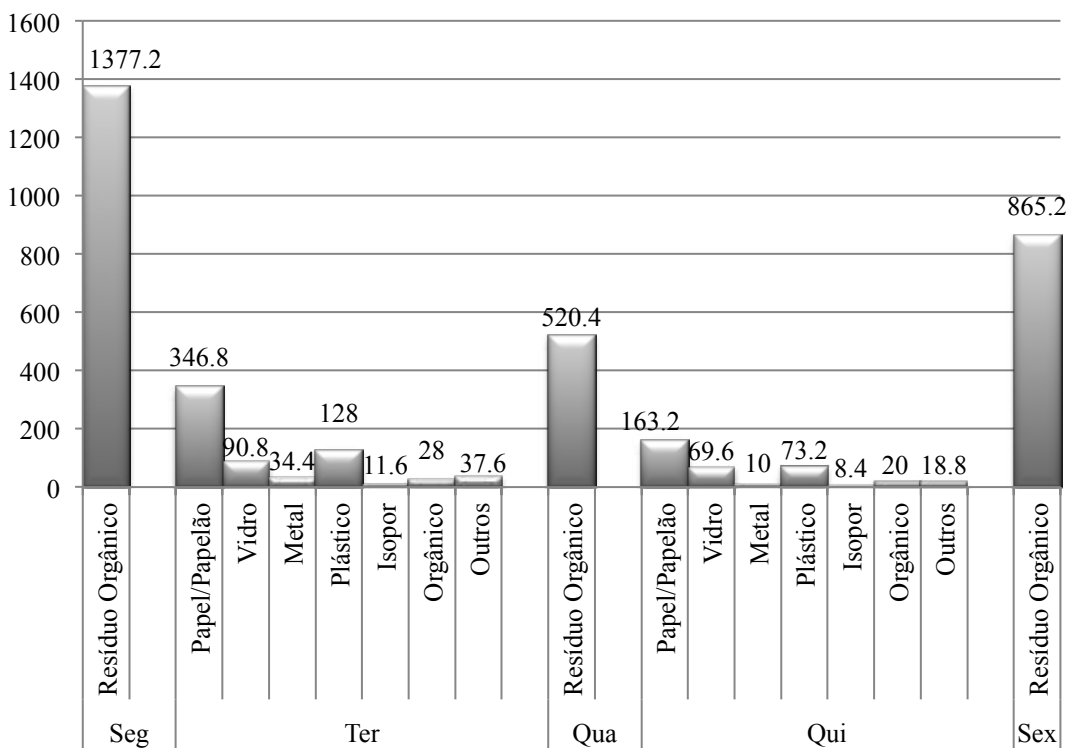


Figura 6 - Quantidade (kg) de resíduos sólidos domiciliares coletados na segunda semana de análise no Condomínio C.

O papel e papelão foram os materiais mais coletados nas duas semanas de análise do condomínio C, seguido do plástico, vidro, “outros”, orgânico, metal e isopor. Com isso, observa-se que o material orgânico, que não deveria ser encontrado junto aos resíduos recicláveis, está presente em quantidade superior ao metal e ao isopor. Na primeira semana, a geração de resíduos foi maior em todos os materiais, exceto o isopor. Esse mesmo comportamento, em relação aos materiais recicláveis foi observado por Rae (2010), pois no período de seu estudo houve mudança de comportamento dos condôminos, que resultou na re-

dução da quantidade de recicláveis sendo descartados junto aos resíduos da coleta convencional.

Na Figura 7 apresenta-se a massa dos resíduos recicláveis coletados nas duas semanas de análise no condomínio C. Esse gráfico permite afirmar que existe variação na geração dos materiais coletados. Observa-se também que o comportamento da primeira semana em relação à segunda semana difere quanto à composição gravimétrica. Isso demonstra a importância de períodos longos de amostragem para a utilização de dados a serem utilizados em projetos de gerenciamento de resíduos sólidos.

