



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

Laila Rebeca da Silva Nunes

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO PORTO DE BELÉM E
TERMINAL PETROQUÍMICO DE MIRAMAR, BELÉM – PARÁ -BRASIL**

BELÉM - PA
MARÇO 2015

Laila Rebeca da Silva Nunes

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO PORTO DE BELÉM E
TERMINAL PETROQUÍMICO DE MIRAMAR, BELÉM – PARÁ -BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA).

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luiza Carla Girard Teixeira

BELÉM - PA
MARÇO 2015

Laila Rebeca da Silva Nunes

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO PORTO DE BELÉM E
TERMINAL DE MIRAMAR, BELÉM – PARÁ -BRASIL**

Dissertação de mestrado apresentada como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA).

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luiza Carla Girard Teixeira

DATA DE APROVAÇÃO: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Luiza Carla Girard Teixeira
Dr.^a em Ciências (UFPA)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof.^a Dr.^a Risete Maria Queiroz Leão Braga
Dr.^a em Geologia – geoquímica (UFPA)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof.^o Dr. Mauricio Alves da Motta Sobrinho
Dr. em Engenharia de Processos (INPL)
Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL)

Prof.^o Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Dr. em Ciências (UFPA)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Dedico este trabalho as pessoas
mais importantes da minha vida, meus
pais, Mário Severino Nunes (*in
memorian*) e Maria da Conceição Silva,
pelo incentivo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Maria da Conceição Silva e Mário Severino Nunes, pelo amor incondicional e por me darem condições para realização dos meus sonhos.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Luiza Girard pelo conhecimento repassado, paciência e por disponibilizar seu tempo, sendo sempre atenciosa e dedicada. Profissional admirável e que, com certeza, serve de exemplo para qualquer aluno. Grata por tudo.

Aos funcionários da Companhia Docas do Pará (do Porto de Belém e do Terminal de Miramar) que facilitaram o acesso às informações requeridas, principalmente aos funcionários dos serviços gerais que ajudaram diretamente em campo, com a coleta das amostras de resíduos, sendo sempre muito prestativos.

A Bruna Silva e Yuri Bahia, que dedicaram seu tempo na separação das amostras de resíduos, sendo essenciais para o desenvolvimento do trabalho de campo.

Ao Prof.^o Dr. Edson Soares Ramos, do Grupo de Estudos e Pesquisas Estatísticas e Computacionais, por ter ajudado na análise estatísticas dos dados.

Ao Jeann Ricardo Bahia que sempre esteve presente nos momentos de dificuldades, ajudando no que era necessário.

A todos os mestres que de forma direta e indireta fizeram parte da minha formação, pessoal e profissional.

Aos meus colegas e amigos pelo apoio e diversão de sempre, pessoas que sempre me animaram nos períodos de dificuldades.

A lata de lixo é, na verdade, o resumo da vida diurna de uma família. É ela quem diz nas espinhas de peixe e nas cascas de ovos os pratos que houve à mesa. É ela quem informa se lá dentro da sala de jantar se toma vinho ou cerveja, água mineral ou água de torneira. É ela que denuncia, com os pedaços de jornal, as tendências políticas ou sociais do dono da casa, e, com as caixas vazias de remédio que toma a saúde dos moradores do prédio. Cada lata de lixo é, em suma, a crônica doméstica de uma família, deixada à noite na porta da rua. (Veras, 1934).

RESUMO

A geração de resíduos se dá nas mais diversas atividades, como em indústrias, residências, aeroportos e portos, sendo que em relação aos resíduos gerados em portos existem poucas informações acerca das quantidades e tipos de resíduos gerados. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo principal a caracterização física dos resíduos sólidos no ambiente portuário, especificamente no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, Belém - Pará – Brasil (levantamento de informações quali-quantitativas), que envolveu a composição gravimétrica, o peso específico aparente, a geração *per capita* e a umidade. A metodologia para o desenvolvimento do presente trabalho seguiu as seguintes etapas: caracterização da área de estudo, caracterização física dos resíduos, classificação dos resíduos e análise do dimensionamento das instalações (pontos de coleta externa dos resíduos e centrais de armazenamento temporário). Os resultados obtidos demonstram que cada área de estudo apresenta suas especificidades na geração de resíduos (devido as atividades desenvolvidas em cada uma delas). No Porto de Belém o componente que apresentou maior participação na massa foram os resíduos orgânicos (40 %), já para o Terminal de Miramar, os resíduos perigosos (40 %), sendo que para as duas áreas de estudo a maior geração em volume foi representada pelo componente plástico duro (30 % e 43 %, respectivamente). O peso específico médio total encontrado foi de 56,60 kg/m³, para o Porto de Belém e 56,05 kg/m³, para o Terminal Petroquímico de Miramar, tais valores encontram-se abaixo dos encontrados na literatura, visto que existe grande geração em volume de plástico duro, o que diminui o valor do peso específico. A geração per capita média total de resíduos encontrada foi de 0,21 kg/pessoa/dia, para o Porto de Belém e 0,62 kg/pessoa/dia, para o Terminal Petroquímico de Miramar. O maior valor de per capita encontrado no Terminal está relacionado a influência da geração de resíduos perigosos – mantas contaminadas com óleo (apresentam-se muito úmidas) e das chuvas, dois fatores que aumentam consideravelmente a massa desse tipo de resíduo e conseqüentemente influenciam no cálculo desta variável. Assim, este trabalho mostra a variação nas características dos resíduos, revelando que a caracterização física de resíduos sempre deve ser realizada no ambiente portuário, pois mostra a dimensão do problema e facilita a tomada de decisão em relação a temática resíduos sólidos.

Palavras chave: caracterização física, resíduos sólidos, ambiente portuário.

ABSTRACT

The generation of waste occurs in several activities such as those developed at industries, residences, airports and ports. In case of waste generated in ports, there are just a few pieces of information about the quantities and type of waste generated. Therefore, this study aimed to study the physical characterization of solid waste in the port area, specifically the Port of Belém and the Petrochemical Terminal Miramar, Belém - Pará - Brazil (collect qualitative and quantitative information). This study involved the analysis of several variables such as the gravimetric composition, the apparent specific weight, the generation per capita and humidity of solid waste. The proposed methodology in this work followed several steps: characterization of the studied area, physical characterization of waste, waste classification and analysis of the design of the facility (external collection points of waste and temporary storage plants). The results show that each studied area has its specificities in waste generation (due to the particular, specific developed in each of them). At the Port of Belém, the component with highest participation in mass was organic waste (40%). Whilst for the Miramar Terminal, the prevailing component was hazardous waste (40%). For the two studied areas, the greatest generation volume was represented by the hard plastic component (30% and 43%, respectively). The total average specific weight was found to be 56.60 kg/m³, in the Port of Belém and 56.05 kg/m³ for the Petrochemical Terminal Miramar. Such values are below those found in the literature, since there is great generation of hard plastic volume, which decreases the value of the specific weight. The total average generation of waste per capita was 0.21 kg/person/day, in the case of the Port of Belém and 0.62 kg/person/day for the Petrochemical Terminal Miramar. The higher waste generation per capita in Terminal is related to the generation of hazardous waste blankets contaminated with oil (increasing humidity) and rainfall, two factors that significantly increase the mass of this type of waste and consequently affecting the calculation of this variable. This work shows the variation in waste characteristics, revealing that the physical characterization of waste should always be held in the port area, it shows the scale of the problem and facilitates decision-making with regard to thematic solid waste.

Palavras chave: physical characterization, solid waste, port area.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos 34 portos públicos brasileiros	26
Figura 2 - Procedimento adotado para retirada de resíduos de embarcação de longo curso.....	33
Figura 3 - Geração de resíduos no Porto de Santarém - Pará - Brasil (2004 a 2008).	36
Figura 4 - Evolução da geração de resíduos sólidos, em 2010, no Porto de Santos – São Paulo.....	39
Figura 5 - Média mensal, em toneladas, dos principais resíduos coletados por uma das empresas responsáveis pela coleta de resíduos na área portuária do Porto de Santos (10 primeiros meses de 2010).....	40
Figura 6 - Participação em massa dos resíduos classificados como: comuns, recicláveis, perigosos e outros (Porto do Rio de Janeiro - 2011).	42
Figura 7 - Distribuição média mensal da geração de resíduos em navios (Porto de Louis Harbour).....	43
Figura 8 - Inventário anual dos resíduos gerados nas indústrias localizadas na área do Porto de Louis Harbour.	44
Figura 9 - Massa de resíduos sólidos geradas em embarcações no ano de 2009 e previsão da geração no ano de 2012 (Portos da Sérvia).	45
Figura 10 - Participação (%) de todos os portos em relação a geração total de resíduos sólidos de embarcações, anos de 2009 (A) e 2010 (B).	46
Figura 11 - Passos metodológicos do método do quarteamento.	58
Figura 12 - Distribuição dos Pesos Específicos Aparentes por tipo de material (resíduos de coleta seletiva de condomínios residenciais).....	63
Figura 13 - Peso específico dos resíduos provenientes de coleta seletiva constituída por Postos de Entrega Voluntária (PEV's).....	64
Figura 14 - Teor de umidade de amostras de resíduos na chegada ao aterro, Célula 2 e Célula 4.	66
Figura 15 - Fluxograma da metodologia utilizada na elaboração do trabalho.	69
Figura 16 - Localização do Porto de Belém.....	70
Figura 17 - Localização do Terminal Petroquímico de Miramar.	73
Figura 18 - Fluxograma das etapas da caracterização física dos resíduos.....	75
Figura 19 - Delimitação dos setores do Porto de Belém.	76

Figura 20 - Fotos dos setores do Porto de Belém.	77
Figura 21 - Delimitação dos setores do Terminal Petroquímico de Miramar.	78
Figura 22 - Fotos dos setores do Terminal Petroquímico de Miramar.	79
Figura 23 - Etapas do fluxo de resíduos do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar.	81
Figura 24 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) utilizados e quarteamento dos resíduos.	84
Figura 25 - Baldes utilizados para verificação do volume dos resíduos gerados e pesagem dos mesmos.	86
Figura 26 - (A) Trituração da amostra; (B) Amostra triturada; (C) Pesagem da amostra; (D) Amostra na Estufa e (E) Amostra após estufa.	87
Figura 27 - Esquema dos pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa, localizados no Setor 1, Porto de Belém.	93
Figura 28 - Contêineres com a simbologia e saco próprio de acordo com cada tipo de resíduo, no Porto de Belém.	94
Figura 29 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa de resíduos, localizados no Setor 2, Porto de Belém.	95
Figura 30 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externo de resíduos, localizados no Setor 3, Porto de Belém.	96
Figura 31 - (A) Terminal de passageiros; e (B) Pontos de acondicionamento de resíduos e de coleta externa de resíduos, localizados no Setor 3, Porto de Belém.	97
Figura 32 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa de resíduos, localizados no Setor 4, Porto de Belém.	97
Figura 33 - Central de Armazenamento Temporário de Resíduos: (A) Sala de armazenamento de resíduos de saúde (não contemplados no presente trabalho); e (B) Espaço reservado ao armazenamento dos resíduos segregados (coleta seletiva), no Setor 2, Porto de Belém.	98
Figura 34 - Pontos de acondicionamento e ponto de coleta externo de resíduos, localizados no Setor 1, Terminal Petroquímico de Miramar.	101
Figura 35 - Ponto de acondicionamento de resíduos, localizados no Setor 2 (Pier 1 e Pier 2), Terminal Petroquímico de Miramar.	102
Figura 36 - Pontos de coleta externa de resíduos: (A) Central de Resíduos; e (B) Ponto de coleta externo de resíduos perigosos, localizados no Setor 1, Terminal Petroquímico de Miramar.	103

Figura 37 - (A) Área externa do Setor 1 (presença de árvores), e (B) Resíduos orgânicos gerados.....	114
Figura 39 - Resíduos gerados na embarcação proveniente da Ilha do Marajó (A) Metal e (B) Plástico duro.	121
Figura 40 - Composição gravimétrica média para cada Cenário, Setor 3, Porto de Belém.	124
Figura 41 - Participação no volume de cada componente gerado, para cada Cenário, Setor 3, Porto de Belém.	125
Figura 42 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém, no Período Chuvoso e Seco.	129
Figura 43 - Composição gravimétrica diária, em relação ao volume, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém, no Período Chuvoso e Seco.	130
Figura 44 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa e volume, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém.	131
Figura 45 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa, dos resíduos sólidos gerados em atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém, por período.....	133
Figura 46 - Composição gravimétrica média diária, em relação ao volume, dos resíduos sólidos gerados por atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém, por período.....	133
Figura 47 - Composição gravimétrica média diária, em relação à massa e volume, dos resíduos sólidos gerados por atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém.....	135
Figura 48 - Resíduos gerados no Setor 1 do Terminal Petroquímico de Miramar. (A) Resíduos orgânicos e (B) Componente Outros.....	137
Figura 49 - Resíduos perigosos: panos, recipientes, mantas contaminadas com óleo e latas de tinta, gerados no Setor 2 do Terminal Petroquímico de Miramar.....	139
Figura 50 - Composição gravimétrica média, em relação a massa e volume, dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.....	142
Figura 51 - Valores médios de Peso Específico Aparente do Porto de Belém, nos Períodos Chuvoso e Seco.....	145
Figura 52 - Valores médios de Peso Específico Aparente dos resíduos gerados no Porto de Belém.....	147

Figura 53 - Valores médios de Peso Específico Aparente dos resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.	148
Figura 54 - Resíduos sólidos de embarcações fora dos recipientes de armazenamento, devido a capacidade de armazenamento não atender a geração diária.....	157
Figura 55 – Dimensão das Baias da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém.....	158
Figura 56 - Condições da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém.....	159
Figura 57 – Dimensões das Baias da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Terminal de Miramar	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais resíduos gerados no Porto de São Francisco do Sul de 2008 a 2010.	37
Quadro 2 - Informações sobre resíduos sólidos oriundos das instalações e embarcações do Porto de São Sebastião – São Paulo no período de janeiro a maio de 2011.	38
Quadro 3 - Principais resíduos encontrados no Porto de Santos/São Paulo/ Brasil.	39
Quadro 4 - Classificação dos resíduos sólidos conforme a NBR 10004.	50
Quadro 5 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a resolução do CONAMA nº 5/1993.	51
Quadro 6 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a resolução da ANVISA nº 56/2008.	53
Quadro 7 - Comparação da classificação dos resíduos sólidos segundo as diferentes normas.	55
Quadro 8 - Componentes comumente utilizados na composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos.....	60
Quadro 9 - Instalações presentes no Porto de Belém de acordo com cada setor.....	71
Quadro 10 - Instalações presentes no Terminal Petroquímico de Miramar de acordo com cada setor.....	74
Quadro 11 - Cronograma da caracterização dos resíduos sólidos do Porto de Belém.	83
Quadro 12 - Cronograma da caracterização dos resíduos sólidos do Terminal Petroquímico de Miramar.	83
Quadro 13 - Fontes geradoras e tipos de resíduos gerados em cada setor, Porto de Belém.	91
Quadro 14 - Fontes geradoras e tipos de resíduos gerados em cada setor, Terminal Petroquímico de Miramar.	99
Quadro 15 - Diferentes cenários de chegada de embarcações fluviais, Setor 3, Porto de Belém.	116
Quadro 16 - Número de passageiros transportados nas embarcações estudadas, Setor 3, Porto de Belém.	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa da média mensal da geração de resíduos sólidos por navios de longo curso, Porto de Santos.	41
Tabela 2 - Resíduos retirados do Porto do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil, no ano de 2011, de acordo com a classificação da NBR 10.004/2004.	41
Tabela 3 - Número de escalas de navios, número de retiradas de resíduos e volume retirado no Porto de Barcelona (2004-2009).	46
Tabela 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de alguns municípios brasileiros e do Brasil.	61
Tabela 5 - Teor de umidade global para amostras de resíduos dos municípios de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.	65
Tabela 6 - Geração per capita dos resíduos sólidos urbanos gerados em alguns municípios brasileiros.	67
Tabela 7 - Massa Total, Volume Total e Peso Específico Aparente Total dos resíduos gerados no Porto de Belém nos períodos 1 (chuvoso) e 2 (seco), para todas as amostras.	105
Tabela 8 - Massa Total, Volume Total e Peso Específico Aparente Total dos resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar nos períodos 1 (chuvoso) e 2 (seco).	107
Tabela 9 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m ³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m ³), por período, Porto de Belém (Setores 1, 2 e 4).	108
Tabela 10 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total(m ³) e Peso Específico Total (Kg/m ³), por Setores (1,2 e 4) e Períodos, Porto de Belém.	109
Tabela 11 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total(m ³) e Peso Específico Total (Kg/m ³), por período, Terminal Petroquímico de Miramar.	110
Tabela 12 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total(m ³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m ³), por Setores, Terminal de Miramar.	111

