

III-331 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA

Ana Caroline David Ramos⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Paula Danielly Belmont Coelho

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Arthur Julio Arrais Barros

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Av. Almirante Barroso, n.º 1.548, apto. 304D. Bairro: Marco – Belém/PA – Brasil – Tel: (91) 98134-6864 – e-mail: caroldavid@hotmail.com

RESUMO

Avaliar a potencialidade de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos no município de Belém/PA. A pesquisa foi realizada em três etapas. Inicialmente, foi levantada a geração de resíduos domiciliares no município, determinando o percentual de matéria orgânica presente nos mesmos. Na etapa 2 foi determinado o potencial de aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados para produção de energia. Por fim, na etapa 3 foram pesquisados projetos de destinação e aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos atualmente em andamento no Brasil como alternativa para a redução da massa de resíduos enviada às unidades de destinação final no município de Belém. Com a realização do trabalho, pode-se concluir que o potencial de geração de energia elétrica através do processamento de resíduos orgânicos em biodigestores é muito positivo, bem como que, se todo o montante de resíduos orgânicos gerados no município de Belém fosse aproveitado para produção de energia elétrica, a quantidade de energia produzida seria suficiente para amortizar 1,15% do total consumido anualmente na capital paraense.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Resíduos, Resíduos Orgânicos, Alternativas Sustentáveis, Destinação Final, Biodigestores.

INTRODUÇÃO

O aumento na geração de resíduos sólidos constitui uma problemática nos grandes centros urbanos em função do contínuo e desordenado crescimento populacional, bem como pela ausência de ações do poder público para a adequação da coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos ao crescente ritmo de geração dos mesmos.

Nesse contexto, no Brasil foi promulgada a Lei n.º 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevendo que os instrumentos de planejamento do setor de manejo e controle de resíduos sólidos nas três esferas de governo (municipal, estadual e federal) devem elencar “metas de redução, reutilização, reciclagem (...) com vistas a reduzir a quantidade de resíduos (...) encaminhados para disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Uma das formas de reduzir a quantidade de resíduos destinada às unidades de destinação final consiste no processo de compostagem. A 12.305/2010 prevê, no art. 36, inciso V, a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, “de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010). Desta forma, entende-se que a promoção da compostagem da parcela orgânica dos resíduos, assim como a implantação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, faz parte do rol de obrigações dos municípios instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2017a).

Nesse contexto, os resíduos sólidos orgânicos são aqueles que têm a capacidade de se degradar espontaneamente, realizando a reciclagem de nutrientes nos processos da natureza. Estes resíduos são oriundos de diversos tipos de atividades, dentre elas, as atividades humanas, agrícolas, industriais, de saneamento básico, entre outras.

Os principais inconvenientes oriundos da geração de resíduos orgânicos são o acondicionamento e o despejo em locais inadequados, bem como a grande massa produzida diariamente. Uma das conseqüências que mais impactam o meio ambiente é oriunda da decomposição deste material, que resulta no chorume e na emissão de metano na atmosfera (BRASIL, 2017a).

No Brasil, é grande a produção de resíduos sólidos orgânicos, sendo grande parte desse montante proveniente do desperdício de alimentos. Segundo a ONG Banco de Alimentos (2013), o desperdício ocorre em todas as fases de produção, sendo 10% no campo, 50% no manuseio e transporte, 30% na comercialização e abastecimento e 10% no varejo e consumidor final.

Tendo isso em vista, faz-se necessária a busca por alternativas para os problemas causados pelos resíduos orgânicos nos grandes centros urbanos, objetivando a mitigação dos impactos ambientais, como a poluição do solo, do ar e da água, além da proliferação de vetores. Dentre essas alternativas, destaca-se a compostagem, cuja prática é incentivada pela Lei n.º 12.305/2010, que resulta em um adubo natural que pode ser utilizado na fertilização de solos diversos (BRASIL, 2017b), bem como o uso de biodigestores, que transformam os resíduos orgânicos em energia térmica e/ou elétrica passível de aproveitamento em outras atividades.

