

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO CENTRO NACIONAL DE PRIMATAS - CENP

Juliana Belmiro Gonçalves (*), Risete Maria Queiroz Leão Braga, Potira Fernandes e Silva, Krishna Ohanna Santos de Souza

* Universidade Federal do Pará - e-mail: julianabelmiro18@gmail.com

RESUMO

O Centro Nacional de Primatas - CENP é um órgão público federal, atualmente coordenado pelo Instituto Evandro Chagas, e conta com 196 funcionários, que se divide em áreas técnica e administrativa. Este artigo tem como objetivo caracterizar o manejo dos resíduos sólidos gerados no CENP, para fins de implantação de coleta seletiva futuramente. A metodologia envolveu duas etapas principais. A primeira consistiu na caracterização da área e o levantamento de dados como número de pessoas, distribuição de áreas, alimentação dos primatas. A segunda compreendeu o diagnóstico do manejo (resíduos gerados; acondicionamento interno e temporário; coleta e transporte interno; armazenamento temporário; controle dos resíduos especiais; coleta e transporte externo) e a análise gravimétrica dos resíduos. Os resultados da análise gravimétrica apontaram que o órgão gera resíduos do tipo: papel/papelão, vidro, plástico, metal, orgânicos e rejeitos e ainda resíduos de serviço de saúde (infectantes). O estudo mostrou que o CENP executa as atividades de coleta, transporte e armazenamento dos resíduos sólidos, mas sem um programa de coleta seletiva solidária, previsto em Decreto 5.940/2006, o que gera várias inconformidades em um sistema adequado de gerenciamento de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos sólidos; gerenciamento de resíduos; gravimetria; Decreto 5.940/2006.

INTRODUÇÃO

A produção de lixo, ou tecnicamente resíduos sólidos, no mundo cresce a cada dia e de forma desenfreada, muito por conta dos processos de globalização e consumo de produtos não biodegradáveis, mais ainda pela forma como é descartada essa sobra quando não é realizada de forma correta, causando diversos prejuízos para o meio ambiente.

Desde o surgimento dos primeiros centros urbanos, a produção de lixo se apresenta como um problema de difícil solução. Derivada do termo latim *lix*, a palavra lixo significa “cinza”. No dicionário, ela é definida como “sujeira, imundície, coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor”. Lixo na linguagem técnica é sinônimo de resíduos sólidos e é representado por materiais descartados pelas atividades humanas. (Alcântara, 2010, p. 13)

A gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos são ferramentas que fazem com que a solução de problemas relacionada a estes sejam mais eficientes, tanto por meio de políticas públicas quanto por meio de ações, dessa forma entende-se o gerenciamento como produto da gestão. Gestão Integrada compreende o “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010).

Já gerenciamento é citado no Inciso X, da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, como:

X – gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta lei; (BRASIL, 2010)

Dentro dos instrumentos para realizar a gestão e o gerenciamento de forma eficiente está a coleta seletiva, a qual tem por objetivo tornar o descarte de resíduos mais eficiente, segregando-os entre recicláveis/reutilizáveis e os que não tem possibilidade de retornar para os processos produtivos como matéria prima, o que se chama de rejeitos. Assim é tida como “ferramenta à implementação de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010)

A coleta seletiva constitui um instrumento fundamental para atingir metas de redução e tratamento, tanto de resíduos secos quanto de resíduos úmidos. É um projeto que envolve o setor público, a sociedade civil (cidadão) e a indústria, principalmente no que se refere à

interface da coleta seletiva dos resíduos secos com a logística reversa, especialmente a de embalagens em geral. (ABRELPE & GO ASSOCIADOS, 2015, p. 22)

Portanto realizar um diagnóstico acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos de um local pode proporcionar diversas conclusões e soluções para possíveis problemas encontrados. O diagnóstico do gerenciamento leva em consideração levantamentos acerca da área, como bibliografia e dados secundários, e acerca do manejo dos resíduos desde os dispositivos utilizados para o andamento deste até os tipos e as quantidades de resíduos gerados.