Tabela 13 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total(m ³) e Peso Específico Total (Kg/m ³), por Setores e Períodos, Terminal de Miramar.	112
Tabela 14 - Resíduos sólidos gerados em massa e volume nos dois períodos de estudo (chuvoso e seco) e a participação na massa e volume dos resíduos gerados, Setor 1, Porto de Belém.	113
Tabela 15 - Resíduos sólidos gerados em massa e volume nos dois períodos de estudo (chuvoso e seco) e a participação na massa e volume dos resíduos gerados, Setor 2, Porto de Belém.	115
Tabela 16 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Cenário 1, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	118
Tabela 17 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Cenário 2, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	119
Tabela 18 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Cenário 3, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	120
Tabela 19 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Cenário 4, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	122
Tabela 20 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Cenário 5, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	123
Tabela 21 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Setor 4 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.	126
Tabela 22 - Geração de resíduos sólidos no Porto de Belém, considerando cada cenário de chegada de embarcações fluviais.....	128
Tabela 23 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³) do Setor 1 – Terminal Petroquímico de Miramar.	136
Tabela 24 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m ³) do Setor 2– Terminal Petroquímico de Miramar.	138
Tabela 25 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m ³) do Setor 3 – Terminal Petroquímico de Miramar.	140
Tabela 26 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m ³) do Setor 4 – Terminal Petroquímico de Miramar.	140
Tabela 27 - Valores médios de Massa Diária Total (kg), Composição Gravimétrica (%) e Volume Diário Total (m ³) do Terminal Petroquímico de Miramar.	141

Tabela 28 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m ³), resíduos gerados apenas dentro do Terminal Petroquímico de Miramar.	143
Tabela 29 - Valores médios de Peso Específico Aparente (kg), períodos Chuvoso e Seco, Porto de Belém.....	146
Tabela 30 - Média ± Desvio-Padrão da Variável Umidade (%), por Setor e Período, Porto de Belém.....	149
Tabela 31 - Geração per capita, Setores 1, 2 e 4, Porto de Belém.	150
Tabela 32 - Geração Per Capta, Setor 3, Porto de Belém.	150
Tabela 33 - Geração <i>Per Capta</i> , por setores, Terminal Petroquímico de Miramar..	151
Tabela 34 - Classificação dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém.	152
Tabela 35 - Classificação dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.	154
Tabela 36 - Capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia, Porto de Belém.	159
Tabela 37 - Capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia, Terminal Petroquímico de Miramar.	162

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	ANÁLISE DE VARIÂNCIA
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
ANVISA	Agência de Vigilância Sanitária
CATR	Central de Armazenamento Temporário de Resíduos
CDP	Companhia Docas do Pará
CODESP	Companhia Docas do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FIRJAN	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISWA	International Solid Waste Association
IPEA	Instituto Pesquisa Econômica Aplicada
MARPOL	Convenção Internacional para Prevenção da Poluição Gerada por Navios
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Medida Provisória
NBR	Norma Brasileira
OGMO	Órgão Gestor de Mão de Obra
PEV	Posto de Entrega Voluntária
PGR	Ponto de Geração de Resíduo
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCC	Resíduos da Construção Civil
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada

RSU	Resíduo Sólido Urbano
SEFA	Secretaria da Fazenda
SEP	Secretaria Especial dos Portos
TPA	Trabalhador Portuário Avulso
TUP	Terminal de Uso Privado
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GERAL.....	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
3 REFERENCIAL TEÓRICO	23
3.1 SISTEMA PORTUÁRIO.....	23
3.1.1 Conceitos básicos sobre o Sistema Portuário.....	23
3.1.2 Sistema Portuário Brasileiro.....	25
3.1.3 Resíduos sólidos em ambientes portuários.....	28
3.1.4 Geração de resíduos no ambiente portuário	35
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO AMBIENTE PORTUÁRIO.....	48
3.2.1 Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.....	49
3.2.2 Norma Brasileira 10004 de 31 de maio de 2004	50
3.2.3 Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 5 de 5 de agosto de 1993	51
3.2.4 Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nº 56 de 6 de agosto de 2008.....	52
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	56
3.3.1 Características físicas	59
4 METODOLOGIA	69
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	69
4.2.1 Caracterização do Porto de Belém.....	69
4.2.2 Caracterização do Terminal Petroquímico de Miramar	72
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	74
4.3.1 Fluxo dos resíduos sólidos	75
4.3.2 Identificação dos pontos de geração e acondicionamento dos resíduos	82
4.3.3 Definição do número de amostras e cronograma de amostragem.....	82
4.3.4 Coleta e pesagem da amostra total.....	83
4.3.5 Definição das características físicas	85
4.3.6 Análise estatística dos dados.....	88

4.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	89
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	90
5.1 CONHECIMENTO DO FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PORTO DE BELÉM E DO TERMINAL PETROQUÍMICO DE MIRAMAR.....	90
5.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA TOTAL, VOLUME TOTAL E PESO ESPECÍFICO APARENTE TOTAL DE CADA AMOSTRA (PORTO DE BELÉM E TERMINAL PETOQUÍMICO DE MIRAMAR)	104
5.2.1 Análise estatística dos dados.....	108
5.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	113
5.3.1 Composição Gravimétrica	113
5.3.2 Peso específico aparente.....	144
5.3.3 Umidade.....	148
5.3.4 Per capita.....	149
5.4 IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE	152
5.5 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DAS INTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS DO PORTO DE BELÉM E TERMINAL DE MIRAMAR	155
6 CONCLUSÃO	163
7 RECOMENDAÇÕES.....	165
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	166
ANEXO A - Caracterização e classificação dos resíduos sólidos	175

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades aliado ao aumento populacional vem gerando uma quantidade considerável de resíduos sólidos, além do fato de que o avanço tecnológico vem diversificando a qualidade destes. Segundo Milaré *et. al.* (2012) ao longo do tempo a geração de resíduos proveniente de atividades antrópicas cresceu progressiva e intensamente, devido à intensificação dos processos produtivos, assim como a partir da afirmação da sociedade de consumo.

Toda e qualquer atividade humana é geradora de resíduos e por isso devem ser desenvolvidas estratégias para que se possa diminuir os impactos adversos do mau gerenciamento destes sobre o meio ambiente e a saúde pública.

A geração de resíduos se dá nas mais diversas atividades, como em indústrias, residências, aeroportos e portos, sendo que em relação aos resíduos gerados em portos existem poucas informações acerca das quantidades, assim como dos tipos de resíduos gerados (principalmente dados primários adquiridos através de caracterização física dos resíduos).

Segundo a Lei nº 12.305 (Brasil, 2010), os resíduos de serviços de transportes são conceituados, em seu Artigo 13, alínea j, como aqueles “originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira”. De acordo com Goulart (2013), o crescimento econômico que o país atravessa e a aprovação da PNRS do Brasil demandam um investimento na área de infraestrutura, onde os portos são inseridos e a geração de resíduos nestes está diretamente atrelada à movimentação de mercadorias e passageiros.

Os dados sobre quantidade e qualidade de resíduos sólidos urbanos apresentam inúmeras fontes de pesquisa, no entanto, de ambientes específicos são escassos, como aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e principalmente os que se referem ao ambiente portuário, sendo a maioria dos dados encontrados na literatura de fontes secundárias (dados declarados em manifestos, inventários de resíduos).

Com o objetivo de tentar minimizar esse problema a Secretaria Especial de Portos da Presidência da República (SEP-PR) assinou um termo de cooperação técnica com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ) e implantou o programa “Conformidade Gerencial de

Resíduos Sólidos e Efluentes dos Portos”, cujo objetivo é dar condições para que os portos brasileiros possam se adequar às exigências ambientais e da vigilância sanitária e agropecuária relacionadas ao gerenciamento dos resíduos e efluentes. Esse programa está sendo desenvolvido em 22 portos brasileiros e atualmente encontra-se em sua segunda fase, de proposição de soluções aos problemas encontrados, sendo um de seus objetivos levantar dados primários sobre a geração de resíduos nesses ambientes.

Dentro desse contexto, de falta de dados acerca da quantidade e qualidade dos resíduos sólidos gerados em portos surge a preocupação com essa temática, já que a dimensão do problema, em sua maioria, é desconhecida. Por isso são essenciais os trabalhos que tem como objetivo caracterizar fisicamente os resíduos sólidos gerados, visto que a quantificação e qualificação dos resíduos oferecem informações essenciais que permitem que os gestores escolham a melhor opção no que se refere a: selecionar equipamentos de coleta, armazenamento, verificar o potencial de reciclagem dos mesmos, dimensionamento das instalações, ou seja, informações necessárias para planejar todo o fluxo de resíduos.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo principal fazer a caracterização física dos resíduos sólidos no ambiente portuário, especificamente no do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, Belém - Pará – Brasil (levantamento de informações quali-quantitativas), que envolveu a composição gravimétrica, o peso específico aparente, a geração *per capita* e a umidade.

Para que os objetivos propostos fossem alcançados fez-se o levantamento da bibliografia referente a resíduos portuários, presente no item Referencial Teórico, no segundo item apresenta-se a metodologia do trabalho, onde se expõe os passos metodológicos necessários para se chegar aos resultados obtidos; já no terceiro item são interpretados e discutidos os resultados, e em seguida conclui-se o trabalho propondo soluções para o melhoramento do mesmo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- ✓ Caracterizar fisicamente os resíduos sólidos do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar a composição gravimétrica, peso específico aparente, geração *per capita* e umidade dos resíduos;
- ✓ Classificar os resíduos sólidos gerados nas áreas de estudo, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), RDC nº 56 (ANVISA, 2008) e CONAMA nº 5 (CONAMA, 1993);
- ✓ Verificar o dimensionamento das Centrais de Armazenamento Temporário e dos pontos de coleta externa (últimos pontos de destino dos resíduos dentro das áreas de estudo em questão), com base nos dados da caracterização física;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SISTEMA PORTUÁRIO

3.1.1 Conceitos básicos sobre o Sistema Portuário

Para o melhor entendimento da dinâmica ocorrida dentro dos portos é necessário o conhecimento de alguns conceitos relativos a estes e que serão apresentados neste item. A Lei 12.815, de 5 de junho de 2013 (BRASIL, 2013), que dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários apresenta alguns conceitos, como:

I - Porto organizado: bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária;

II - Área do porto organizado: área delimitada por ato do Poder Executivo que compreende as instalações portuárias e a infraestrutura de proteção e de acesso ao porto organizado;

III - Instalação portuária: instalação localizada dentro ou fora da área do porto organizado e utilizada em movimentação de passageiros, em movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário;

IV - Terminal de uso privado (TUP's): instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado.

De acordo com Trevas (2005) há diferentes tipos de terminais que estão inseridos nos portos, dentre estes, os terminais de graneis líquidos (como exemplo o Terminal de Miramar – Belém/PA) que atendem a movimentação de mercadorias desprovidas de embalagem e classificadas como perigosas, tais como petróleo, combustíveis, gases liquefeitos e produtos químicos de um modo geral [...],

normalmente esses terminais estão interligados às áreas retro portuárias¹ de tancagem através de tubulações e dutos.

A Resolução da Diretoria Colegiada – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 72, de 29 de dezembro de 2009 (ANVISA, 2009) que dispõe sobre o regulamento técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional, e embarcações que por eles transitem apresenta também vários conceitos, são eles:

I - Embarcação: construção sujeita à inscrição no órgão de autorização marítima e suscetível ou não de se locomover na água, por meios próprios ou não, transportando ou abrigando pessoas ou cargas;

II - Navegação interior: realizada nas hidrovias interiores, assim considerados, rios, lagos, canais, lagoas, baías, angras, enseadas e áreas marítimas consideradas abrigadas;

III - Navegação em mar aberto: realizada em águas marítimas consideradas desabrigadas, podendo ser de:

a) longo curso: a realizada entre portos brasileiros e estrangeiros; e

b) cabotagem: a realizada entre portos ou terminais do território brasileiro utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores.

Outros conceitos importantes estão apresentados na resolução nº 2190 da Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), de 28 de julho de 2011 (ANTAQ, 2011) que aprova a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações:

I - Autoridade controladora: é a responsável perante a ANTAQ pelo controle e fiscalização da prestação do serviço de coleta de resíduos de embarcação, gestão das informações sobre esse serviço e aplicação da legislação pertinente [...];

II - Gerador de resíduos: embarcações, plataformas e afins, cujo responsável é pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, direta ou indiretamente demandante de serviço de retirada de resíduos em instalação portuária brasileira;

¹ De acordo com a ANTAQ (2013) é a área geralmente instalada em terrenos próximos a um porto de mar aberto ou fluvial. Neste setor são colocados os contêineres usados para a carga e descarga de produtos que serão comercializados naquele país ou região.

III - Empresa coletora de resíduos: pessoa jurídica, de direito público ou privado, habilitada perante os órgãos competentes, credenciada pela autoridade controladora para a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações em instalação portuária brasileira;

IV - Resíduos de embarcação: resíduos sólidos, semissólidos ou pastosos, e líquidos gerados durante a operação normal da embarcação, tais como - resíduo hospitalar ou de saúde, água de lastro suja, água oleosa de porão, mistura oleosa contendo químicos, resíduos oleosos (borra), água com óleo resultante de lavagem de tanques, crosta e borra resultantes da raspagem de tanques, substâncias químicas líquidas nocivas, esgoto e águas servidas, lixo doméstico operacional, resíduos de limpeza de sistemas de exaustão de gases e substâncias redutoras da camada de ozônio;

V - Serviço de retirada de resíduos de embarcação: serviço prestado por empresa coletora de resíduos credenciada pela autoridade controladora, consistindo em: transbordo para outro meio de transporte, recebimento em terra por pessoal habilitado e equipamento adequado, seu tratamento em local apropriado quando exigido por legislação pertinente, manutenção da segregação, e transporte para o local de destino final apropriado, normalmente localizado fora da instalação portuária;

VI - Certificado de Retirada de Resíduos de embarcação - documento padrão expedido pela empresa coletora de resíduos, que deverá conter todas as informações relacionadas com a retirada de resíduos de embarcação, a partir da coleta a bordo até a entrega formal dos resíduos para destinação final.

Após a apresentação de alguns conceitos relacionados ao sistema portuário, no próximo item serão abordadas informações sobre o Sistema Portuário Brasileiro.

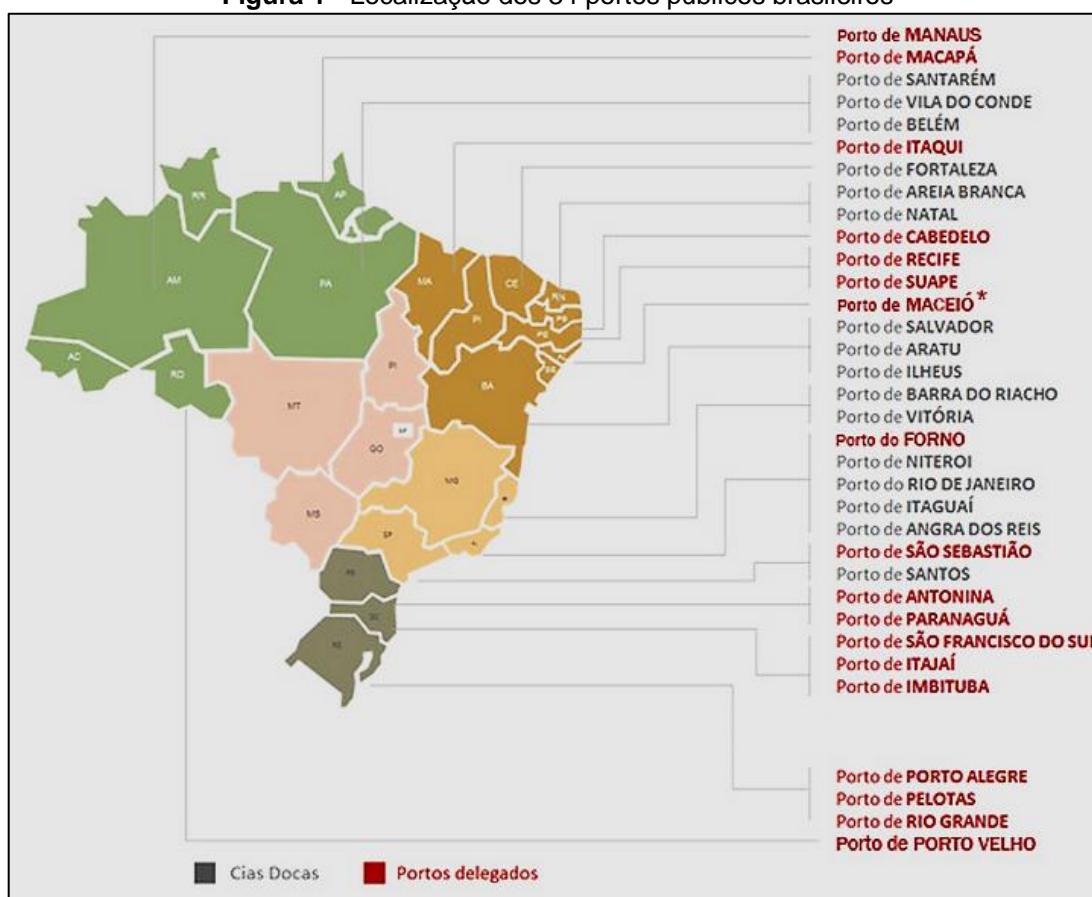
3.1.2 Sistema Portuário Brasileiro

O setor portuário brasileiro é gerido por duas instituições: a Secretaria Especial dos Portos da Presidência da República (SEP-PR) e a ANTAQ. Segundo a SEP-PR (2013) o Brasil possui uma costa de 8,5 mil quilômetros navegáveis e, o complexo portuário brasileiro movimentou, em 2013, 931 milhões de toneladas de

carga bruta, apresentando um crescimento de 2,9% em relação a 2012. Sozinho, o setor portuário é responsável por mais de 90% das exportações do país. Dessa movimentação, 338 milhões de toneladas (36%) foram realizadas pelos Portos Organizados e 593 milhões (64%) pelos Terminais de Uso Privado (TUP's).