Assim, no presente trabalho é avaliada a potencialidade de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos no município de Belém, capital do estado do Pará, bem como são elencados projetos de destinação e aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos atualmente em andamento no Brasil como alternativa para a redução da massa de resíduos enviada às unidades de destinação final na capital paraense.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teve como área de estudo o município de Belém, capital do estado do Pará, situado na região Norte do Brasil, pertencente à mesorregião de Belém. O município é banhado pelas Baías do Marajó e do Guajará, possui uma área de 1.059,458 km² e é a cidade mais populosa do estado, com 1.393.399 habitantes, segundo o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Figura 1 mostra a localização geográfica do município.



Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.

Fonte: Autores (2015).

As seguintes etapas foram desenvolvidas na avaliação do potencial de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos no município de Belém:

- a) Levantamento da geração de resíduos domiciliares no município de Belém tendo como fonte de informação bases de dados oficiais do Governo Brasileiro, como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades, determinando o percentual de matéria orgânica presente com base no trabalho de Carneiro (2006);
- b) Determinação do potencial de aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados no município para produção de energia, tendo como base o trabalho de Machado (2013);
- c) Pesquisa de projetos de destinação e aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos atualmente em andamento no Brasil como alternativa para a redução da massa de resíduos enviada às unidades de destinação final no município de Belém.

RESULTADOS

Os dados da geração de resíduos domiciliares pela população do município de Belém, no período de 2005 a 2015, estão ilustrados a seguir, na Tabela 1:

Tabela 1: Geração de resíduos domiciliares no município de Belém no período 2005/2015.

Ano	Quantidade total de RDO ¹ coletada (Ton./ano)	Ano	Quantidade total de RDO coletada (Ton./ano)
2005	265.495,80	2011	388.643,00
2006	270.826,50	2012	422.072,80
2007	314.419,30	2013	373.454,80
2008	276.320,00	2014	362.701,10
2010	415.769,40	2015	362.701,10

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016).

¹Nota: RDO – Resíduos Domiciliares.

Justifica-se a ausência do dado referente ao ano de 2009 em função do não repasse do mesmo ao SNIS pelo prestador de serviços municipal.

Além disso, observa-se ainda que a geração de resíduos domiciliares no município de Belém teve um expressivo aumento nos últimos dez anos, passando de 265 toneladas em 2005 para 362 toneladas em 2015, atingindo o pico de 422 toneladas no ano de 2012; o que representa um aumento, nos últimos dez anos, de 36,61% na quantidade de resíduos domiciliares gerada no município.

Os dados de análise gravimétrica de Belém pesquisados por Carneiro (2006) estão ilustrados a seguir, na Figura 2.

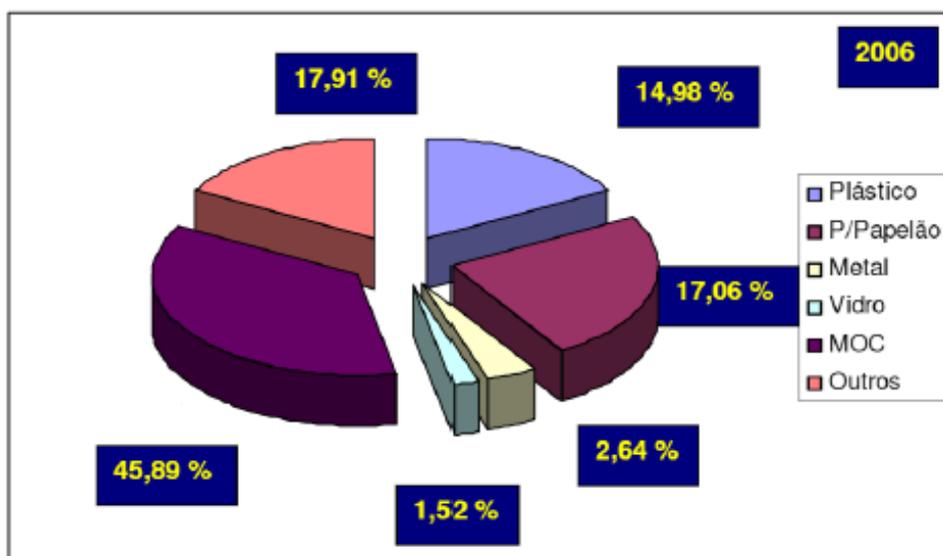


Figura 2: Análise gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados em Belém.
Fonte: Carneiro (2006).

Com os dados acima, observa-se que a maior parcela (45,89%) dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município é a de Matéria Orgânica Compostável (MOC), justamente a parcela de interesse no presente trabalho.