O local a ser estudado nessa pesquisa é o Centro Nacional de Primatas, um dos maiores centros de primatologia da América Latina e que em 2018 completou 40 anos de existência. É um órgão de cunho federal localizado na região metropolitana de Belém - PA e que em parceria com o Instituto Evandro Chagas promove pesquisas acerca da área de ciências da saúde.

OBJETIVO

Caracterizar qualitativa e quantitativamente os resíduos gerados no CENP e verificar o sistema de coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos sólidos - RS gerados no órgão para obter diagnóstico base para viabilidade da implantação de coleta seletiva.

METODOLOGIA

O diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos no CENP envolveu 2 etapas principais (Quadro 1) compreendendo o levantamento bibliográfico inicialmente em periódicos, teses, dissertações, etc. sobre a temática de resíduos e o gerenciamento. Os dados foram obtidos entre os meses de maio e julho de 2018. A etapa de gravimetria ocorreu no período de 19 a 21 e 23 a 26 de Junho.

QUADRO 1 – Etapas metodológicas do diagnóstico de resíduos sólidos no CENP Fonte: Autores, 2018.

ETAPAS METODOLÓGICAS
1. LEVANTAMENTO DE DADOS NO CENP Visita “in loco”: Caracterização da área (história, setores, divisão, atividades) Quantidade de indivíduos que utilizam o órgão
2. DIAGNÓSTICO Levantamento do tratamento alimentar dos primatas Etapas do Manejo (geração, coleta, armazenamento, transporte, destinação final de RS e frequência de realização das etapas) Levantamento gravimétrico (quantidade diária de resíduos gerados)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Centro Nacional de Primatas – CENP está localizado na Rodovia BR 316, Km 07, s/n, Bairro Centro, município de Ananindeua, Região Metropolitana de Belém – RMB. É um centro de Primatologia de cunho federal, o qual foi instituído em 15/03/1978 por meio da Portaria Ministerial nº 115/BSB, resultado de parceria entre diversos órgãos e ministérios, como os Ministérios da Saúde e Agricultura, Organização mundial da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde e Fundação de serviços de saúde pública. Após passar por diversas administrações, em 2010 passou a ser coordenado pelo Instituto Evandro Chagas – IEC, onde permanece até os dias atuais.

É considerado um dos principais centros de primatologia da América Latina, sendo criado pela necessidade de se utilizarem primatas da América Latina para pesquisas e por estar em território que contém um das maiores concentrações de primatas na Amazônia. Portanto, tem como objetivo “planejar executar política de desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas para as populações de primatas não humanos no Brasil”, com a missão criar e reproduzir primatas neotropicais para desenvolver e apoiar pesquisas na área de ciências da saúde em parcerias com instituições de pesquisa e ensino e assegurar a preservação das espécies” (CENP, 2017).

O CENP se divide em duas áreas: uma administrativa e outra técnica (Quadro 2). A área administrativa é responsável por processos relacionados ao regimento do órgão e a técnica ocupa-se dos processos biológicos. A área técnica possui 8 galpões, cozinha, clínica e laboratório, os quais habitam os animais pesquisados. Há um espaço para os funcionários

terceirizados que cuidam dos serviços gerais. O total de funcionários que utilizam essas áreas é igual a 204, de acordo com dados fornecidos pelo setor de recursos humanos, porém ao contabilizar os funcionários por prédio, o número foi inferior ao informado, totalizando 196 funcionários.

QUADRO 2 – Áreas e subunidades estratégicas do CENP Fonte: SEADM/CENP apud CENP, 2017. Elaboração: Autores, 2018.

ÁREAS	SERVIÇOS	COMPETÊNCIAS
TÉCNICA	SEEMP	Coordenar e executar atividades relacionadas ao manejo, nutrição, ecologia e meio ambiente de primatas não humanos (PNHs).
	SESAP	Coordenar atividades de acompanhamento clínico, cirúrgico e laboratorial de PNHs; coordenando a SALAB, especificamente, na execução de atividades laboratoriais do CENP em consonância com as normas de biossegurança; e a SAMEV, na execução de atividades inerentes à área de clínica veterinária nos animais do plantel.
ADMINISTRATIVA	SEADM	Coordenar e executar atividades técnico-administrativas relacionadas ao planejamento, à informática, ao orçamento e finanças, à gestão de pessoas e aos recursos logísticos, necessárias ao desenvolvimento das atividades finalísticas da instituição, tendo como subordinadas as seguintes seções: SAOFI, SEGEP e SALOG.