Dos 34 portos públicos, 16 encontram-se delegados, concedidos ou têm sua operação autorizada aos governos estaduais e municipais (Figura 1). Os outros 18 são administrados diretamente pelas Companhias Docas, sociedades de economia mista, que têm como acionista majoritário o Governo Federal e, portanto, estão diretamente vinculadas à SEP (SEP-PR, 2014).

Figura 1 - Localização dos 34 portos públicos brasileiros



Fonte: SEP (2014)

É importante destacar que o sistema portuário se depara com desafios quanto à modernização dos portos e sua integração com as cidades. Podem-se citar como principais desafios: a infraestrutura requerida pelas plataformas portuárias e a definição de políticas públicas que melhorem a interconectividade do transporte marítimo e os modais terrestres - rodovias e ferrovias (PEREIRA, 2012). Com o

aumento do fluxo de mercadorias entre os países e dentro destes, o setor portuário necessita se modernizar estruturalmente, assim como deve existir uma melhoria na gestão e organização dentro dos portos.

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN (2013), nas últimas décadas o Brasil vem realizando uma série de melhorias no arcabouço legal visando dar maior competitividade ao sistema portuário. A primeira mudança significativa ocorreu em 1993 quando foi editada a Lei nº 8.630, denominada “Lei de Modernização dos Portos” (BRASIL, 1993), que dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias e trouxe grandes avanços para o setor, dentre os quais:

- Extinção do monopólio das Administrações Portuárias nos serviços de movimentação de cargas nos cais públicos que passam a ser realizados por empresas privadas, mediante sua qualificação como operadores portuários;
- Possibilidade da União, sempre por meio de licitação pública (o vencedor seria a empresa que pagasse o maior preço pela concessão), descentralizar o subsetor mediante concessão da exploração de porto público organizado, bem como mediante contratos de arrendamento entre o concessionário e o interessado privado, para a exploração comercial de áreas e instalações portuárias;
- Possibilidade da União de concentrar os investimentos públicos em obras de infraestrutura, deixando sob a responsabilidade da iniciativa privada os investimentos relativos à superestrutura, aparelhamento portuário, recuperação e conservação das instalações.

Outro avanço no setor portuário foi dado em 06 de dezembro de 2012 quando foi editada a Medida Provisória (MP) nº 595, que substituiu a Lei 8.630/93 (BRASIL, 1993). Após seis meses de consultas públicas e negociações no Congresso a MP foi aprovada e transformada na lei nº 12.815 de 5 de junho de 2013, estabelecendo no país uma nova Lei dos Portos, que alterou definições dos terminais e cargas, definiu novas regras de licitação para terminais portuários – novos e já existentes – bem como normas de funcionamento (FIRJAN, 2013).

A modernização na estrutura portuária também deve levar em consideração as questões ambientais, como modernização da infraestrutura para que haja menor desperdício de cargas (principalmente granel sólido). De acordo com o Art. 17, inciso VI da Lei nº 12.815 (BRASIL, 2013), cabe à administração do

porto organizado “*fiscalizar as operações portuárias, zelando para que os serviços se realizem com regularidade, eficiência, segurança e respeito ao meio ambiente*”.

As questões ambientais dentro dos portos brasileiros não devem ser atendidas apenas por causa das exigências presentes nas legislações, mas principalmente para atender ao mercado que está cada vez mais exigente e competitivo, além de que os portos se localizam em ambientes de valor ecológico considerável (ANTAQ, 2011b). Devido a isso, deve haver o comprometimento contínuo por parte da administração dos portos referente às questões ambientais.

Diante de todo esse cenário, “o setor necessita de um diagnóstico de sua situação atual, a fim de, em médio prazo, realizar um planejamento integrado, visando o incremento da qualidade do serviço prestado e uma melhor alocação dos recursos empregados” (SOUZA *et al.*, 2013) e, dentro desse contexto, se insere a questão da geração de resíduos sólidos e toda a problemática no gerenciamento destes, em áreas portuárias, já que muitos dos sistemas de gerenciamento implantados não funcionam de maneira adequada e não estão obedecendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

De acordo com Fontana (2012) muitos dos portos brasileiros apresentam condições de insalubridade no que se refere a geração de resíduos sólidos, tanto de embarcações como em terra, condições estas, representativas do sistema portuário do Brasil.

3.1.3 Resíduos sólidos em ambientes portuários

Atualmente, a geração dos resíduos sólidos pode ser considerada um dos principais aspectos ambientais geradores de impactos negativos relacionados à atividade portuária (ANTAQ, 2011b). Os resíduos sólidos gerados dentro de um porto, terminal são originados, principalmente, em embarcações (longo curso, cabotagem, navegação interior etc.) e a partir do desenvolvimento de atividades em terra (operação do porto, terminal).

A definição atual de resíduos sólidos, presente em lei, é a que está estabelecida na Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a PNRS (BRASIL, 2010) e define resíduos sólidos, no seu art. 3º, inciso XVI como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido (...), bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

Outra definição de resíduos sólidos bastante utilizada é a contida na Norma Brasileira (NBR) 10004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (ABNT, 2004), que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos, esta os define como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004)

Os resíduos de serviços de transportes são conceituados, de acordo com a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) em seu Artigo 13, como aqueles “originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira”. Essa definição inclui os resíduos gerados por embarcações, pela operação no porto, assim como pelas atividades administrativas ali realizadas. Com a entrada em vigor da Lei 12.305 (BRASIL, 2010), os portos passam a ter que adequar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) aos princípios, objetivos, instrumentos dispostos nesta.

De acordo com a resolução da ANVISA nº 56 (ANVISA, 2008) o PGRS é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos, integrante de processo de licenciamento ambiental. Martins & More (2012) afirmam que “as adequações necessárias podem ser o caminho para reestruturações que elevem a eficiência e a qualidade de serviços portuários, essenciais para a modernização do setor”.

O crescimento econômico que o país atravessa e a aprovação da PNRS do Brasil exigem maiores investimentos na área de infraestrutura. Dentro deste contexto, os portos são muito importantes. A geração de resíduos nestes está

diretamente atrelada à movimentação de mercadorias e passageiros (GOULART, 2013). No entanto, percebe-se que as mudanças que deveriam ocorrer no setor, devido à entrada em vigor da PNRS, acontecem lentamente, principalmente pela falta de investimentos e maiores esforços das autoridades portuárias em relação à temática.

No trabalho de Murta (2012) foi identificado o gerenciamento ineficaz dos resíduos sólidos gerados no Porto do Rio de Janeiro que, além de gerar custos desnecessários com ações emergenciais, atrai fauna sinantrópica nociva como: baratas, escorpiões e roedores. Isso acontece porque a gestão ambiental, dentre outros fatores, apresenta-se inadequada devido à fiscalização ineficiente, tecnologia precária, infraestrutura inapropriada, educação ambiental pulverizada e falta de integração entre os agentes envolvidos.

Já segundo Carvalho & Abdallah (2012), no Porto de Rio Grande, localizado no estado do Rio Grande do Sul, não foi constatada uma gestão estruturada dos resíduos, apenas uma tentativa de cumprir com a exigência legal, o que caracteriza uma gestão voltada para o atendimento de imposições legais e pouco preocupada com a prática e com a realidade das operações desenvolvidas em sua área de abrangência.

Os dois estudos, de Murta (2012) e Carvalho & Abdallah (2012), foram realizados com a temática resíduos sólidos em portos (Porto do Rio de Janeiro e Porto do Rio Grande, respectivamente) dois anos após a entrada em vigor da Lei 12.305 (BRASIL, 2010), no entanto as conclusões encontradas a respeito da gestão e gerenciamento de resíduos nos respectivos portos vão de encontro ao que está estabelecido nessa lei, principalmente no que se refere a falta de gestão integrada dos resíduos, já que não há a integração dos diferentes órgãos, entes envolvidos.

Outras problemáticas em relação à temática resíduos sólidos dentro de portos estão relacionadas aos resíduos gerados dentro das embarcações de longo curso (internacionais), devido aos riscos zoossanitários e fitossanitários, aos resíduos de cargas que são desperdiçadas na operação (granel sólido – trigo, minério e granel líquido - óleo) que em alguns casos contaminam o solo, água e ar, levando em consideração que os portos se localizam em áreas onde o ambiente é vulnerável e de considerável valor ecológico; e aos resíduos gerados pelas atividades administrativas dentro do porto – resíduos gerados em terra (ANTAQ, 2011).

Cordeiro *et al.* (2003) afirmam que apesar da existência de normas e dispositivos legais, o estágio e grau de implementação das medidas propostas para regulamentação da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos em embarcações e terminais portuários é muito variável, pois depende principalmente da ação consistente dos agentes reguladores e fiscalizadores de cada país, região ou estado onde os portos estão instalados e em que se concentram o trânsito marítimo ou fluvial. Além disso, vai depender do grau de articulação de esforços entre as instituições que regulamentam e controlam esse setor.

Apesar de todos os esforços gerados sempre existiram pontos específicos para que o gerenciamento dos resíduos sólidos não fosse implantada adequadamente, como: a falta de investimento em infraestrutura, o melhor planejamento de ações para o setor e falta de equipe técnica habilitada (MMA, 2012). Pode-se citar também a falta de comprometimento e pró-atividade dos administradores dos portos para com as questões ambientais, além de que uma das grandes dificuldades no gerenciamento de resíduos está relacionada à questão da conscientização das pessoas que trabalham, circulam nos portos no que diz respeito à segregação dos resíduos.

A ausência de profissionais qualificados para tratar a problemática dos resíduos em portos faz com que existam poucas informações quali-quantitativas sobre resíduos nesses ambientes (refere-se a dados obtidos através de estudos de caracterização física de resíduos – dados primários). Isso foi constatado, no presente trabalho, devido ter sido observada a escassez de dados sobre tipologia, per capita e peso específico de resíduos em portos, o que dificultou a discussão, comparação dos resultados obtidos com outros portos.

De acordo com Ulnikovic (2013), as informações sobre a quantidade e composição dos resíduos sólidos são a base para proposição do tratamento e disposição adequada dos mesmos.

Considerando que a geração de resíduos sólidos em portos pode ser equivalente a de processos industriais (devido a heterogeneidade dos resíduos gerados) ou domiciliares (referente a quantidade gerada, mas depende das características de cada porto e das atividades que ali se realizam) deve-se dar maior importância para o gerenciamento de resíduos em portos, assim como novos estudos devem ser desenvolvidos, já que para cada porto os resíduos sólidos

deverão ser gerenciados de maneira adequada e de acordo com suas peculiaridades.

De acordo com Goulart (2013) os resíduos gerados dentro de um porto apresentam diferentes fontes de origem, são elas:

- Resíduos administrativos: são aqueles gerados em escritórios, tanto das empresas arrendatárias quanto os escritórios do setor público. Este tipo de resíduo compreende, geralmente, copos plásticos descartáveis, folhas de papel, caixas de papelão, cartuchos de tinta entre outros ligados à atividade de escritório;
- Resíduos de bordo: são os retirados por Operadores Portuários – empresas terceirizadas especializadas na retirada de resíduos sólidos e semissólidos. Os resíduos mais comuns nas embarcações são papel, papelão, lixo comum, plástico e vidro – contaminados ou não, aquele sendo retirado apenas por empresas especializadas e com a devida Licença de Operação concedida pelo órgão ambiental responsável;
- Resíduos de operação portuária: são aqueles oriundos das operações de carga e descarga dos navios, onde ocorrem perdas de produtos e desprendimento de materiais associados à carga. A perda que ocorre na mobilização de mercadorias tanto para carga quanto descarga das embarcações está diretamente relacionada a dois fatores: o tipo da carga e o método de mobilização; e
- Resíduos de apoio e manutenção: são compostos por entulhos de obras no cais e de armazéns, oficinas mecânicas, refeitórios, ambulatórios, entre outros envolvidos com o apoio às atividades portuárias.

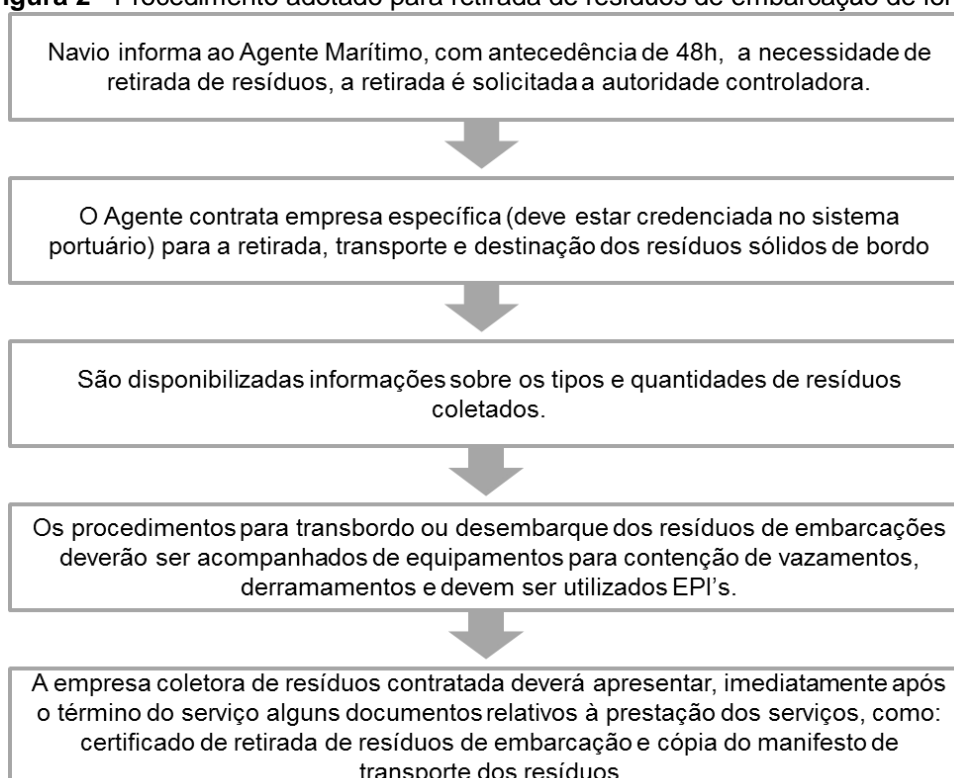
Para as embarcações de longo curso que aportam em qualquer porto do Brasil e que necessitem fazer a retirada de resíduos sólidos, estas devem obedecer às práticas estabelecidas na resolução nº 2190 - ANTAQ, de 28 de julho de 2011 (ANTAQ, 2011a) que aprova a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações.

De acordo com Ulnikovic (2012) os resíduos de embarcação incluem principalmente: os resíduos sólidos similares aos resíduos domésticos (restos alimentares, plásticos, papel etc.), resíduos de carga, resíduos contaminados com óleo (estopas, embalagens, panos, serragens) e efluentes oleosos. Segundo Ulnikovic (2013), os fatores que influenciam na quantidade e composição dos resíduos gerados em embarcações são: número de passageiros e da tripulação, tipo de embarcação (navio de contêineres, navio de cruzeiro, navio de carga geral),

estação do ano, clima e posição geográfica. De acordo com Butt (2007), um dos motivos para mares e oceanos estarem sendo degradados é a contribuição da poluição gerada por navios, e isso inclui os resíduos sólidos.

Na Figura 2 estão apresentados os procedimentos necessários que devem ser realizados para que haja autorização de retirada de resíduos de embarcações de longo curso, de acordo com ANTAQ (2011).

Figura 2 - Procedimento adotado para retirada de resíduos de embarcação de longo curso.



Fonte: ANTAQ (2011).

Os procedimentos apresentados na Figura 2 estão explicados a seguir:

- O comandante da embarcação, diretamente ou por meio do seu agente marítimo, é o responsável pela contratação de empresa coletora de resíduos credenciada pela autoridade controladora para a prestação dos serviços de retirada de resíduos da embarcação em instalação portuária;
- A retirada de resíduos de bordo deverá ser previamente solicitada à autoridade controladora, pelo comandante ou agente marítimo, por ocasião do encaminhamento da notificação de chegada da embarcação à instalação portuária;
- A especificação dos tipos e quantidade de resíduos a ser retirados da embarcação deverá constar da solicitação;

- A autoridade controladora deverá ser informada pela empresa coletora credenciada sobre a previsão de início e término da retirada de resíduos de embarcação;
- Os procedimentos para transbordo ou desembarque dos resíduos de embarcações deverão ser acompanhados de equipamentos para contenção de vazamentos, derramamentos e precipitações acidentais de resíduos na água, compatíveis com os resíduos manuseados, bem como de equipamentos de proteção individual que se fizerem necessários, observadas a legislação e regulamentação vigentes;
- A autoridade controladora poderá paralisar o serviço de retirada de resíduos, a qualquer momento, caso identifique que estão sendo realizadas operações em desacordo com os procedimentos previamente aprovados, ou identifique que os resíduos diferem daqueles informados previamente pelo gerador de resíduos.
- A empresa coletora de resíduos contratada deverá apresentar, imediatamente após o término do serviço alguns documentos relativos à prestação dos serviços;
- Ao gerador de resíduos contratante ou ao seu representante: notas fiscais de faturamento dos serviços prestados, certificado de retirada de resíduos de embarcação e outros documentos pertinentes à prestação de serviço de coleta de resíduos;
- À autoridade controladora: cópia do certificado de retirada de resíduos de embarcação e cópia do manifesto de transporte dos resíduos.