Assim, considerando a quantidade total de resíduos domiciliares coletados em Belém (Tabela 1), foi possível estimar a quantidade de resíduos orgânicos gerados, em tonelada/ano, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2: Parcela orgânica dos resíduos sólidos domiciliares gerados em Belém.

Ano	Quantidade total de RDO coletada (Ton./ano)	Parcela orgânica (%)	Parcela orgânica (Ton./ano)
2005	265.495,80	45,89%	121.836,02
2006	270.826,50		124.282,28
2007	314.419,30		144.287,02
2008	276.320,00		126.803,25
2010	415.769,40		190.796,58
2011	388.643,00		178.348,27
2012	422.072,80		193.689,21
2013	373.454,80		171.378,41
2014	362.701,10		166.443,53
2015	362.701,10		166.443,53

Fonte: Autores (2017).

Os dados acima reiteram o aumento estimado na geração de resíduos domiciliares no município de Belém (36,61%) nos últimos dez anos e a expressividade da parcela orgânica (45,89%) nesse montante.

Machado realizou em 2013 um trabalho na Central de Abastecimento (CEASA) localizada no município de Belém onde verificou o potencial de instalação de um biodigestor que transformasse os resíduos orgânicos gerados no local em biogás. Com a realização desse trabalho e com subsídio de informações do Ministério da Alimentação alemão, Machado chegou aos seguintes resultados (Quadro 1).

Quadro 1: Dados teóricos da capacidade de geração de energia elétrica utilizando um biodigestor no processamento dos resíduos orgânicos gerados.

Quantidade de biogás gerado com o processamento de uma tonelada de resíduos orgânicos no biodigestor (m ³) Erro! Fonte de referência não encontrada.	100
Percentual de metano (CH ₄) presente no biogás (%) Erro! Fonte de referência não encontrada.	61
Quantidade de energia contida no gás metano (kWh) Erro! Fonte de referência não encontrada.	9,94
Eficiência do motor que converte a energia térmica gerada em elétrica (%) Erro! Fonte de referência não encontrada.	40
Quantidade de energia elétrica gerada com o processamento de uma tonelada de resíduos (kWh) Erro! Fonte de referência não encontrada.	242,54

Fonte: Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (2005) e Machado (2013).

Esses valores teóricos, mesmo tendo sido aplicados em uma única unidade do gerenciamento de resíduos sólidos no município, podem ser adotados para auxiliar na avaliação do potencial de aproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados em toda a capital paraense, visto o porte e a importância da CEASA nesse contexto, conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade estimada de energia elétrica a ser gerada em Belém mediante o aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados no município.

Ano	Quantidade de resíduos orgânicos gerados (Ton./ano)	Qtde. de energia elétrica gerada com o processamento de resíduos orgânicos em biodigestor (kWh/Ton.)	Qtde. de energia elétrica gerada no município com o aproveitamento de resíduos orgânicos (kWh/ano)
2005	121.836,02	242,54	29.550.108,29
2006	124.282,28		30.143.424,19
2007	144.287,02		34.995.373,83
2008	126.803,25		30.754.860,26
2010	190.796,58		46.275.802,51
2011	178.348,27		43.256.589,41
2012	193.689,21		46.977.380,99
2013	171.378,41		41.566.119,56
2014	166.443,53		40.369.213,77
2015	166.443,53		40.369.213,77
Valor Médio (kWh/ano)			38.425.808,66

Fonte: Autores (2017).

Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2016, o estado do Pará, no ano de 2015, possuía o consumo per capita de 2.318 kWh/hab.ano, enquanto que a cidade de Belém contava com uma população de 1.439.561 habitantes (IBGE, 2015). Desta maneira, considerando o consumo per capita e a população do município em 2015, o consumo de energia elétrica no referido ano em Belém foi de 3.336×10^6 kWh/ano.

Sendo assim, considerando a hipótese de utilização da quantidade total de energia elétrica gerada no município mediante o aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados, observa-se, conforme valor médio da Tabela 3 (38.425.808,66 kWh/ano), que essa fonte alternativa de energia seria capaz de suprir 1,15% do total de energia elétrica consumida na cidade de Belém em 2015.

A seguir, são elencados projetos de destinação e aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos atualmente em andamento no Brasil.