LEGENDA:

SEEMP – SERVIÇO DE ECOLOGIA E MANEJO DE PRIMATAS

SESAP – SERVIÇO DE SAÚDE DE PRIMATAS

SEADM – SEÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO

Em seu último relatório oficial atualizado em 2017, o CENP contabilizou um total de 25 espécies de primatas não humanos, “totalizando 615 Primatas Não Humanos (PNHs) (situação em 31/12/2016); sendo 315 machos e 300 fêmeas, distribuídos em 04 faixas etárias.” (CENP, 2017).

RESULTADOS

MANEJO DOS RESÍDUOS NO CENTRO NACIONAL DE PRIMATAS

No órgão existem a geração de dois tipos de resíduos, os infectantes (resíduo de serviço de saúde) e os comuns, os quais são gerados em decorrência do consumo dos funcionários. As etapas de manejo observadas foram: quantidade de resíduos gerados; acondicionamento interno e temporário; coleta e transporte interno; armazenamento temporário; controle dos resíduos especiais; e, coleta e transporte externo.

Em relação à rotina alimentar dos primatas, estes são alimentados por larvas de insetos, frutas e ração, sendo esta variada durante a semana. Para os animais que estão nos galpões as frutas são distribuídas as segundas, quartas e sextas, sendo as cascas descartadas em um recipiente e encaminhadas para o lixo. Já para os animais que se encontram na clínica a distribuição é realizada todos os dias.

Quanto à existência de programas de segregação dos resíduos no CENP, alguns funcionários o fazem, porém não existe uma regulação obrigando todos a fazer, devido a dificuldade na aceitação de segregar o que se produz. Na manhã em que a coleta foi realizada não foi detectado qualquer critério de separação dos resíduos.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS E CARACTERIZAÇÃO- GRAVIMETRIA

A gravimetria teve como objetivo identificar os tipos de resíduos gerados e a áreas oriundas desses materiais, a fim de obter a geração de volume e massa total dos resíduos e os percentuais correspondentes. Portanto, os resíduos coletados e identificados foram alocados no galpão para em seguida serem segregados. O tempo de segregação durou cerca de 1 hora e foi realizado por 3 pessoas (Figura 1).



Figura 1: Segregação dos resíduos. Fonte: Autores, 2018

A triagem levou em consideração 5 classificações: Papel/Papelão, Vidro, Plástico, Metal, Orgânicos e Rejeitos, o qual foi subdividido em papel higiênico e Outros (Quadro 3).

QUADRO 3 – Resíduos identificados de acordo com classificações propostas. Elaboração: Autores, 2018.

Plástico	Papel/Papelão	Metal	Orgânicos	Rejeitos
copos descartáveis, sacolas plásticas, garrafas pet, garrafas provenientes de produtos de limpeza, potes de margarina/manteiga, basquetas plásticas quebradas, cestos plásticos quebrados e sacos de rafia.	papéis de escritórios (brancos), embalagem de papel pardo para alimentos, caixas de papelão desmontadas, rolos de papelão.	latas de alumínio, embalagem aerossol, clips, latas de alimento em conserva.	resto de frutas utilizadas para alimentação dos primatas, resto de comidas e frutas provenientes do consumo dos funcionários.	papel higiênico, papel originários da cozinha, os quais ou estavam sujos de alimentos ou foram utilizados para enxugar as mãos, embalagens de alumínio (marmite), luvas, embalagens de remédios etc.

Observaram-se alterações significativas na quantidade gerada de alguns tipos de resíduos. Nos dias 21 e 26 de junho houve um aumento na produção, registrando os valores de massa de 91,20 kg e 76,10 kg e volume de 0,898 m³ e 0,832 m³, respectivamente (Figura 2). O fato pode ser justificado pelo descarte maior de resíduos orgânicos provenientes de frutas e insetário, que muitas vezes são descartados por não ter sido utilizados e acabam estragando. Com relação aos resíduos gerados no final de semana o valor de massa correspondente foi de 15,90 kg.