Na Resolução da Diretoria Colegiada – RDC da ANVISA nº 72, de 29 de dezembro de 2009 (ANVISA, 2009) que dispõe sobre o Regulamento Técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional, e embarcações que por eles transitem dispõe, em seu artigo 8, inciso VII, que as embarcações devem conter em bordo, para efeito de análise documental, informações documentadas referentes ao acondicionamento, armazenamento, coleta e destino final dos resíduos sólidos gerados na embarcação.

De acordo com a ANVISA (2011b) a Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios – MARPOL (1973) e Protocolos de 1978 e 1997 estabelecem regras para a prevenção da poluição marinha provocada por navios. Além do óleo, a Convenção abrange também outras formas de poluição, cujos regulamentos técnicos são detalhados nos seguintes anexos dessa convenção:

I - Regras para a Prevenção da Poluição por Óleo;

- II - Regras para o controle da poluição por substâncias líquidas nocivas a granel;
- III - Regras para a Prevenção da Poluição por Substâncias Danosas Transportadas por Mar sob a Forma de Embalagens;
- IV - Regras para a Prevenção da Poluição Causada por Esgoto dos Navios;
- V - Regras para a Prevenção da Poluição Causada pelo lixo dos navios;
- VI - Regras para a Prevenção da Poluição do Ar Causada por Navios.

Segundo Brasil (2000), em sua Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000 que dispõe sobre a prevenção, o controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências, em seu Capítulo II, Art. 5 regulamenta que todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Com toda a problemática que envolve a geração de resíduos sólidos em portos faz-se necessário o levantamento de informações quali-quantitativas sobre os mesmo, informações estas que servem como base para auxiliar no gerenciamento correto dos resíduos portuários.

3.1.4 Geração de resíduos no ambiente portuário

Schindler (2007) apud IPEA (2012) afirma que os principais resíduos gerados em portos são: restos de carga; embalagens (*pallets*, lâminas de plástico); resíduos domésticos dos setores sociais (cantinas, oficinas, lavanderias e sanitários); lubrificantes e hidrocarbonetos usados, filtros, vernizes, solventes e baterias de manutenção de máquinas e infraestrutura; e restos de mercadorias estivadas, sendo que há variação nos tipos de resíduos gerados, de porto para porto, devido às atividades realizadas em cada um destes.

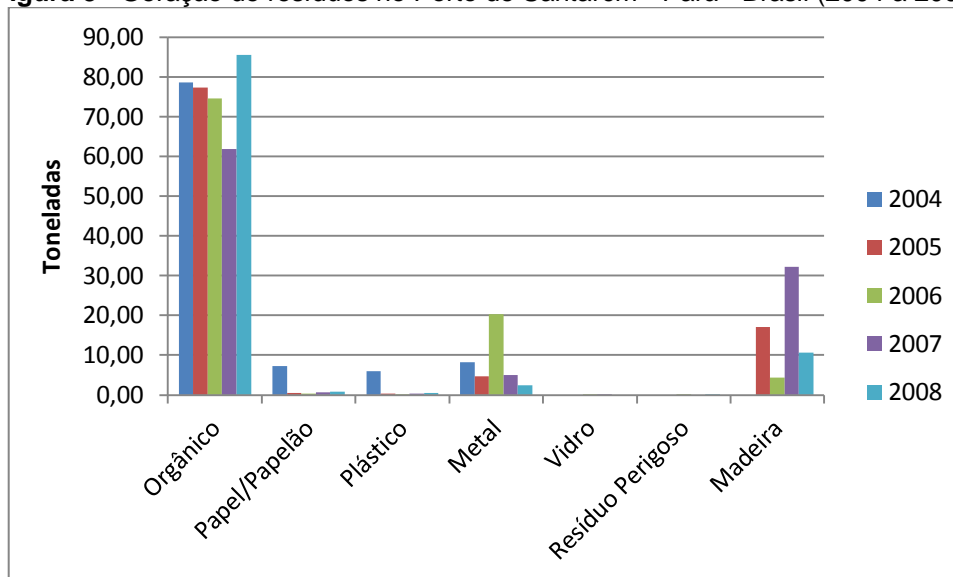
A seguir serão apresentados os dados adquiridos na bibliografia referentes à geração de resíduos em portos. Primeiramente serão analisados os dados presentes no relatório de pesquisa elaborado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas (IPEA, 2012) sobre resíduos sólidos de transportes aéreos e

aquaviários e posteriormente serão analisados os dados encontrados em outras fontes.

Os dados apresentados, a seguir, cuja fonte de pesquisa foi o IPEA (2012), referem-se à geração de resíduos sólidos proveniente de empresas arrendatárias, áreas administrativas e comuns, taifa (embarcações – serviços de alimentação e alojamento), obras civis e acidentes ambientais (derramamento de óleo, entre outros).

Para o Porto de Santarém, localizado no estado do Pará, no município de Santarém, foi identificada a geração dos seguintes resíduos, no período de 2004 a 2008, mesmo que de forma inconstante: orgânicos, papel, papelão, plástico, alumínio, metal/fita, madeira, latas de tinta, latas de solvente, latas de inseticida, lâmpadas fluorescentes, filtros de óleo, vidro, revista e ferro. A Figura 3, a seguir, mostra o quantitativo gerado de resíduos no Porto de Santarém, nos anos de 2004 a 2008.

Figura 3 - Geração de resíduos no Porto de Santarém - Pará - Brasil (2004 a 2008).



Fonte: Adaptado de IPEA (2012)

No Porto de Santarém - Pará - Brasil predominam a descarga – “importação”- e a navegação fluvial. A maior movimentação (mercado interno) é a carga geral, onde se destacam o gênero alimentício e inflamável. No mercado externo predomina a madeira. As cargas principais movimentadas no porto são: madeira, óleo diesel, gasolina comum e farinha de mandioca (CDP, [2008]).

A quantidade de resíduos sólidos gerada no Porto de Santarém - Pará - Brasil variou de 25,4 a 110,7 toneladas por ano. A oscilação observada no período não permite estabelecer uma tendência de redução ou elevação; entretanto, é nítida a participação dos resíduos sólidos orgânicos e de madeira em relação aos demais resíduos gerados. Também é interessante notar que os resíduos sólidos mais contabilizados em todos os anos foram os orgânicos, o metal e a madeira.

As informações sobre geração de resíduos sólidos no Porto de São Francisco do Sul, localizado na baía de Babitonga em São Francisco do Sul, no estado de Santa Catarina, estão apresentadas no Quadro 1. As principais cargas movimentadas são: soja, farelo de soja e óleo de soja (armazenados nas instalações em grânéis sólidos); e carga geral em contêineres.

Quadro 1 - Principais resíduos gerados no Porto de São Francisco do Sul de 2008 a 2010.

Tipo de Resíduo (Kg)	2008	2009	2010	Observação	Local gerador
Resíduos oleosos (borra)	136.859.980	9.243.200	3.712.110	Classe I (NBR 10004)/ B (CONAMA nº 5/93)	Embarcação
Resíduos sólidos perigosos	39.000	48.750	8.440	Classe I (NBR 10004)/ B (CONAMA nº 5/93)	Administração do porto com coleta seletiva
Resíduos sólidos recicláveis	246.885	146.600	401.640	Classe IIA (NBR 10004)/D (CONAMA nº 5/93)	Embarcação com coleta seletiva
Resíduos sólidos não recicláveis	150.611	147.860	378.190	Classe IIA (NBR 10004)/D (CONAMA nº 5/93)	Embarcação e no porto
Resíduos de madeira	16.870	179.800	249.610	Classe IIA (NBR 10004)/D (CONAMA nº 5/93)	
Efluentes sanitários	28.300	39.910	36.370	Classe IIA (NBR 10004)/D (CONAMA nº 5/93)	
Resíduos de construção civil	5.150	22.970	30.000	Classe IIB (NBR 10004)/D (CONAMA nº 5/93)	

Fonte: IPEA (2012).

De acordo com o Quadro 1 os tipos de resíduos mais gerados, de 2008 a 2010, foram os resíduos oleosos (provenientes de embarcações – movimentação de

cargas ou cabotagem) representando 13.685.980 kg, 9.243.200 kg e 3.712.110 kg, respectivamente, sendo que de 2008 para 2010 a quantidade gerada desse tipo de resíduo tendeu a diminuir. As borras oleosas e os resíduos de construção civil e de madeira são enviados para reutilização, enquanto os resíduos sólidos não recicláveis são encaminhados para os aterros sanitários e os efluentes sanitários são tratados (IPEA, 2012).

O maior quantitativo de resíduos gerados no Porto de São Francisco do Sul é pertencente a Classe I (NBR 10004 – ABNT, 20004) ou CLASSE B (CONAMA Nº 5/1993), são representados por resíduos, como: borras oleosas.

Para o porto de São Sebastião, localizado na costa norte do estado de São Paulo, na cidade de São Sebastião, o IPEA (2012) obteve informações sobre a geração de resíduos sólidos oriundos de instalações (resíduos da área portuária) e embarcações, no período de janeiro a maio de 2011 (Quadro 2).

Quadro 2 - Informações sobre resíduos sólidos oriundos das instalações e embarcações do Porto de São Sebastião – São Paulo no período de janeiro a maio de 2011.

Tipo de resíduo	Legislação	Quantidade (Kg)	Origem do resíduo	Disposição final
B* e D**	CONAMA Nº5/1993	59.580,00	Embarcações (cabotagem)	Aterro licenciado (célula IIB), aterro licenciado (célula I), tratamento.
D	CONAMA Nº5/1994	1.820,00	Operação (movimentação de carga)	Aterro licenciado, tratamento.
D	CONAMA Nº5/1995	243	Administração (coleta seletiva em implantação)	Aterro licenciado e reciclagem.

Fonte: IPEA (2012)

*Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido as suas características químicas;

** Resíduos comuns.

Conforme o Quadro 2 o maior quantitativo gerado no Porto de São Sebastião – São Paulo, no período analisado, foi referente aos resíduos de embarcações - cabotagem (59.580 Kg) e enquadrados nas CLASSES B e D, seguidos dos resíduos de operação – movimentação de carga (1.820 Kg) e resíduos administrativos (243 Kg), estes últimos enquadrados na CLASSE D. Para o período analisado existe geração de resíduos perigosos apenas em embarcações (CLASSE B). Não foram disponibilizadas informações dos componentes que foram gerados (papel, plásticos, matéria orgânica etc).

Para Porto de Santos, localizado no centro do litoral do estado de São Paulo, no município de Santos, de acordo com IPEA apud Monteiro (2012), os principais resíduos encontrados estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Principais resíduos encontrados no Porto de Santos/São Paulo/ Brasil.

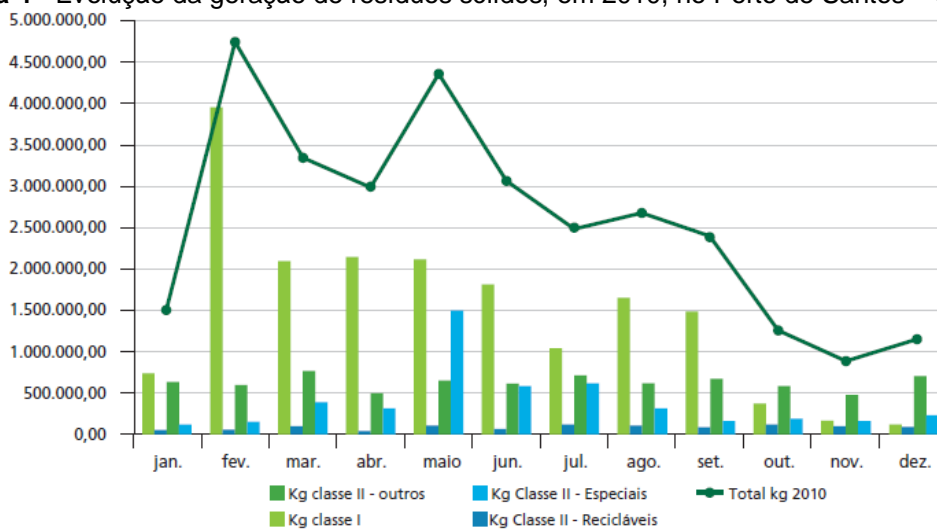
Absorvente industrial	Resíduo hospitalar	Plástico em geral
Água com óleo	Lixo comercial	Lixo orgânico
Alumínio	Madeira	Pilhas e baterias
Embalagens de produtos químicos	Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)	Mistura de resíduos de classe I
Lâmpadas	Filtros contaminados	Panos contaminados

Fonte: IPEA apud Monteiro (2012).

De acordo com a Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP, 2013) o Complexo Portuário Santista responde por mais de um quarto da movimentação da balança comercial brasileira e suas principais cargas são o açúcar, o complexo soja, cargas containerizada, café, milho, trigo, sal, polpa cítrica, suco de laranja, papel, automóveis, álcool e outros granéis líquidos.

A evolução da geração de resíduos sólidos, em 2010, no Porto de Santos – São Paulo está apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Evolução da geração de resíduos sólidos, em 2010, no Porto de Santos – São Paulo.



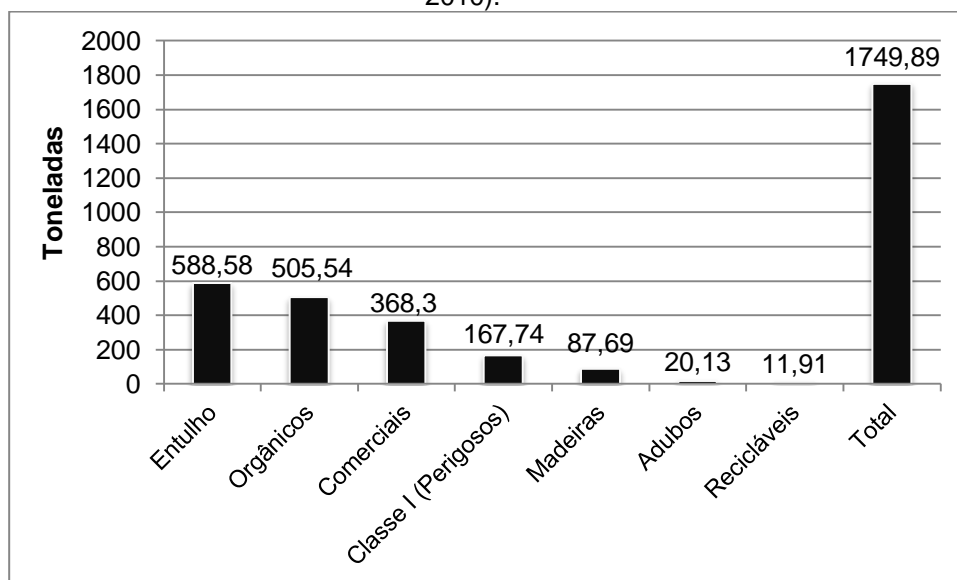
Fonte: IPEA (2012)

Na Figura 4 é demonstrado que a partir do mês de fevereiro de 2010 houve um decréscimo na geração de resíduos perigosos (Classe I – embalagens de produtos químicos, borrachas contaminadas etc.). De acordo com o IPEA (2012), a maioria (48%) dos resíduos sólidos gerados no Porto de Santos pertence à classe

IIA e IIB – outros, destacando, entre outros, os resíduos orgânicos e de varrição, com uma participação relativa de 80,8%. Em seguida, destaca-se o grupo de resíduos de classe IIA e IIB – especiais, com 24,7%, sendo representado praticamente por resíduos de construção civil.

No trabalho realizado por Fontana (2014), no Porto de Santos, foi verificada a média mensal de resíduos gerados e coletados por uma das empresas responsáveis pela coleta de resíduos na área portuária. A Figura 5 apresenta os principais tipos de resíduos sólidos por ela coletados, nos dez primeiros meses de 2010.

Figura 5 - Média mensal, em toneladas, dos principais resíduos coletados por uma das empresas responsáveis pela coleta de resíduos na área portuária do Porto de Santos (10 primeiros meses de 2010).



Fonte: Fontana (2014)

De acordo com a Figura 5 o resíduo mais gerado, para o período analisado, foi o entulho representando 588,58 toneladas e a menor geração foi representada pelos resíduos recicláveis, com 11,91 toneladas. O total de resíduos gerados foi de 1749,89 toneladas e que equivale a geração mensal de 3.083,35 toneladas e diária de 102,78 toneladas de resíduos. Na Tabela 1 está apresentada a estimativa média mensal da geração de resíduos sólidos gerados em navios de longo curso no ano de 2010.

Tabela 1 - Estimativa da média mensal da geração de resíduos sólidos por navios de longo curso, Porto de Santos.

Resíduos sólidos	Média estimada por navio (m ³)*	Total Mensal (m ³) navios atracados por mês no Porto de Santos em 2010**
Plásticos	2,8	1.187,79
Cinzas de incineração	4,61	1.894,71
Outros	3,32	1.364,52
Total	10,82	4.447,02

Fonte: Fontana (2014)

*Média gerada por um navio em 30 dias de navegação;

**média de 411 navios de longo curso atracados por mês no Porto de Santos em 2010.

Conforme os dados apresentados na Tabela 1 a estimativa de geração média de plásticos de um navio de longo curso (carga geral, granel sólido, granel líquido, passageiros ou outros) é de 2,8 m³, de cinzas de incineração de 4,61 m³ e de outros de 3,32 m³. Ao multiplicar-se a quantidade de resíduos gerados por um navio, em média em 30 dias, pelo número médio de embarcações de longo curso que atracaram no Porto de Santos por mês (411 embarcações) têm-se o total de 1.187,79 toneladas de plásticos, 1.894,71 de cinzas de incineração e 1.364,52 de outros.