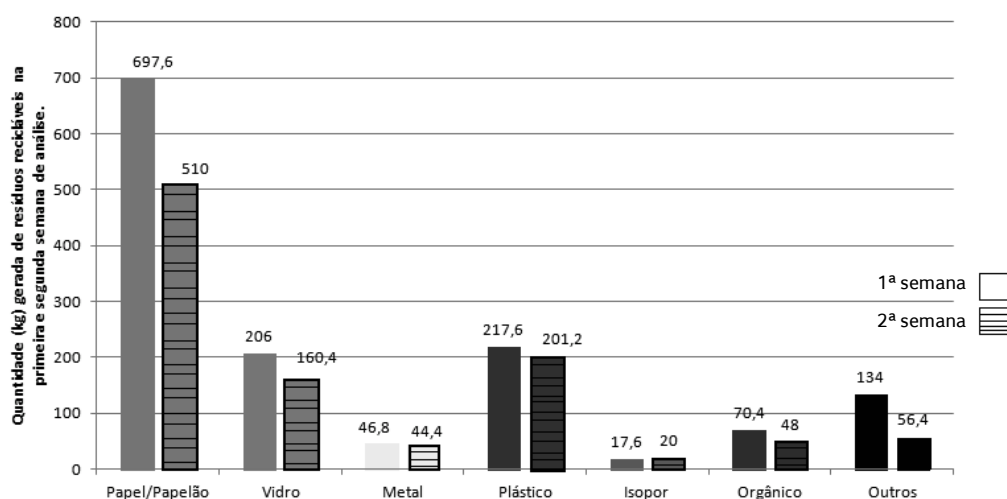


Figura 7 - Massa (kg) dos resíduos recicláveis coletados na primeira e segunda semana de análise do Condomínio C.

Como a quantidade de resíduos gerados varia de semana para semana, é importante conhecer a massa específica de cada material para dimensionar veículos de coleta, contêineres, caçambas ou abrigo de resíduos (MONTEIRO et al., 2001).

As massas específicas resultantes das análises dos três condomínios foram divergentes entre si (Tabela 5). A maior diferença observada está na massa específica do vidro no Condomínio C, o que pode ser explicado por existir uma variedade maior de tipos de vidros para a obtenção da massa específica; diferentemente do Condomínio A, em que para esse cálculo a maioria dos resíduos eram

garrafas de vinho, e do Condomínio B, onde eram vidros de embalagens de alimentos.

Para Poças e Freitas (2003), a utilização de menos embalagens é normalmente obtida por meio da redução da espessura das embalagens e/ou de otimização do seu formato. Dessa forma, o uso de embalagens mais leves pode também ser considerado uma forma de redução na origem e diminuição da massa específica de um mesmo material.

Em todos os condomínios o dado que mais se aproximou foi do metal, por se tratar de latas de bebidas que foram encontradas em todos os condomínios.

Tabela 5 - Massa específica (kg.m^{-3}) dos resíduos dos Condomínios e valores típicos

Material	Massa específica (kg.m^{-3})			
	Condomínio A	Condomínio B	Condomínio C	Valores típicos*
Orgânico	--	179,17	220,49	131-481
Papel	66,59	87,50	46,35	42-131
Plástico	26,25	34,72	18,75	42-131
Metal	28,47	20,84	25,00	50 - 240
Vidro	129,15	12,50	358,33	160-481
Outros	53,70	33,33	Não realizado	-
Isopor	16,67	29,17	20,83	-
Remédio	16,67	Não encontrado	Não encontrado	-

* Fonte: Tchobanoglous e Vigil (1993)

Ao comparar os valores de massa específica dos condomínios estudados (Tabela 5) com referências da literatura normalmente utilizadas para fins de projetos, observa-se que os resíduos orgânicos e os resíduos de papel/papelão de todos os condomínios estão em conformidade com a faixa de valores das massas específicas propostas por Tchobanoglous e Vigil (1993).

Por outro lado, os materiais do tipo plástico, metal e vidro (com exceção do condomínio C) não são semelhantes aos valores de literatura, apresentando em sua maioria diferenças expressivas, como é o caso da massa específica do vidro no condomínio B, que apresenta uma diferença de 148 kg.m^{-3} do menor valor para o intervalo que pode variar a massa específica. Conforme afirmam Braga et al. (2008), com o desenvolvimento de novas tecnologias é possível a diminuição de peso de uma nova embalagem de um mesmo produto, e ainda, segundo Campos (2012), a forma como é comercializado o produto, por exemplo, alimentos semiprocessados, pode implicar na geração de resíduos sólidos com massa específica menor.

4 CONCLUSÕES

Com esse estudo foi possível concluir que existe variação na composição dos resíduos sólidos domiciliares das diferentes formas de habitação e localização das cidades.