FIGURA 2: Produção diária de RS do CENP: (a) em massa (Kg); (b) e volume (m³). Fonte a/b: CENP, 2018. Idealização e Elaboração: Autores, 2018.

O Quadro 4 apresenta uma visão geral da quantidade de resíduos sólidos gerados/semana no CENP nas duas áreas (administrativa e técnica), que resultou em uma massa específica média de 0,096 kg/L.

**QUADRO 4 – Valores médios em massa e volume dos resíduos gerados no CENP/semana Fonte: CENP, 2018.
Elaboração: Autores, 2018.**

ÁREA ADMINISTRATIVA – Produção em dias úteis*					
Material	Massa (kg/semana)	MÉDIA (kg/dia)	Volume (m ³ /semana)	Volume (L/semana)	MÉDIA (L/dia)
Papel/Papelão	11,2	2,24	0,216	216,34	43,27
Vidro	0	0	0,000	0,00	0,00
Plástico	7,55	1,51	0,360	360,00	72,00
Metal	3,3	0,66	0,025	25,05	5,01
Orgânicos	16,7	3,34	0,072	72,42	14,48
Rejeitos	36,9	7,38	0,750	750,42	150,08
TOTAL	75,65	15,13	1,424	1424,22	284,84
ÁREA TÉCNICA – Produção em dias úteis					
Material	Massa (kg/semana)	MÉDIA (kg/dia)	Volume (m ³ /semana)	Volume (L/semana)	MÉDIA (L/dia)
Papel/Papelão	4,6	0,92	0,146	145,74	29,15
Vidro	0	0,00	0,000	0,00	0,00
Plástico	11,95	2,39	0,546	546,18	109,24
Metal	0	0,00	0,000	0,00	0,00
Orgânicos	194,9	38,98	0,573	572,91	114,58
Rejeitos	53,8	10,76	0,878	878,12	175,62
TOTAL	265,25	53,05	2,143	2142,95	428,59
ÁREA TÉCNICA - Final de semana*					
Material	Massa (kg/semana)	MÉDIA (kg/dia)	Volume (m ³ /semana)	Volume (L/semana)	MÉDIA (L/dia)
Papel/Papelão	0,6	0,30	0,010	10,44	5,22
Vidro	0	0,00	0,000	0,00	0,00
Plástico	0,4	0,20	0,030	30,00	15,00
Metal	0	0,00	0,000	0,00	0,00
Orgânicos	10,8	5,40	0,023	22,68	11,34
Rejeitos	4,1	2,05	0,072	71,81	35,90
TOTAL	15,9	7,95	0,135	134,92	67,46
TOTAL CENP – Produção durante 1 semana					
Material	Massa (KG/semana)	MÉDIA (kg/dia)	Volume (m ³ /semana)	Volume (L/semana)	MÉDIA (L/dia)
Papel/Papelão	16,4	2,34	0,373	372,51	53,22
Vidro	0	0,00	0,000	0,00	0,00
Plástico	19,90	2,84	0,936	936,18	133,74
Metal	3,3	0,47	0,025	25,05	3,58
Orgânicos	222,4	31,77	0,668	668,01	95,43
Rejeitos	94,8	13,54	1,700	1700,34	242,91
TOTAL	356,8	50,97	3,702	3702,10	528,87
Massa Específica (kg/L)	0,0964				

* A área administrativa funciona apenas em dias úteis da semana (5 dias) e a área técnica 7 dias corridos por regime de plantão nos finais de semana por conta da alimentação dos primatas.

A gravimetria realizada aponta que o maior percentual encontrado é para resíduos orgânicos (62%), quando relacionado a massa total dos resíduos sólidos, como era de se esperar haja vista a alimentação dos primatas ser a base de frutas e verduras. Os demais resíduos recicláveis gerados em maior percentual são plásticos (6%) e papel/papelão (5%), respectivamente (Figura 3).