De acordo com Goulard *et al.* (2013), no Porto do Rio de Janeiro, localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, no ano de 2011 foram coletados 21.051.020,11 kg de resíduos sólidos. Na Tabela 2 apresenta-se o quantitativo de resíduos retirados do Porto do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil, no ano de 2011, de acordo com a classificação da NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Tabela 2 - Resíduos retirados do Porto do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil, no ano de 2011, de acordo com a classificação da NBR 10.004/2004.

Classe (NBR 10.004/2004)	kg	m ³
I	755.569,65	1.654,93
IIA	984.012,26	2.895,20
IIB	19.311.438,20	-
Total Geral	21.051.020,11	4.550,13

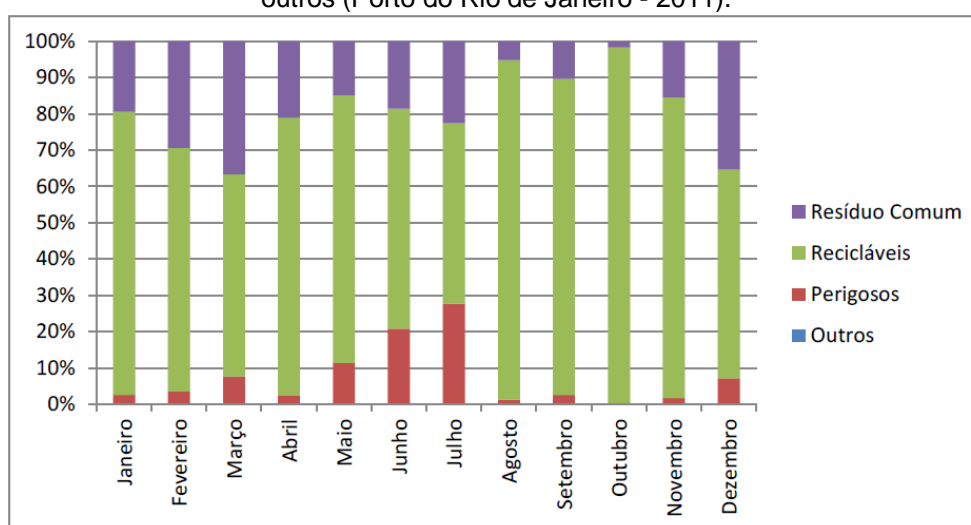
Fonte: Goulard *et al.* (2013)

Segundo Goulard *et al.* (2013), dentro os resíduos mais gerados, em massa, e de acordo com a classificação estabelecida na NBR 10.004 (ABNT, 2004) estão os Resíduos de Construção Civil (RCC) e madeira (Classe IIB), isso devido a

obras de expansão que estavam ocorrendo no período em análise no Porto do Rio de Janeiro. Dentre os resíduos perigosos (Classe I), de acordo com Goulard (2012), os mais gerados foram: Pó de ferro (265.000 kg), resíduos contaminados com óleo ou produtos químicos (178.314,70 kg) e borra oleosa (101.317 kg).

Outra análise que Goulard *et al.* (2013) realiza em seu estudo é em relação a participação em massa dos resíduos enquadrados nas categorias: comuns, recicláveis, perigosos e outros (Figura 6).

Figura 6 - Participação em massa dos resíduos classificados como: comuns, recicláveis, perigosos e outros (Porto do Rio de Janeiro - 2011).



Fonte: Goulard *et al.* (2013)

Na figura 6 percebe-se que há participação em massa expressiva dos resíduos recicláveis, isso devido os RCC (Classe IIB) estarem inseridos dentro dessa categoria, o que contribui para que esta representassem quase 100% no mês de outubro de 2011. A categoria de resíduos com menor participação em massa foi a de outros (resíduos não contaminados e de difícil reciclagem).

Vale ressaltar que pelos dados apresentados, referentes aos portos brasileiros, percebe-se que nem todos os resíduos gerados foram quantificados como resíduos provenientes de banheiros. Nitidamente, para os dados adquiridos na pesquisa realizada pelo IPEA (2012), em sua maioria, apresentam-se mal estruturados e de acordo com uma análise mais aprofundada percebe-se que há geração de outros tipos de resíduos, além dos apresentados, para alguns portos. Há a necessidade de melhor especificação dos tipos de resíduos gerados, assim como

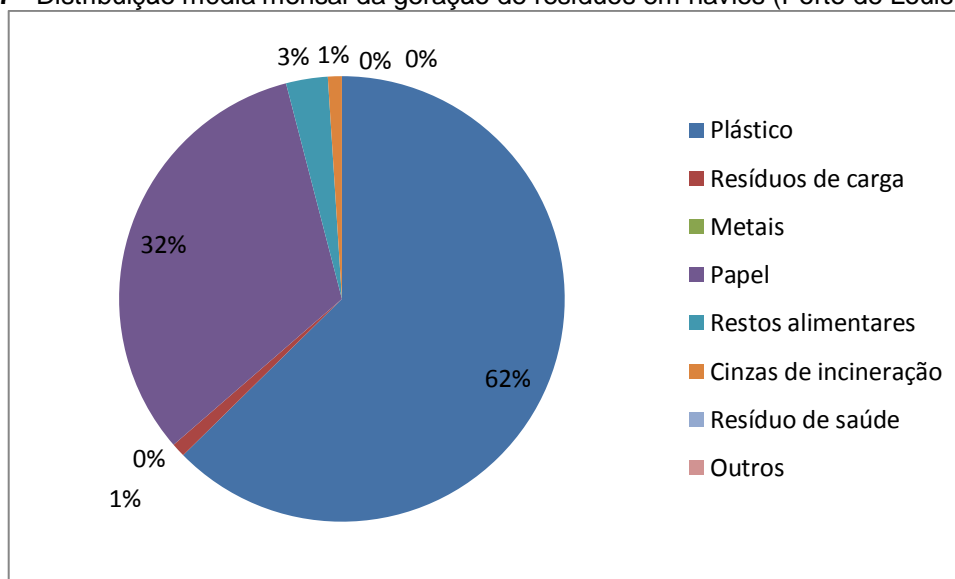
da origem dos mesmos (embarcações, resíduos gerados em terra) ou a especificação de tipos de resíduos enquadrados em cada categoria definida.

Nas pesquisas realizadas por Fontana (2013) e Goulard *et al.* (2013), nos Portos de Santos e Rio de Janeiro respectivamente, faz-se uma análise dos dados de geração de resíduos muito melhor estruturada e aprofundada. Informações a cerca dos tipos de resíduos gerados são apresentadas, assim como os motivos pelos quais determinado resíduo está sendo mais gerado em detrimento de outros. O trabalho de Fontana (2014), por exemplo, apresenta dados de geração de resíduos sólidos discriminando os resíduos gerados por embarcações e resíduos gerados na área portuária (em terra), o que facilita bastante o entendimento da dinâmica da geração de resíduos no Porto de Santos.

Após a análise de dados de geração de resíduos de portos localizados no Brasil serão apresentados dados referentes a portos estrangeiros.

No estudo realizado por Mohee *et al.* (2012) no Porto de Louis Harbour, localizado na Ilhas Maurício, a 1000 Km da costa leste do continente africano, no período de abril de 2009 e maio de 2010 foi observado que, por ano, foram coletados um total de 480 toneladas de resíduos sólidos provenientes de navios. Na Figura 7, mostra-se a composição média mensal dos resíduos sólidos gerados em navios que aportam no Porto de Louis Harbour.

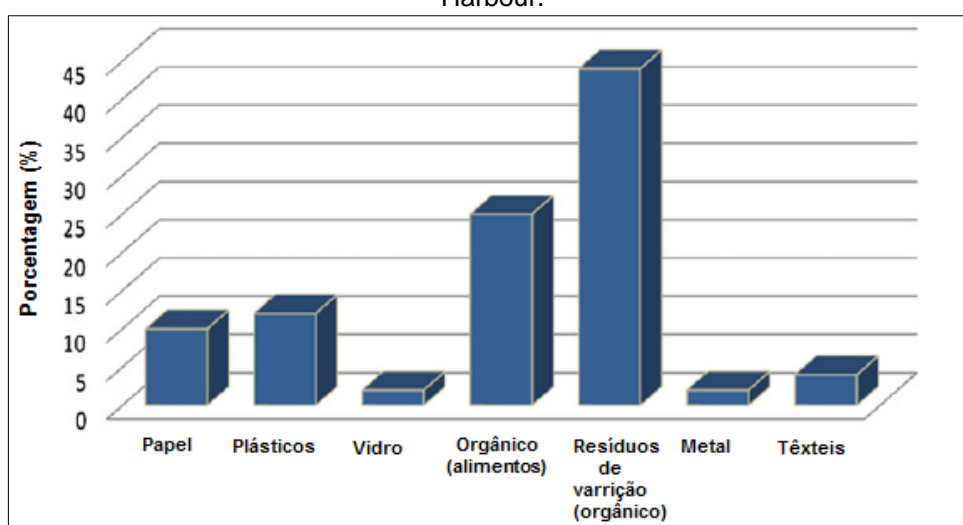
Figura 7 - Distribuição média mensal da geração de resíduos em navios (Porto de Louis Harbour).



Fonte: Adaptado de Mohee *et al.* (2012).

Os principais resíduos gerados foram plásticos, papel, restos alimentares, resíduos de carga e cinzas de incineração que representaram 62%, 32%, 3%, 1% e 1% do total de resíduos gerados, respectivamente. Mohee *et al.* (2012) também realizou o levantamento dos tipos resíduos gerados pelas empresas (indústrias) localizadas na área do porto. A geração de resíduos pelas indústrias anualmente foi de 4.530 toneladas. Na Figura 8, está apresentado o inventário de resíduos sólidos gerados nas indústrias localizadas no Porto de Louis Harbour.

Figura 8 - Inventário anual dos resíduos gerados nas indústrias localizadas na área do Porto de Louis Harbour.

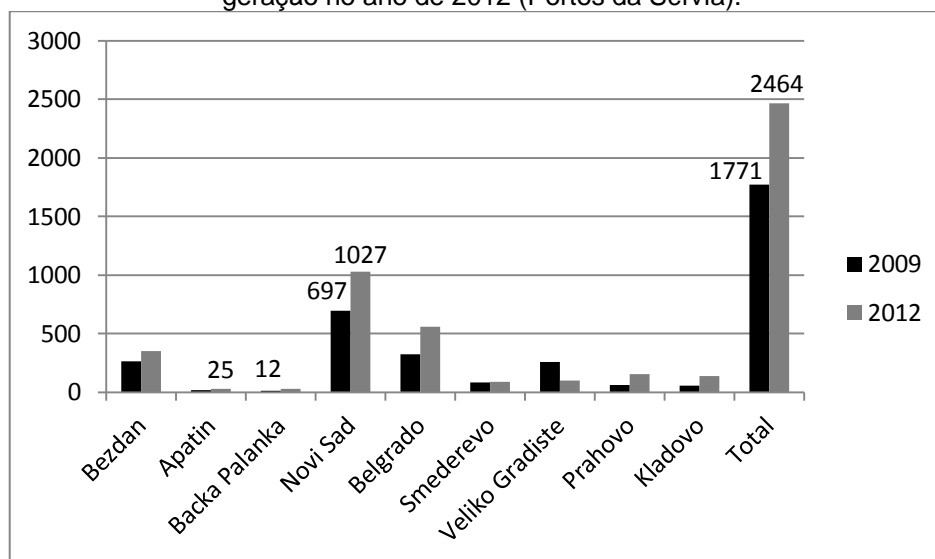


Fonte: Mohee *et al.* (2012).

Os principais resíduos gerados anualmente nas indústrias localizadas no Porto de Louis Harbour foram: resíduos de varrição (2084 toneladas/ano), representados por resíduos vegetais (poda) e resíduos orgânicos (resto de alimentos, comida) com geração de 1000 toneladas/ano. O autor também destaca a geração de papel que foi de 360 toneladas/ano.

O trabalho de Ulnikovic (2013), realizado em alguns dos portos fluviais localizados no rio Danúbio, dentro do território da República da Sérvia, analisou a geração de resíduos de embarcações que realizam cruzeiros, assim como de embarcações que transportam cargas. Os portos analisados foram: Apatin, Bezdan, Backa Palanka, Novi Sad, Belgrade, Smederevo, Veliko Gradiste, Prahovo e Kladovo. Os dados gerados nos anos de 2009 e 2010 estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Massa de resíduos sólidos geradas em embarcações no ano de 2009 e previsão da geração no ano de 2012 (Portos da Sérvia).

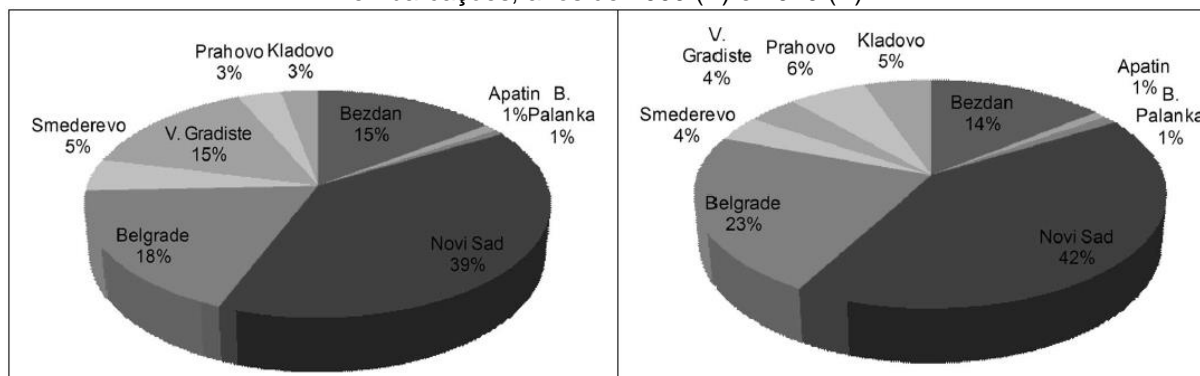


Fonte: Adaptado de Ulnikovic (2013)

Na Figura 9, percebe-se que no porto onde houve a maior geração de resíduos de embarcações, para os dois anos analisados, foi no Porto de Novi Sad com 697 toneladas de resíduos geradas no ano de 2009 e 1.027 toneladas no ano de 2012, sendo que houve um acréscimo na geração de resíduos, de um ano para outro, de 330 toneladas. Já o porto onde existiu menor geração de resíduos, para o ano de 2009, foi o de Backa Palanka, com 12 toneladas geradas, e em 2012 a menor geração foi do Porto de Apatin, com 25 toneladas de resíduos sólidos gerados.

Para quase todos os portos analisados houve um acréscimo na geração de resíduos do ano de 2009 para o de 2012. Apenas o porto de Veliko Gradiste não apresentou essa característica, sendo coletadas 258 e 100 toneladas, respectivamente para cada ano. A geração total de resíduos, de todos os portos analisados, foi de 1.771 toneladas no ano de 2009 e com previsão de 2.464 toneladas para o ano de 2012, havendo um aumento na geração de 693 toneladas. Na Figura 10, apresenta-se a participação (%) de cada porto em relação a geração total de resíduos sólidos de embarcações, para os anos analisados.

Figura 10 - Participação (%) de todos os portos em relação a geração total de resíduos sólidos de embarcações, anos de 2009 (A) e 2010 (B).



Fonte: Ulnikovic (2013)

Através da Figura 10 observa-se que as mudanças mais significativas ocorreram para o porto de Veliko Gradiste, onde houve uma diminuição de 11% na geração de resíduos de embarcações (15% para 4%, do ano de 2009 para 2012). Outro resultado significativo se refere aos portos de Belgrado, Novi Sad e Kladovo, devido ao aumento na geração de resíduos de embarcações, da ordem de 5%, 3% e 2%, respectivamente.

No trabalho de Romo (2010) está apresentado o número de retiradas e volume de resíduos sólidos de embarcações (enquadrados dentro do ANEXO V da Convenção de MARPOL 73/75) no Porto de Barcelona do ano de 2004 a 2009 (Tabela 3). No ANEXO V enquadram-se todos os tipos de resíduos de alimentos, resíduos domésticos e resíduos operacionais, todos os plásticos, resíduos de carga, cinzas de incinerador, óleo de cozinha, artefatos de pesca e carcaças de animais gerados durante a operação normal do navio e passíveis de serem descartados de forma contínua ou periódica, exceto aquelas substâncias definidas ou listadas em outros Anexos à presente Convenção.

Tabela 3 - Número de escalas de navios, número de retiradas de resíduos e volume retirado no Porto de Barcelona (2004-2009).