Observou-se que o percentual de resíduo orgânico e reciclável divergiu em todos os condomínios

do estudo, o que pode ser relacionado ao número de moradores, nível educacional, condições climáticas das cidades estudadas e costumes da população da amostra; essa diferença também pode estar relacionada à maneira como são coletados os resíduos em cada forma de habitação.

Dentre os recicláveis foi predominante, em todos os condomínios, o papel (54,83% no condomínio A; 54,44% no condomínio B e 49,69% no condomínio C), seguido do plástico (14,17% no condomínio A; 14,79% no condomínio B e 17,23% no condomínio C) e do vidro (12,73% no condomínio A; 12,43% no condomínio B e 15,08% no condomínio C).

Em relação à massa específica dos resíduos sólidos domiciliares, conclui-se que esse parâmetro apresentou expressivas diferenças entre os condomínios estudados, com exceção do metal; comparando os resultados obtidos com a literatura, percebeu-se a necessidade de verificação desses dados *in loco* para dimensionar de forma correta um sistema de coleta e acondicionamento.

A geração *per capita* foi díspar entre os condomínios ($0,757 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ no condomínio A, $0,916 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ no condomínio B e $0,480 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ no condomínio C), o que permitiu concluir que o tipo de moradia e sua localização interfere nesse parâmetro, ressaltando também a importância do levantamento desta informação *in loco* para fins de projeto de gerenciamento de resíduos sólidos.

5 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Estudo macroeconômico da embalagem ABRE/FGV**. São Paulo, 2015. Disponível em: < <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/> >. Acesso em: 13 set. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004b.
- _____. **NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004a.
- BRAGA; Florindo dos S.; NÓBREGA, Claudia C.; HENRIQUES, Vicente M.. Estudo da composição dos resíduos sólidos domiciliares em Vitória – ES. **Revista Limpeza Pública**, São Paulo, n. 55, p. 11-24, abr. 2000.
- BRAGA, José O. N.; COSTA, Lizit A. da; GUIMARÃES, André L.; TELLO, Júlio C. R.. O uso do geoprocessamento no diagnóstico dos roteiros de coleta de lixo na cidade de Manaus. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 387-394, out/dez 2008.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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**. Brasília, 3 ago. 2010.
- _____. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Versão Pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais**. Brasília, fev. 2012.
- CAMPOS, Heliana K. T.. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 171-180, abr/jun 2012.
- CASTILHO, Tais. Isopor para o que der e vier. **Visão Ambiental**, São Paulo, ano I, n. 4, p. 48-51, jan/fev. 2010.
- GROTE; Zilmara V.; SILVEIRA, José L.. Análise energética e exergética de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor). **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, ano III, n. 3, p. 9-27, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. **Logística reversa: práticas nas empresas no Brasil**. Rio de Janeiro, 2013.
- MATTOS, Julio C. P. **Poluição ambiental por resíduos sólidos em ecossistemas urbanos: estudo de caso do aterro controlado de Rio Branco – AC**. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais) – Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre, 2006.
- MEIRA; Ana Maria et al. **Guia para o gerenciamento de resíduos – Câmpus Luiz de Queiroz: saiba o que fazer para reduzir, reutilizar e encaminhar resíduos**. Piracicaba: Serviço de Produções Gráficas, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2011.
- MONTEIRO, José H. P.; FIGUEIREDO, Carlos E. M.; MAGALHÃES, Antônio F.; MELO, Marco A. F. de; BRITO, João C. X.; ALMEIDA, Tarquínio P. F. de; MANSUR, Gilson L.. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- POÇAS; Maria de F. F.; FREITAS, Ana C.. **Embalagem & Ambiente**. Porto: ESP/UCP, 2003.
- RAE, Mark J. **Elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em um condomínio residencial do bairro Campeche / Florianópolis – SC**. 2010. 111 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2010.
- ROTH, Caroline das G.; GARCIAS, Carlos M. A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 5 -13, set/dez. 2008.
- TABALIPA; Ney L.; FIORI, Alberto P.. Tratamento e disposição final de resíduos. Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbanos do município de Pato Branco, PR. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 4, p. 23-33, ag. 2006.
- TCHOBANOGLIOUS, George T.H.; VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues**. McGraw-Hill, Inc., New York, 1993.
- UEDA, Joe; TAVERNARO, Roger; MAROSTEGA, Victor; PAVAN, Wesley. Impacto ambiental do descarte de fármacos e estudo da conscientização da população a respeito do problema. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 1-6, jul. 2009.