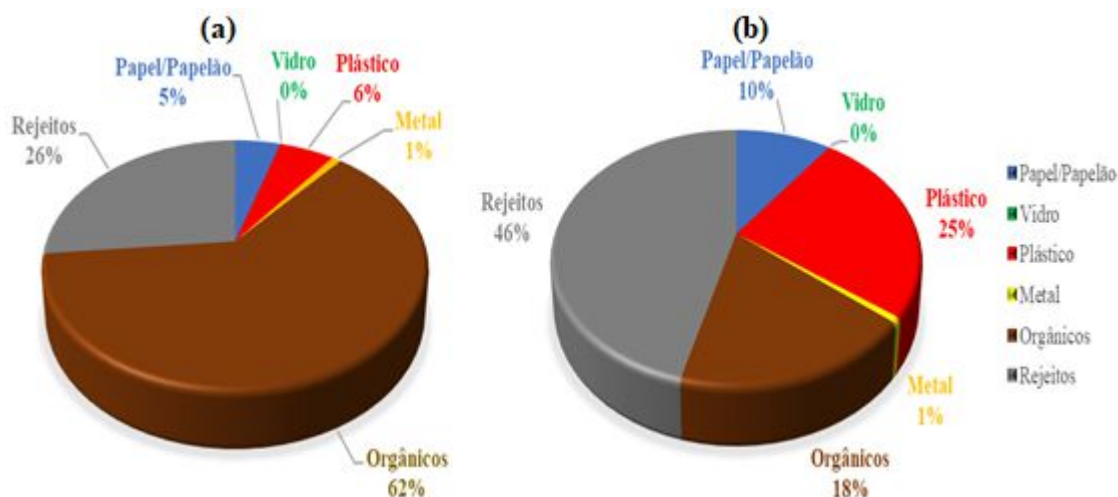


FIGURA 3 – Composição Gravimétrica do CENP: a) em massa úmida; b) em volume ocupado. Fonte: CENP, 2018. Elaboração: Autores, 2018.

ACONDICIONAMENTO INTERNO E TEMPORÁRIO

O acondicionamento interno e identificação dos resíduos gerados se dão em diferentes recipientes na área técnica do órgão. Quando são gerados resíduos de saúde (infectantes), que não podem ser armazenados junto aos resíduos comuns, estes são colocados em um cesto telado branco, não rígido, com um saco branco contendo uma simbologia do tipo de resíduo. Já os resíduos comuns são armazenados em recipientes de cor azul ou cinza com sacos plásticos pretos, tanto na área administrativa como na área técnica (Figura 4).



FIGURA 4 – Acondicionamento interno de resíduos no CENP: (a) recipiente utilizado para descartar resíduos infectantes; (b)/(c) recipientes utilizados para descartar resíduos e rejeitos comuns na área técnica; (d) recipientes utilizados para descarte de resíduos comuns na área administrativa. Fonte: Autores, 2018

O acondicionamento temporário ocorre fora das salas e/ou galpões, em recipientes do tipo contentor ou em uma espécie de cercado feito com tela metálica e coberto com tampa improvisada (Figura 5). Os contentores são usados na área técnica e dividem-se em resíduos comum e infectante com identificação para os resíduos perigosos.



FIGURA 5 – (a) Contentores de resíduos infectantes e resíduo comum; (b) Reservatório dos resíduos gerados na área administrativa. Fonte: Autores, 2018.

Os funcionários da coleta relataram que o reservatório Figura 5(b), utilizado para armazenar os resíduos da área administrativa deveria ser trocado, pois apesar de possuir uma tampa, os sacos colocados no interior desses, em dia anterior a coleta, geralmente amanhecem rasgados em função de o reservatório ser apenas telado e acabam atraindo animais que rasgam os sacos ali presentes em busca de alimento.

COLETA E TRANSPORTE

A coleta de cada tipo de resíduo é realizada diariamente e em horários diferentes, sendo os resíduos infectantes coletados às 10:00 h e 13:00 h e o comum coletado às 10:30 h e 13:30 h. No transporte de todos os resíduos é utilizado um veículo do tipo *Pick Up*, o qual conta com 5 funcionários: 4 para a coleta dos resíduos e 1 na direção. O percurso de cada coleta dura cerca de 20 minutos e abrange todo o órgão. Após essa etapa os resíduos infectantes são encaminhados para um incinerador localizado no Instituto Evandro Chagas, que se encontra na parte frontal do terreno. O Instituto é responsável pela pesagem e tratamento desses resíduos. Os demais resíduos, comuns, são pesados em uma balança mecânica manual com capacidade de até 300 kg, sendo colocados em recipiente retangular para a pesagem, em seguida são armazenados em contentores grandes, localizados em um pequeno galpão longe da área de convivência do CENP. Após todo esse processo a coleta externa ocorre por empresa terceirizada (Figura 6).