Ano	Nº de escalas de navios	Nº de retiradas de resíduos sólidos	Volume retirado - MARPOL V (m ³)
2004	8.820	6.987	32.861
2005	9.034	8.372	35.481
2006	9.814	9.139	35.481
2007	10.486	9.540	40.810
2008	9.904	8.983	40.216
2009	8.777	7.455	28.808

Fonte: Romo (2010)

De acordo com a Tabela 3, o maior volume de resíduos sólidos de embarcações coletados, no Porto de Barcelona, foi no ano de 2007 com 40.810 m³, representando também o maior número de retiradas (9.540 retiradas de resíduos sólidos) e número de escalas de navios (10.486 navios), em contrapartida o menor volume de resíduos sólidos coletados foi no ano de 2009 (28.808 m³), sendo o ano onde houve o menor número de navios atracados no cais do porto e o segundo menor número de retiradas de resíduos sólidos (7.455 retiradas).

A variação da geração dos resíduos provenientes de embarcações nesses portos pode estar relacionada ao aumento ou diminuição da quantidade de embarcações que aportam nos portos, no entanto deve-se ressaltar que nem todas as embarcações que atracam em um porto contratam o serviço de retirada de resíduos, esta pode ter sido realizada em outro porto. Como exemplo destaca-se, no Quadro 5, que no ano de 2009, 8.777 navios atracaram no Porto de Barcelona, porém em apenas 7.455 houve o serviço de retirada de resíduos.

Pelos dados de geração de resíduos apresentados, referentes aos portos estrangeiros percebem-se as mesmas fragilidades constatadas nos estudos referentes a portos brasileiros. Na maioria dos casos apresentam-se dados de geração total de resíduos, não sendo especificados os componentes gerados e na maioria dos estudos dá-se maior importância para os resíduos gerados em embarcações de longo curso, não sendo apresentados dados de geração de resíduos na área portuária (em terra).

Nos trabalhos citados, de portos brasileiros e estrangeiros, percebe-se que cada porto possui sua particularidade em relação a geração de resíduos sólidos, em alguns há maior geração de resíduos perigosos, principalmente devido haver resíduos de operação, manutenção de navios em quantidade significativa ou devido a presença de empresas arrendatárias na área do porto, cujas atividades gerem resíduos específicos (como os oleosos). Percebe-se também que a fragilidade dos estudos referentes a geração de resíduos sólidos em portos se encontra, principalmente, na falta de informações sobre a tipologia de resíduos gerados ou enquadrados em cada categoria definida (como a categoria outros, na maioria dos estudos não se especifica que tipos de resíduos são enquadrados nesta).

Outro ponto a ser destacado é o fato de que todos os dados citados no presente trabalho foram obtidos através de Inventários e Manifestos de Transporte de Resíduos Sólidos disponibilizados pela administração dos portos em questão, ou

seja, através de dados declarados. Faz-se necessário o desenvolvimento de estudos, metodologias que façam o levantamento primário desses dados, quando possível, visto que existe uma dificuldade em se ter acesso aos resíduos cuja fonte de origem são as embarcações de longo curso, devido aos riscos inerentes a estes.

Por isso, são necessários mais estudos referentes a melhores informações sobre a tipologia dos resíduos sólidos gerados em portos, para que sirvam de base para estudos posteriores, assim como para que haja a escolha da solução mais adequada para o destino dos resíduos gerados no ambiente portuário. Os estudos de caracterização física de resíduos são importantes, pois contribuem com informações sobre quantidade e qualidade dos resíduos gerados e com essas informações todo o fluxo de resíduos dentro do ambiente portuário será dimensionado de forma correta.

Dados que expressam apenas valores absolutos (quantidade total gerada, por exemplo) acabam não servindo de subsídio para que o problema da geração de resíduos sólidos em portos seja entendido e solucionado de maneira correta, sendo que dados como de *per capita*, peso específico e composição gravimétrica são importantes características que servem de apoio a tomada de decisão no gerenciamento de resíduos sólidos em portos (facilitam o correto dimensionamento de instalações e a escolha da destinação correta para os resíduos etc.).

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO AMBIENTE PORTUÁRIO

A classificação dos resíduos sólidos é etapa essencial para se ter o conhecimento de quais classes de resíduos estão sendo geradas facilitando assim a tomada de decisão em relação ao tratamento e destinação final dos mesmos. Segundo a FIRJAN (2006), a classificação dos resíduos sólidos gerados em uma determinada atividade é o primeiro passo para estruturar um plano de gestão adequado. A partir da classificação são definidas todas as etapas do gerenciamento destes (da geração à destinação final).

As formas mais habituais de classificação dos resíduos são quanto a origem ou fonte geradora (Lei 12.305) e periculosidade (Lei 12.305 - Brasil, 2010 e NBR 10.004 – ABNT, 2004), sendo que para portos existem normas específicas que

fazem essa classificação, como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 5 (BRASIL, 1993), que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, nº 56 de 6 de agosto de 2008 (ANVISA, 2008) que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e re-cintos alfandegados.

Como o desenvolvimento do presente trabalho foi realizado em área de portos optou-se por levar em consideração as resoluções que apresentam a classificação para os resíduos gerados nesses locais, assim como a NBR 10.004 (ABNT, 2004) e a Lei 12.305 (BRASIL, 2010). A seguir encontram-se as classificações dos resíduos sólidos segundo as legislações e normas já referenciadas.

3.2.1 Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010

Uma das classificações mais atuais relacionadas a resíduos sólidos é a que está presente na Lei 12.305 (BRASIL, 2010) e que classifica os resíduos quanto à origem e periculosidade. A seguir serão apresentados alguns dos resíduos classificados, quanto a origem, de acordo com o Capítulo I, Art. 13, inciso I dessa lei:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- e) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- f) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;

g) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

No Capítulo I, Art. 13, inciso II dessa mesma lei os resíduos são classificados quanto à periculosidade em:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

3.2.2 Norma Brasileira 10004 de 31 de maio de 2004

Na NBR 10004 (ABNT, 2004) os resíduos sólidos são classificados quanto à periculosidade, sendo definida como uma característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Na NBR 10004 (ABNT, 2004) os resíduos são classificados em dois grupos: perigosos e não perigosos (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação dos resíduos sólidos conforme a NBR 10004.

CLASSES		CARACTERÍSTICAS
Resíduos Classe I - Perigosos		Resíduos sólidos ou mistura de resíduos que apresentam as características de: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Resíduos Classe II – Não perigosos	II A – Não Inertes	Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos CLASSE I ou de resíduos CLASSE II B. Os resíduos CLASSE II A podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	II B - Inertes	Quaisquer resíduos que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

Fonte: ABNT (2004).

Os resíduos devem ser classificados e caracterizados seguindo os passos metodológicos presentes no ANEXO A (Caracterização e classificação dos resíduos sólidos). A NBR 10004 (ABNT, 2004) estabelece que a classificação de resíduos envolve “a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido”.

A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados. O laudo de classificação pode ser baseado exclusivamente na identificação do processo produtivo, quando do enquadramento do resíduo nas listagens dos anexos A (resíduos perigosos de fontes não especificadas) ou B (resíduos perigosos de fontes específicas), presentes nessa resolução.

3.2.3 Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 5 de 5 de agosto de 1993

De acordo com a resolução do CONAMA Nº 5/1993 (BRASIL, 1993) que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários, os resíduos sólidos são classificados em quatro classes (A, B, C e D), como apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a resolução do CONAMA nº 5/1993.

CLASSES	CARACTERÍSTICAS
A	Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido a presença de agentes biológicos.
B	Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas.
C	Rejeitos radioativos: enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05
D	Resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente

Fonte: Brasil (1993).

Na CLASSE A enquadram-se resíduos, como: sangue e hemoderivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; alimentares de unidade de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objeto desta Resolução, entre outros.

Os resíduos enquadrados na CLASSE B são os que apresentam características químicas, como risco potencial a saúde pública e ao meio ambiente, como: drogas quimioterápicas e produtos por ela contaminados, resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados) e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

Em relação aos resíduos da CLASSE C, estes são representados por materiais radioativos ou contaminados com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução CNEN 6.05; já os resíduos da CLASSE D são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente (papel, plásticos, metal, vidro não contaminados, entre outros).

No Art. 15º da resolução está definido que se não houver a devida segregação dos resíduos sólidos, estes serão considerados, na sua totalidade, como pertencentes ao grupo “A”, salvo os resíduos sólidos pertencentes aos grupos “B” e “C” que, por suas peculiaridades, deverão ser sempre separados dos resíduos com outras características.

3.2.4 Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nº 56 de 6 de agosto de 2008

A resolução da ANVISA nº 56 (ANVISA, 2008), referente ao Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e recintos alfandegados é aplicável a meios de transportes terrestre que operem transporte internacional de

cargas e ou viajantes, aeronaves, embarcações e aeroportos de controle sanitário, portos de controle sanitário, passagens de fronteira designadas e recintos alfandegados. Esta classifica os resíduos sólidos em cinco classes, A, B, C, D e E, as características dos resíduos enquadrados em cada classe estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a resolução da ANVISA nº 56/2008.

CLASSES	CARACTERÍSTICAS
A	Resíduos que apresentem risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.
B	Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.
C	Enquadram-se neste grupo os rejeitos radioativos.
D	Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
E	Materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Fonte: ANVISA (2008)

Para cada Classe de resíduo há o enquadramento dos diferentes tipos de resíduos, assim como de acordo com a fonte geradora. A seguir estão exemplificados os resíduos que podem ser enquadrados em cada classe:

- CLASSE A: enquadram-se nessa classe os resíduos gerados por viajantes ou animais a bordo de meios de transporte que apresentem anormalidades clínicas, com sinais e sintomas compatíveis com doenças transmissíveis; por óbito de pessoas ou animais ocorridos a bordo de meios de transporte, quando provocados por doença transmissível suspeita ou confirmada; por serviços de atendimento médico humano e animal a bordo de meios de transporte ou de enfermaria de bordo; por procedimentos de limpeza e desinfecção de sanitários de bordo, incluindo os resíduos coletados durante estes procedimentos (fralda, papel higiênico e outros); por procedimentos de limpeza e desinfecção de superfícies expostas a fluidos, secreções e excreções orgânicas humanas e animais - incluindo os objetos que tenham entrado em contato com os mesmos quando não puderem sofrer processo

de desinfecção de alto nível, cargas suspeitas de contaminação por agentes biológicos, entre outros;

- CLASSE B: enquadram-se os resíduos de área de manobras, industriais, manutenção, depósitos de combustíveis, áreas de treinamento de incêndio, resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados), efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas e demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 – ABNT, 2004 (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos);

- CLASSE C: materiais resultantes de laboratório de pesquisa e ensino na área de saúde e de laboratórios de análises clínicas; aqueles gerados em serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação;

- CLASSE D: papel de uso sanitário, fralda e absorvente higiênico, não classificados como do grupo A; sobras de alimentos, exceto quando tiver outra previsão pelos demais órgãos fiscalizadores; resíduos provenientes das áreas administrativas; resíduos de varrição, flores, podas e jardins; resíduos de outros grupos após sofrerem tratamento adequado;

- CLASSE E: materiais perfuro cortantes ou escarificantes, como lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

O Quadro 7 apresenta as fontes geradoras e os principais resíduos produzidos, assim como a comparação da classificação destes conforme a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), NBR 10.004 (ANVISA, 2004), resolução do CONAMA nº5 (BRASIL, 1993) e RDC nº 56 (ANVISA, 2008).

Quadro 7 - Comparação da classificação dos resíduos sólidos segundo as diferentes normas.

FONTE GERADORA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	EXEMPLOS DE RESÍDUOS PORTUÁRIOS	CLASSIFICAÇÃO			
		Lei 12.305 (BRASIL, 2010)	NBR 10.004 (ABNT, 2004)	CONAMA nº 5 (BRASIL, 1993)	RDC nº 56 (ANVISA, 2008)
Setores de manutenção da instalação portuária; Embarcações.	Embalagens vazias de tintas, produtos químicos/óleos, resíduos oleosos de manutenção e vazamentos, lâmpadas fluorescentes, baterias e madeira contaminada.	RESÍDUOS PERIGOSOS	CLASSE I (PERIGOSOS)	GRUPO B	GRUPO B
Enfermarias das embarcações e instalações portuárias.	Resíduos de serviço de saúde.			GRUPO A	GRUPO A/GRUPO E
Sistemas sanitários de embarcações.	Rejeitos sanitários de embarcações provenientes de áreas endêmicas.			GRUPO A	GRUPO A
Sistemas sanitários de embarcações e da área portuária.	Resíduos sanitários.	RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS	CLASSE II A - NÃO INERTES (NÃO PERIGOSOS)	GRUPO D	GRUPO D
Cozinha e refeitórios de embarcações e da área portuária.	Resíduos de cozinha e refeitório.				
Embarcações, instalações portuárias.	Papéis, plásticos e madeira não contaminada.				
Obras dentro do porto	Resíduos da construção civil.			CLASSE II B – INERTES (NÃO PERIGOSOS)	GRUPO D

Fonte: Adaptado de Fontana (2012).

*Grupo E – materiais perfurocortantes ou escarificantes.

No Quadro 7, pode-se verificar que a classificação estabelecida na Lei 12.305 (BRASIL, 2010) é baseada na NBR 10.004 (ABNT, 2004), entretanto os classifica, de uma maneira geral, em resíduos perigosos e não perigosos, não existindo as CLASSES IIA- INERTES e IIB – NÃO INERTES. Como exemplo pode-se destacar os resíduos papéis, plásticos e madeira não contaminada provenientes de embarcações e instalações portuárias que são classificados como resíduos não perigosos e CLASSE IIA - não inertes (não perigosos), de acordo com a Lei 12.305 (BRASIL, 2010) e NBR 10.004 (ABNT, 2004), respectivamente.

Na resolução do CONAMA nº 5 (BRASIL, 1993) os resíduos são classificados em quatro classes, A, B, C e D. Diferentemente, a RDC nº 56 (ANVISA, 2008) os classifica em cinco classes, A, B, C, D, e E, sendo este último uma subdivisão do Grupo A e onde são enquadrados os resíduos perfurocortantes ou escarificantes.

Para fins de gerenciamento as resoluções do CONAMA nº5 (BRASIL, 1993) e RDC nº 56 (ANVISA, 2008) são melhor aplicáveis, já que facilitam o entendimento da questão por parte dos gestores, por apresentarem-se melhor estruturadas e com classes mais subdivididas, facilitando o enquadramento dos diferentes tipos de resíduos. No entanto, como a ANVISA é a agência que regulamenta as boas práticas no gerenciamento de resíduos em portos pode-se dar preferência a esta norma, já que sua resolução apresenta-se mais completa, não só estabelecendo a classificação dos resíduos, mas também as boas práticas que devem ser seguidas para cada classe de resíduo gerado no ambiente portuário.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Para buscar soluções em relação à problemática dos resíduos sólidos deve-se primeiramente fazer a caracterização destes, sendo a primeira etapa a ser realizada antes de qualquer tomada de decisão. De acordo com Fontana (2014), o conhecimento das fontes geradoras de resíduos no ambiente portuário é essencial para o planejamento do gerenciamento destes, tendo essa informação pode-se determinar quantidades e volumes gerados, bem como caracterizar cada componente presente na massa de resíduos. Cada componente deve ser destinado

e tratado, a depender de suas características, adequadamente e de acordo com as legislações em vigor.

A composição dos resíduos sólidos está associada a aspectos culturais da população, aspectos de sazonalidade e climáticos, sofrendo também influências regionais e temporais (como flutuações na economia). Para determinação da composição média de determinada quantidade gerada de resíduos são feitas amostragens em diversos pontos de coleta e separados os resíduos por tipo de material (SCHNEIDER, 2004).

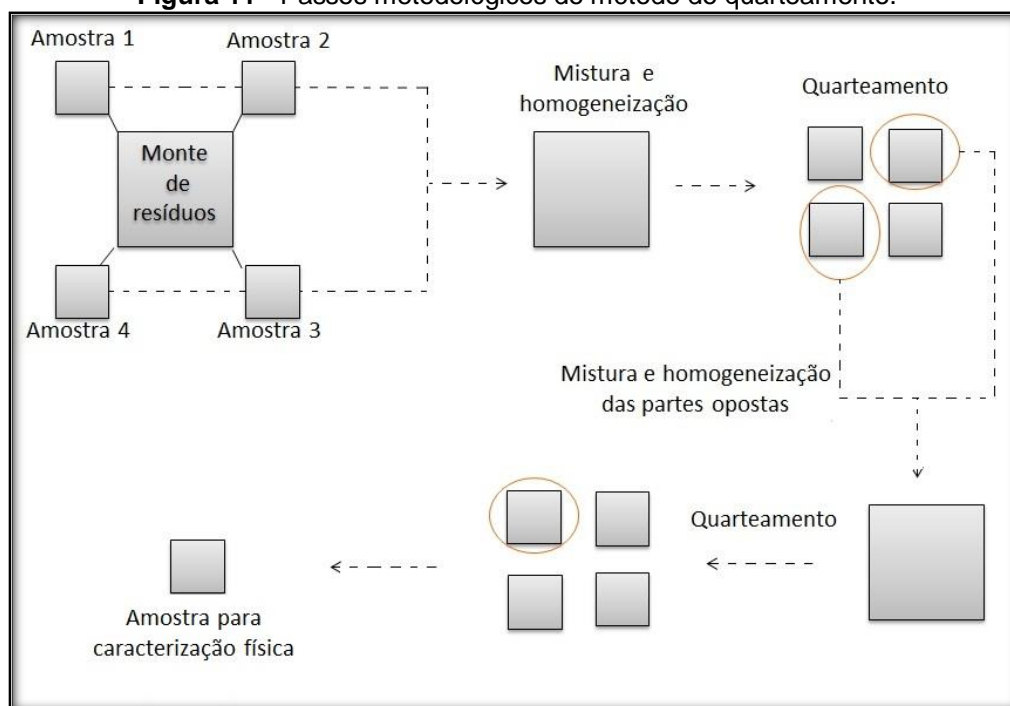
“O objetivo da amostragem é a coleta de uma quantidade representativa de resíduo, visando determinar suas características quanto à classificação, métodos de tratamento etc.” (ABNT, 2004). Ainda de acordo com a ABNT (2004) a amostra representativa compreende “a parcela do resíduo a ser estudada, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total de resíduo e para obtenção da faixa de variação do resíduo, devem ser coletadas no mínimo três amostras simples”.