Em Belo Horizonte/MG, existe um programa de compostagem promovido pela Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) do município que prioriza a coleta diferenciada de resíduos orgânicos nas grandes fontes geradoras, como supermercados e feiras. Segundo o site da SLU, esses resíduos são misturados com poda triturada e revirados com trator em pátio aberto, onde ficam por aproximadamente quatro meses (Figura 3). O adubo gerado no processo é usado nas praças e parques da cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2016a).

Cerca de 40 estabelecimentos, entre sacolões e restaurantes públicos e privados, participam da iniciativa, comprometendo-se a separar o resíduo e disponibilizá-lo à SLU. Por ano, são produzidas cerca de 2,3 mil toneladas de resíduos de compostagem.



Figura 3: Leiras de compostagem.

Fonte: Pedro Antônio de Oliveira (SLU de Belo Horizonte/MG).

Além do aproveitamento dos resíduos orgânicos pelo processo de compostagem, em Belo Horizonte existe a Central de Aproveitamento Energético do Biogás (Figura 4), localizada na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos, sendo pioneira no estado de Minas Gerais.

A estação processa e queima o gás metano produzido a partir da decomposição do lixo do antigo aterro sanitário da SLU. A energia elétrica gerada é comprada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e distribuída por sua rede. O biogás também é utilizado como combustível para três motores capazes de gerar 1.426 MW de energia elétrica cada um, totalizando 4.278 MW de potência, o suficiente para abastecer 20 mil casas de consumo inferior a 100 KWh/mês (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2016b).



Figura 4: Estação de aproveitamento de biogás.

Fonte: SLU de Belo Horizonte/MG.

Outro exemplo de cidade brasileira com iniciativas de aproveitamento dos resíduos sólidos é Campinas/SP, onde há coleta seletiva de diversos materiais recicláveis – como plástico, papel, vidro e metal – e de material orgânico na Central de Abastecimento (CEASA) do município através de parceria firmada com a Cooperativa “Unidos na Vitória”, que funciona dentro da própria CEASA e garante trabalho e renda a cerca de 20 famílias.

A madeira descartada também é recolhida e aproveitada pelos cooperados. A CEASA realiza ainda ações de educação ambiental junto à comunidade, com faixas, panfletos e orientações. Este trabalho de gestão de resíduos da CEASA de Campinas já foi um dos ganhadores do prêmio de responsabilidade ambiental do município promovido pelas empresas do Grupo RAC e SANASA (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, s.d.).

Já na cidade do Rio de Janeiro, em 2013, foi inaugurado um projeto piloto de compostagem no mercado do Irajá em parceria com a Embrapa Solos. De acordo com o site da empresa, “a finalidade é transformar todo o resíduo orgânico descartado hoje pelo entreposto – que atinge a marca de 100 toneladas/dia – em adubo orgânico, para que futuramente seja destinado aos agricultores do estado” (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, s.d.).



Figura 5: Projeto de compostagem na cidade do Rio de Janeiro.
Fonte: Agência de Notícias/EMBRAPA.

Outro exemplo do aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos pode ser encontrado em Florianópolis/SC, onde a Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP) e o Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo promovem oficinas visando o fortalecimento e a ampliação das ações de compostagem, a gestão comunitária de resíduos orgânicos e a agricultura urbana no município. Em um primeiro momento, essas oficinas foram realizadas com empregados da COMCAP e para técnicos convidados da Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental e da Fundação do Meio Ambiente. Entretanto, a ideia é multiplicar na cidade experiências de agricultura urbana para garantir a política pública de desvio dos resíduos orgânicos do aterro sanitário (PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS, 2016).

Destaca-se que as ações elencadas acima são alternativas de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos, sendo efetivas na redução da massa de resíduos enviada às unidades de destinação final em municípios brasileiros, logo, viáveis de reprodução na capital paraense.

CONCLUSÕES

Uma das maiores preocupações na atualidade é com a produção e a destinação dos resíduos sólidos. Existem várias alternativas sustentáveis já sendo colocadas em prática, como, por exemplo, a compostagem de resíduos orgânicos. Entretanto, há uma alternativa em estudo que ainda não foi adotada no Brasil, mas que já existe em outras cidades da Europa e que vai além da destinação dos resíduos ao propor a geração de energia com os mesmos, que são os biodigestores.