Além dos resíduos descritos anteriormente, o CENP também coleta resíduos denominados “maravalha”, que consiste em resto de grânulos utilizados nas jaulas dos primatas misturados aos restos de alimentos e excrementos dos primatas. Porém, por serem desconhecidas às características biológicas desses resíduos não foram manuseados e empregados no estudo.



FIGURA 6 – Coleta, pesagem e armazenamento dos resíduos: (a) Veículo responsável pela coleta; (b) Galpão para o armazenamento temporário dos resíduos; (c) Balança utilizada na pesagem dos resíduos; (d) Contentores e armazenamento temporário. Fonte: Autores, 2018

Foi verificado que os funcionários que realizam a coleta usam Equipamento de Proteção Individual (EPI) completo (luvas de borracha, máscaras, botas e roupas apropriadas, como calça comprida e blusa de manga longa, alguns ainda utilizam bonés para se proteger do sol) o que é importantíssimo para um bom andamento do processo de manejo dos resíduos, evitando acidentes (Figura 7).



FIGURA 7 – Funcionário atuando na coleta dos resíduos com EPI. Fonte: Autores, 2018

CONCLUSÃO

O estudo mostrou que o CENP executa as atividades de coleta, transporte e armazenamento dos resíduos sólidos, mas sem um programa de coleta seletiva solidária, previsto em Decreto 5.940/2006, o que gera várias inconformidades em um sistema adequado de gerenciamento de resíduos.

Os coletores dos resíduos infectantes não são apropriados, apresentam-se perfurados e moles e não estão de acordo com o recomendado pela NBR 12809/1993. O coletor telado da área administrativa deve ser trocado, pois acabam atraindo animais, que rasgam os sacos armazenados e espalham os resíduos.

Os resíduos gerados no CENP podem ser classificados de acordo com a NBR 10:004/2004 como não perigosos, sendo os resíduos orgânicos - Classe IIA – não inertes por apresentarem biodegradabilidade como propriedade e os demais resíduos podem ser classificados como Classe IIB – inertes.

A geração de matéria orgânica é bastante presente, decorrente em sua maioria da alimentação dos primatas, portanto, um estudo sobre a reciclagem desses resíduos a partir do processo de compostagem poderá ser uma perspectiva de destinação ambientalmente adequada; além dos benefícios ambiental e econômico quando do emprego do adubo (resultado do processo de compostagem) em áreas verdes da Instituição.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Nacional de Primatas por auxiliarem na realização desta pesquisa, por meio do fornecimento de dados e autorização de uso do espaço para a execução dos procedimentos metodológicos que possibilitaram a produção deste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 12807:1993 – Resíduos de serviços de saúde**. Rio de Janeiro, ABNT, 1993.
2. _____. **NBR ISO 12809:1993 – Manuseio de resíduos de serviços de saúde**. Rio de Janeiro, ABNT, 1993.
3. _____. **NBR ISO 10004:2004 – Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.
4. ALCANTARA, A. J. O. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso. 2010, 89 p., Cáceres.
5. BRASIL. **Decreto nº 5.940 de 25 de Outubro de 2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF 2006.
6. _____. **Lei 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. Brasília, DF 2010.
7. CENTRO Nacional de Primatas. **Relatório de Gestão: Exercício 2016**. 85 f. Ananindeua, PA 2017.
8. GO ASSOCIADOS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. 13ª Edição.



9. ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais; GO ASSOCIADOS. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil.** Julho de 2015, São Paulo – SP.
10. ROCHA, L. M. **Análise da implantação da coleta seletiva solidária em órgãos públicos federais à luz do decreto federal 5.940/2006.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2010, 175 p., Belo Horizonte.