“A técnica de caracterização não possui definição fixa de metodologia, esta pode variar a depender das condições locais, equipamentos, mão de obra, entre outros fatores” (VAZ *et al.*, 2003). A maioria dos trabalhos existentes e que se referem à caracterização de resíduos utilizam o método do quarteamento. A Norma Brasileira 10007 (ABNT, 2004) o define como:

Processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado.
(ABNT, 2004)

Os passos metodológicos do método do quarteamento estão apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Passos metodológicos do método do quarteamento.



Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

De acordo com a Figura 11, após os resíduos serem despejados são coletadas quatro amostras, em contêiner, em pontos aleatórios da pilha de RSU, os resíduos são pesados, com o auxílio dos contêineres. As amostras coletadas são depositadas em cima de uma lona plástica e posteriormente é realizado o processo de quarteamento que consiste na separação do total de resíduos em quatro partes. Em seguida, descartam-se duas partes diametralmente opostas, e as outras duas partes restantes são novamente homogeneizadas e o processo de quarteamento é repetido até se obter o volume final desejado.

Para os diferentes estudos o volume final de resíduos que será utilizado para que a caracterização seja feita é determinado de acordo com os objetivos de cada um destes. No trabalho realizado por Soares (2011) o volume da amostra final correspondeu a 25% do total. Após a execução de todo o processo de amostragem devem ser determinadas as características dos resíduos (físicas, químicas e biológicas), a depender da abrangência de cada trabalho.

Segundo o *United Nations Environment Programme (UNEP, 2009)* – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, é importante que haja a definição e descrição da área de estudo, planejamento da coleta e análise dos dados antes de se começar, na prática, a fazer caracterização.

A maioria dos métodos atualmente utilizados são baseados em metodologias espontâneas, já que de acordo com Carneiro (2006), no Brasil não existe nenhuma metodologia normatizada, tornando-se com isso prática bastante usual a utilização de metodologia espontânea (*Ad Hoc*).

Os resíduos sólidos possuem características físicas, químicas e biológicas. “Destes três grupos, aquele que mais interfere no dimensionamento do sistema de coleta e disposição é o das características físicas, por influenciar em vários aspectos da gestão dos resíduos sólidos urbanos” (SOARES & MAHLER, 2011, p. 25). Devido a esse fato o presente trabalho aborda de forma mais aprofundada as características físicas dos resíduos, além disso, para resíduos gerados em portos, trabalhos de caracterização física são escassos, fato que teve influência decisiva para a elaboração deste estudo.

3.3.1 Características físicas

De acordo com Queiroz (2014), o levantamento de informações a cerca da quantidade e qualidade de resíduos é importante para se estimar quanto custa os empreendimentos de disposição destes, e a viabilidade de implantar usinas de compostagem e reciclagem, como também cooperativas.

As características físicas dos resíduos sólidos estão representadas pela composição gravimétrica, peso específico, umidade, geração *per capita* e compressividade.

Composição Gravimétrica

A composição gravimétrica permite que se determinem, através de amostragens ou do quantitativo geral gerado, as frações percentuais de cada componente presente na massa de resíduo gerada. De acordo com o objetivo de cada trabalho é que se definem quais componentes serão quantificados de forma isolada.

De acordo com a ABRELPE & ISWA (2013), as informações sobre a composição gravimétrica dos resíduos ajudam a entender onde existe potencial para reciclar mais e detectar as quantidades de materiais biodegradáveis disponíveis.

Além disso, a importância da composição dos resíduos torna-se mais evidente quando as decisões relativas aos métodos de tratamento e eliminação de resíduos devem ser tomadas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM (IBAM, 2001), os componentes comumente utilizados na composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos são os apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Componentes comumente utilizados na composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos.

Matéria Orgânica	Metal Ferroso	Borracha
Papel	Metal Não Ferroso	Couro
Papelão	Alumínio	Pano/Trapos
Plástico Rígido	Vidro Claro	Ossos
Plástico Maleável	Vidro Escuro	Cerâmica
PET	Agregado Fino	

Fonte: IBAM (2001)

Normalmente os técnicos simplificam a divisão, considerando apenas alguns componentes, são eles: matéria orgânica, papel/papelão, plásticos, vidros, metais e outros. Embora a composição simplificada possa ser usada no dimensionamento de uma usina de compostagem e de outras unidades de um sistema de limpeza urbana, não é útil, por exemplo, a um estudo preciso de reciclagem ou de coleta seletiva, já que o mercado de plásticos rígidos é bem diferente do mercado de plásticos maleáveis, assim como os mercados de ferrosos e não-ferrosos. O fator principal na escolha dos componentes se refere ao tipo de estudo que será realizado e aos objetivos do mesmo.

Como trabalhos de caracterização física no ambiente portuário são escassos optou-se, no presente trabalho, por apresentar algumas às características dos resíduos sólidos urbanos, visto que em alguns portos há similaridade de geração de resíduos com resíduos gerados em municípios de pequeno porte. A composição gravimétrica média dos resíduos sólidos gerados em algumas cidades do Brasil, assim como a média nacional está apresentada na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de alguns municípios brasileiros e do Brasil.

Município	Ano	Componentes (%)					
		Papel/Papelão	Plástico	Vidro	Metal	Orgânico	Outros
Belém ⁽¹⁾	2006	17	15	1	3	46	18
Cáceres-MT ⁽²⁾	2009	9.27	13.16	3.23	2.41	60.45	11.48
Campina Grande-PB ⁽³⁾	2009	5	11	4	3	66	11
Cocal do Sul-SC ⁽⁴⁾	2009	15.77	17.77	3.75	3.57	37.41	21.73
Curuçá-PA ⁽⁵⁾	2004	4.01	9.22	0.82	1.96	52.03	31.96
Dois Vizinhos – PR ⁽⁶⁾	2009	15	19	16	7	29	14
Dores de Campos-MG ⁽⁷⁾	2008	11	17	2	1	58	11
Nova Iguaçu - RJ e Rio de Janeiro –RJ ^{(8)*}	2011	16.8	19.66	1.82	2.43	51.84	7.43
Brasil ⁽⁹⁾	2012	13.1	13.5	2.4	2.9	51.4	16.7

Fonte: ⁽¹⁾ Carneiro (2006); ⁽²⁾ Alcântara (2010); ⁽³⁾ Araújo (2011); ⁽⁴⁾ Souza e Guadagnin (2009); ⁽⁵⁾ Cunha e Carneiro, (2007); ⁽⁶⁾ Silvestrin (2009), ⁽⁷⁾ Adaptado de Magalhães (2008), ^{(8)*} Adaptado de Soares (2011) e ⁽⁹⁾ Brasil (2012).

Conforme Tabela 4, para todos os estudos analisados, o resíduo com maior geração, em percentual de massa, foi a matéria orgânica, sendo os maiores valores verificados para os municípios Campina Grande – MT (66%), Cáceres – MT (60,45%) e Dores do Campo – MG (58%). Com relação à aproximação da geração de matéria orgânica à média nacional (51,4%), a maioria dos municípios apresentou valores acima, apenas os municípios de Belém – PA (46%), Cocal do Sul – SC (37,41%) e Dois Vizinhos (29%) apresentaram valores abaixo dessa média. Os municípios de Nova Iguaçu/Rio de Janeiro foram os que apresentaram maior proximidade com a média nacional, com participação percentual em massa de matéria orgânica de 52,03%.

Os resultados da composição gravimétrica dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos, metal e vidro) demonstraram que há grande variação da geração destes entre os municípios. O maior percentual de papel/papelão encontrado foi no município de Belém – PA (17%) ficando acima da média nacional que é de 13,1%, já para os resíduos plástico, vidro e metal, os municípios que apresentaram maior geração, em percentual de massa, foram, respectivamente, Nova Iguaçu/ Rio de Janeiro – RJ (19,66%), Dois Vizinhos – PR (16%) e Cocal do Sul –SC (3,57%), sendo que para esses componentes todos os percentuais gerados ficaram acima da média nacional (13,5%, 2,4% e 2,9%, respectivamente).

No trabalho de Hoornweg & Bhada-Tata (2012) foram encontrados percentuais de material orgânico de 38 % nos resíduos sólidos gerados na Polônia, sendo o componente Outros o segundo mais gerado representando 23 % do total; já para os dados encontrados para Tailândia, 48 % dos resíduos gerados são representados pelo componente Orgânico, seguido do componente Papel (15 %) e Outros (14 %).

De acordo com Yepes (2002), no Porto de Cartagena, localizado na Colômbia, a participação em volume dos diferentes componentes de resíduos gerados, por atividades desenvolvidas em terra, foi de: 23,5 % (Outros – madeira, cinzas de incineração, borracha, couro), 22 % (Papel/papelão), 21% (Plásticos), 18 % (restos de alimentos), 8 % (Metais) e 7 % vidro. Esses dados foram obtidos através de fonte secundária, dados presentes em documentos portuários.

As características dos resíduos sólidos variam de local para local, e devido a isso, estudos sobre as características físicas dos resíduos se tornam importante ferramenta para levantar informações para o desenvolvimento de modelos de gestão e gerenciamento adequados e eficientes. De acordo com Cruz (2005) é necessário adotar metodologias de caracterização que acompanhem as diversidades de cada local e que sejam suficientemente flexíveis para responder todos os objetivos propostos, sem perda de critério.

O conhecimento da composição gravimétrica dos resíduos possibilita verificar onde há maior predomínio da geração de materiais potenciais para serem reciclados ou matéria orgânica, o que facilita a definição de formas de destinação final mais adequada, assim como no dimensionamento de sistemas de coleta seletiva.

Peso Específico Aparente

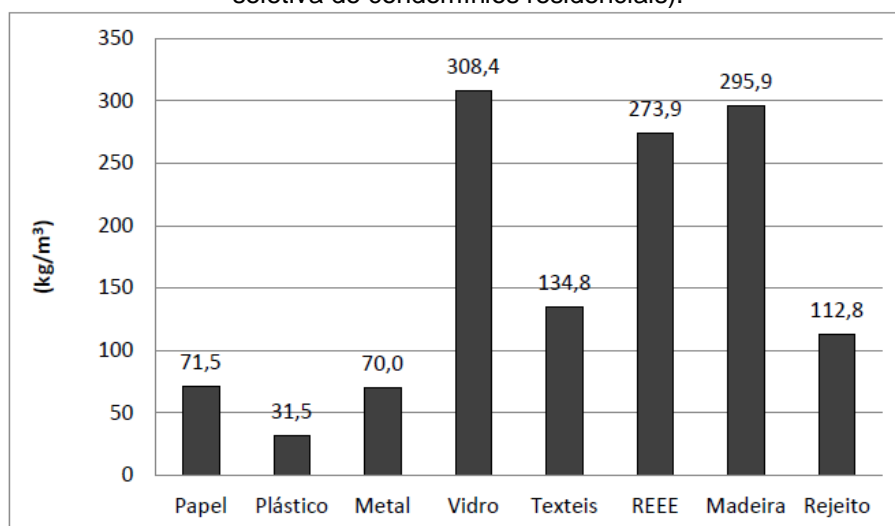
“O peso específico aparente é o peso dos resíduos em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em Kg/m^3 . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações” (IBAM, 2001). No presente trabalho foi utilizado o peso específico aparente dos resíduos.

Farias & Jucá (2000) afirmam que o Peso Específico, no geral, pode ser alterado de acordo com o índice de vazios, umidade, composição, compactação dos

resíduos e condições climáticas, podendo variar num mesmo tipo de material; e que este tem importância para o dimensionamento da coleta e tratamento dos resíduos, determinação da capacidade volumétrica dos meios de coleta, transporte, disposição final.

O trabalho de Bassani (2012) apresenta os pesos específicos aparentes dos componentes de resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva em condomínios residenciais. Os componentes analisados foram: papel, plástico, metal, vidro, têxteis, Resíduos de Equipamentos Eletro e Eletrônicos (REEE) e rejeitos (inclui principalmente matéria orgânica e papéis de origem sanitária), sendo o peso específico total de 68,04 Kg/m³ e os pesos específicos de cada componente apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Distribuição dos Pesos Específicos Aparentes por tipo de material (resíduos de coleta seletiva de condomínios residenciais).

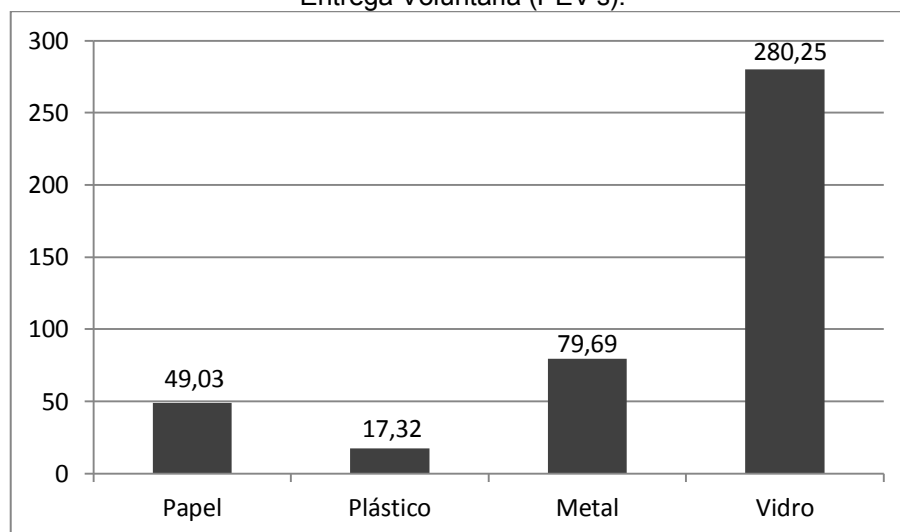


Fonte: Bassani (2012)

Na Figura 12, dentre os componentes analisados os menores valores encontrados foram para plástico (31,5 Kg/m³), papel (71,5 Kg/m³) e metal (70 Kg/m³), sendo os maiores valores para vidro (308,4 Kg/m³), REEE (273,9 Kg/m³) e madeira (295,9 Kg/m³).

No trabalho de Laignier (2002) são apresentados resultados de peso específico dos resíduos provenientes da coleta seletiva constituída por Postos de Entrega Voluntária (PEV's), do município de Vitória (ES). Os resultados encontrados estão apresentados na Figura 13.

Figura 13 - Peso específico dos resíduos provenientes de coleta seletiva constituída por Postos de Entrega Voluntária (PEV's).



Fonte: Laignier (2002)

De acordo com a Figura 13, dentre os componentes analisados os menores valores médios encontrados também foram para plástico (17,32 Kg/m³), papel (49,03 Kg/m³) e metal (79,69 Kg/m³), sendo o maior valor encontrado para o vidro (280,25 Kg/m³). No trabalho de Cardoso *et. al.* (2009) os valores médios encontrados de peso específico aparente dos resíduos provenientes da Universidade Federal do Pará (UFPA) foram: 18,37 Kg/m³ (plástico), 38,81 Kg/m³ (papel), 49,64 (outros) e 145,87 (matéria orgânica), sendo o peso específico total de 47,96 Kg/m³.

No trabalho de Tabalipa e Fiori (2004), no município de Pato Branco, foi observado o peso específico dos resíduos dispostos no lixão, que passam pelo processo de reciclagem e os que não passam. Os resultados demonstraram que os resíduos que passam por reciclagem e que chegam ao lixão apresentam peso específico bem maior (629 Kg/m³); já os resíduos que não passam por esse processo apresentam menor peso específico (262,815 Kg/m³). De acordo com Carvalho & Mahler (2005), o peso específico de alguns resíduos recicláveis como as garrafas plásticas, são bem menores que o da fração orgânica dos resíduos, porém, o volume ocupado por alguns deles é bem maior.

Segundo Oliveira *et al.* (2003) os componentes papel, plásticos, recipientes metálicos e não-metálicos são, na sua maioria, de baixo peso específico, de grande volume e de difícil compactação. Soares (2011) afirma que o valor do peso específico está diretamente relacionado à sua composição gravimétrica, visto

que quanto maior for à quantidade de componentes leves (papel, papelão, plásticos) ou quanto menor for à quantidade de matéria orgânica, menor será seu valor.

A determinação do peso específico aparente dos resíduos serve como base para o correto dimensionamento das instalações, dentro de um porto, como número de contêineres, Central de Armazenamento de Resíduos etc.

Teor de Umidade

De acordo com Firmeza (2005, p.23) “o teor de umidade representa a quantidade de água presente no resíduo, medida em percentual do seu peso. Este parâmetro se altera em função das estações do ano e da incidência de chuvas, podendo-se estimar um teor de umidade variando em torno de 40 a 60%”. Conforme o IBAM (2001, P. 37), “esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do resíduo”.