Os estudos a respeito da quantidade de resíduos domiciliares produzidos em Belém mostram o aumento da sua produção nos últimos anos, sendo o dado mais recente de 362 toneladas em 2015. Além disso, observou-se que a maior parcela (45,89%) dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município é a de Matéria Orgânica Compostável (MOC), justamente a parcela de interesse no presente trabalho.

De acordo com os dados teóricos levantados, o potencial de geração de energia elétrica através do processamento de resíduos orgânicos em biodigestores é muito positivo, resultando em 242,54 kWh por tonelada processada de resíduos orgânicos.

Assim, as estimativas realizadas apontam que, se todo o montante de resíduos orgânicos gerados no município de Belém fosse aproveitado para produção de energia elétrica, a quantidade de energia produzida seria suficiente para amortizar 1,15% do total consumido anualmente na capital paraense o que, não obstante, seria contribuinte para a redução da quantidade desses resíduos que são destinados de forma incorreta juntamente com os não recicláveis.

Além disso, foram apresentadas outras alternativas de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos executadas atualmente em municípios brasileiros, como programas de compostagem para geração de adubo e de geração de biogás, promovidos por órgãos da administração pública, empresas e associações de catadores.

Entretanto, destaca-se que essas iniciativas, em função de serem relativamente recentes, ainda estão centradas, em sua maior parte, no aproveitamento dos resíduos gerados nas CEASAS dos municípios, sendo necessário que essas ações de aproveitamento prevejam também o emprego dos demais resíduos orgânicos gerados no âmbito municipal, em função do potencial de utilização dos mesmos, por exemplo, para geração de adubo orgânico por meio dos processos de compostagem e de energia elétrica por meio da instalação de biodigestores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA Brasil (2016). “Brasil desperdiça 41 mil toneladas de alimento por ano, diz entidade”. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-06/brasil-desperdica-40-mil-toneladas-de-alimento-por-dia-diz-entidade>>. Acesso em: 27 mai. 2017.
2. BRASIL (2017a). Ministério do Meio Ambiente. Gestão de Resíduos Orgânicos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gestao-de-residuos-orgânicos>>. Acesso em: 28 mai. 2017.
3. BRASIL (2017b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro. Disponível em: <<http://www.ceasa.gov.br/index.php?pag=15>>. Acesso em: 28 mai. 2017.
4. BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 14 dez. 2015.
5. BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Série Histórica. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 16 dez. 2016.
6. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2016.
7. BUNDESMINISTERIUMS für Ernährung und Landwirtschaft (2005). Basisdaten Biogas Deutschland. Disponível em: <http://wiki.istanbullisesi.net/images/9/96/Basisdaten_Biogas.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2016.
8. CARNEIRO, Paulo Fernando Norat. *Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua – PA*. Belém, 2006. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.
9. GOVERNO do Estado do Rio de Janeiro (s.d.). Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento. CEASA/RJ. Disponível em: <http://www.ceasa.rj.gov.br/ceasa_portal/view/portal.asp>. Acesso em: 26 mai. 2017.
10. INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas Populacionais (2015). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/default.shtm>>. Acesso em: 28 mai. 2017.
11. INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 dez. 2016.
12. MACHADO, Gleysson Bezerra (2013). Portal de Resíduos Sólidos. “CEASA: Transformando Desperdício de Alimentos em Desenvolvimento Sustentável”. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/CEASA-transformando-desperdicio-de-alimentos-em-desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 01 mai. 2016.
13. PREFEITURA Municipal de Belo Horizonte (2016a). “Adubo é Destinado a Parques e Jardins da Cidade”. Disponível em:

- <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=34916&lang=pt_BR&pg=5600&taxp=0&>. Acesso em: 25 mai. 2017.
14. PREFEITURA Municipal de Belo Horizonte (2016b). “Lixo Produz Energia Elétrica e Belo Horizonte Avança na Proteção do Meio Ambiente”. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=slu&tax=34914&lang=pt_BR&pg=5600&taxp=0&>. Acesso em: 26 mai. 2017.
 15. PREFEITURA Municipal de Campinas (s.d.). Centrais de Abastecimento de Campinas S.A. Disponível em: <<http://www.ceasacampinas.com.br/novo/index.asp> >. Acesso em: 27 mai. 2017.
 16. PREFEITURA Municipal de Florianópolis (2016). Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP). Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/?pagina=notpagina&menu¬i=17796>>. Acesso em: 26 mai. 2017.