“Os altos teores de umidade dos resíduos sólidos urbanos são basicamente provenientes dos materiais orgânicos (resíduos alimentares, de jardim e poda). Os componentes inorgânicos, tais como, metais e vidros, geralmente têm um teor de umidade abaixo de 10%” (SOARES, 2011, p. 15). O teor de umidade dos resíduos influencia no peso específico dos resíduos, sendo diretamente proporcional a este.

No trabalho de Soares (2011) para os resíduos sólidos gerados no município de Nova Iguaçu (amostras 4,6 e 7) e Rio de Janeiro (amostra 9) foram encontrados os teores de umidade global apresentados para amostras de resíduos de diferentes classes sociais (Tabela 5).

Tabela 5 - Teor de umidade global para amostras de resíduos dos municípios de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.

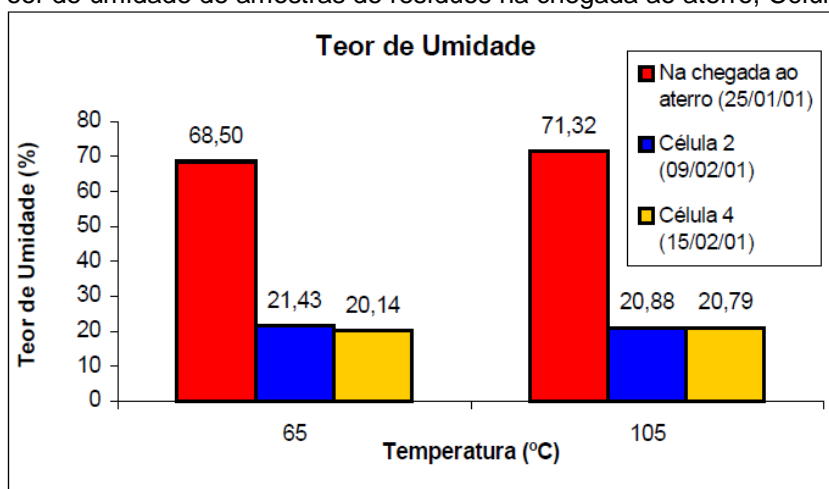
Amostra	Classe social	Umidade (%) - Base úmida
4	A – média alta	23
6	C – baixa a crítica	33
7	B - média baixa	23
9	-	57

Fonte: Soares (2011).

Na Tabela 5 é possível verificar que as amostras 4 e 7, classe A e classe B – classe média baixa, respectivamente, apresentam os menores teores de umidade global, enquanto que a amostra 6, classe C – classe baixa a crítica, contém o maior teor de umidade comparado aos teores de umidade dos RSU de Nova Iguaçu. A amostra 9 (não foi classificada de acordo com classe social), proveniente do município do Rio de Janeiro, foi a que apresentou maior percentual de umidade, com cerca de 57%. Esse elevado percentual pode ser explicado pela grande participação de frações orgânicas nos RSU do município do Rio de Janeiro.

No trabalho realizado por Lima *et al.* (2001), no aterro da Muribeca em Pernambuco, foi verificado o teor de umidade de amostras de lixo na chegada ao aterro (lixo fresco) e em diferentes profundidades, Célula 2 e Célula 4 (em torno de 2 m, idade em torno de 8 anos), os resultados obtidos estão apresentados na Figura 14.

Figura 14 - Teor de umidade de amostras de resíduos na chegada ao aterro, Célula 2 e Célula 4.



Fonte: Lima *et al.* (2001)

De acordo com Lima *et al.* (2001) observa-se altos valores de teor de umidade na chegada ao aterro, em torno de 70%. Nas Células 2 e 4 (profundidade em torno de 2 metros), onde possuem resíduos mais antigos depositados no Aterro da Muribeca, apresentam valores de teor de umidade mais baixos e em torno de 20%. Sendo assim, os resultados condizem com as respectivas idades dos lixos.

Segundo o IBAM (2001), a verificação do teor de umidade dos resíduos é importante, pois essa variável tem influência direta sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem. Influencia diretamente o poder calorífico e o peso específico aparente do lixo, concorrendo de

forma indireta para o correto dimensionamento de incineradores e usinas de compostagem.

Per Capta

De acordo com Carvalho (2006), "a geração per capita relaciona a quantidade de resíduos gerada diariamente e o número de habitantes de uma determinada região". De acordo com a ABRELPE (2012b) a geração per capita de resíduos no Brasil é de 1,107 Kg/hab/dia.

Na Tabela 6, a seguir, estão dispostos dados de geração per capita de alguns municípios brasileiros.

Tabela 6 - Geração per capita dos resíduos sólidos urbanos gerados em alguns municípios brasileiros.

Município	RSU (kg/dia)	População (hab.)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab./dia)
Bela Vista – GO	4321,4	6196,5	0,69
Botucatu – SP	48300,0	100826,0	0,48
Cáceres-MT	1351,8	2460,0*	0,54
Caldas Novas – GO	12906,0	18000,0	0,72
Cocal do Sul – SC	6450,0	14563,0	0,44
Dores de Campos - MG	3236,0	8299,0	0,39
Hidrolândia – GO	222,9	487,0*	0,46
Leopoldina-MG	16615,7	39399,0	0,42
Pato Branco – PR	30000,0	62234,0	0,48

Fonte: Rocha, Aguiar (2012).

*População amostral

Analisando os dados de geração de resíduos *per capita* dos municípios apresentados na Tabela 6 percebe-se que variaram de 0,39 a 0,72 kg/hab/dia e os menores valores encontrados foram para os municípios Dores de Campos – MG e Leopoldina – MG, com 0,39 kg/hab/dia e 0,42 kg/hab/dia, respectivamente; já os municípios que apresentaram os maiores valores foram Caldas Novas – GO e Bela Vista –GO, com 0,72 kg/hab/dia e 0,69 Kg/hab/dia, respectivamente.

De acordo com Oliveira *et al.* (2004), na maioria dos casos o valor de geração per capita sofre influências da geração de tipos de resíduos como: resíduos de podas e de construção civil que não são gerados diretamente pela população. Esse autor afirma que:

A massa *per capita* de resíduos obtida não corresponde exatamente à quantidade gerada por habitante em suas atividades domésticas, pois nesse

total estão incluídos resíduos que nada têm a ver com a atividade doméstica, como os entulhos de construção, as varrições de rua, os resíduos das lojas, mercados e outras atividades comerciais. Oliveira *et al.* (2004).

Um dos fatores que mais influenciam o *per capita* é o econômico, sendo a geração de resíduos fortemente associada ao estágio de desenvolvimento de uma determinada região.

Compressividade

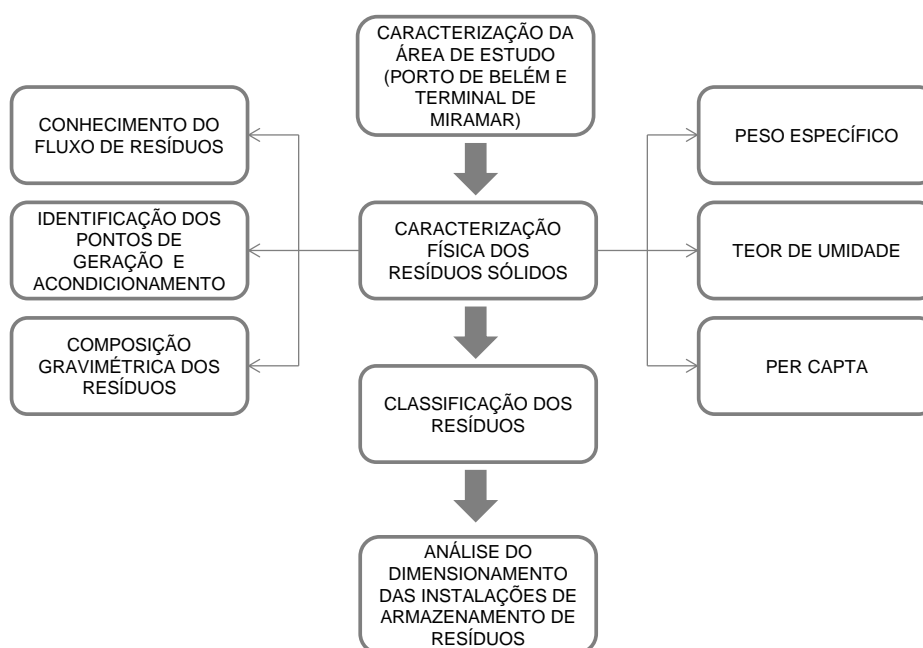
Segundo o IBAM (2001) a compressividade é o grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de resíduo pode sofrer quando compactada. Submetido a uma pressão de 4 Kg/cm², o volume do resíduo pode ser reduzido de um terço (1/3) a um quarto (1/4) do seu volume original. Analogamente à compressão, a massa de lixo tende a se expandir quando é extinta a pressão que a compacta, sem, no entanto, voltar ao volume anterior. Esse fenômeno chama-se empolgação e deve ser considerado nas operações de aterro com lixo.

De acordo com Suzuki (2012) os parâmetros de compressibilidade dos RSU, geralmente são determinados por meio de ensaios de laboratório, como o ensaio de compressão confinada de grandes dimensões; por meio de monitoramento *in situ* de recalques em aterro sanitário ou por ensaios de campo.

4 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho foi aplicada no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, segundo as etapas apresentadas na Figura 15, cujas descrições realizam-se posteriormente.

Figura 15 - Fluxograma da metodologia utilizada na elaboração do trabalho.



4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1 Caracterização do Porto de Belém

O Porto de Belém possui área total de 353.231,12 m² e foi inaugurado em 02 de outubro 1909, sendo gerido pela Companhia Docas do Pará (CDP) e situado a uma distância de 120 km do oceano Atlântico. Sua localização é na margem direita da Baía do Guajará, que é formada pelos rios Mojú, Guamá, Acará e Pará. É um porto abrigado, praticamente isento de ventos fortes. Na margem esquerda dessa baía se localiza a ilha das Onças com 19 km de comprimento e uma série de ilhas menores (CDP, [2009]), Figura 16.

De acordo com a SEP (2013) devido o Porto de Belém ser essencialmente fluvial, não existe, nem há, necessidade de obras de abrigo. A Ilha das Onças,

localizada junto à margem esquerda do Rio Guamá bem como a série de ilhas menores exercem a função de abrigo natural ao porto.

Figura 16 - Localização do Porto de Belém.



Fonte: Vale (2013)

O porto dispõe de oito armazéns de primeira linha (armazéns 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12), seis deles medindo 100 m x 20 m e dois medindo 120 m x 20 m; quatro armazéns de segunda linha, medindo 100 m x 20 m (armazéns 4A, 6A, 8A e 8B). As nomeações primeira linha e segunda linha se referem à fileira de armazéns, quanto a sua proximidade aos cais (CDP, 2009).

Internamente, na retaguarda dos armazéns 11 e 12 há um pátio de 10.412 m² para a estocagem de contêineres. Ao fundo do armazém 5, o porto dispõe de um pátio de 1.200 m² destinado à estocagem de carga geral (SEP, 2013).

A área do cais acostável possui extensão de 1295 m e de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos – PGRS (CDP, 2012) do Porto de Belém está dividida em 3 setores (Figura 2), são eles:

- Setor 1: Trecho do armazém 4 ao 8, onde estão movimentadas cargas em geral;
- Setor 2: Trecho do armazém 9 ao 10, onde operam apenas embarcações de navegação interior, de carga geral e movimentação de passageiros;
- Setor 3: Trecho dos armazéns 11, 12 e silos, onde são movimentados contêineres e granel sólido (trigo).

No Quadro 9 estão apresentadas as instalações presentes no Porto de Belém de acordo com cada setor, assim como as atividades econômicas realizadas nestes.

Quadro 9 - Instalações presentes no Porto de Belém de acordo com cada setor.

Setor	Instalações	Principais Atividades Desenvolvidas
S1	Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO) Armazéns Área Pública - Carga Geral (armazéns 4, 4A, 5, 6, 6A, 7, 8A e 8B) Administração do Porto de Belém Órgãos públicos (ANVISA, IBAMA, SEFA, polícia federal) Posto médico Setor elétrico – SCELE Central de resíduos Balança do Porto	Movimentação de carga geral e desenvolvimento de atividades administrativas.
S2	Terminal de movimentação de passageiros e carga geral (Armazém 10)	Movimentação de carga geral e passageiros.
S3	Armazéns Área Pública (Carga Geral)/Pátio de Contêineres Área arrendada (OCRIM)	Movimentação de carga geral e trigo (OCRIM), desenvolvimento de atividades administrativas.

No porto de Belém há movimentação, principalmente de carga containerizada e granel sólido – trigo, que é movimentado pela empresa Ocrim que está instalada na área primária do Porto de Belém, sendo esta área arrendada por esta empresa. De acordo com a CDP (2013), os principais tipos de embarcações que atracam no cais do porto são: navios contêineres, embarcações de transporte

de passageiros (navegação interior), embarcações mistas e navios empurradores (destinados a empurrar uma barça ou conjunto de barças que formam um comboio).

O acesso rodoviário ao Porto de Belém é feito através das rodovias BR-316 e BR-010 (Belém-Brasília); já o acesso marítimo é feito pela Baía do Marajó, com a barra demarcada pelos faróis da Ilha da Tijoca e do cabo Maguari.

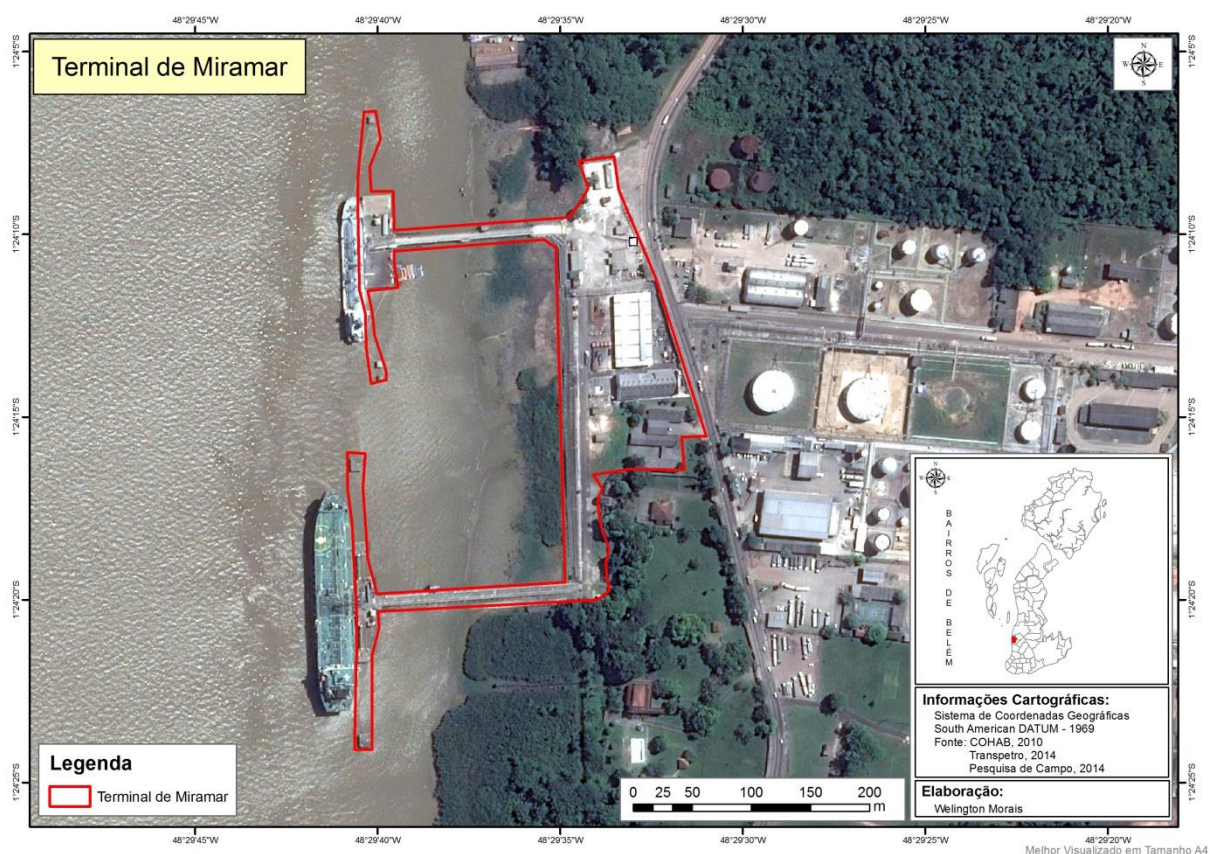
4.2.2 Caracterização do Terminal Petroquímico de Miramar

O Terminal Petroquímico de Miramar tem acesso hidroviário realizado através do canal Oriental e o terrestre pela rodovia Arthur Bernardes. Ele é composto por dois píeres, sendo que o Píer 1 possui uma passarela de 142 m de comprimento, uma estrutura de concreto armado de 80x20 m para acostagem das embarcações, além de contar com dois *dolphins*². O Píer 2 possui uma plataforma de 40x20 m ligada ao continente por uma passarela de 180 m, além de dois *dolphins*¹ de atracação e dois de amarração (SEP, 2013).

O Terminal Petroquímico de Miramar está localizado na margem direita da baía do Guajará a uma distância de 5 km do Porto de Belém, conforme apresentado na figura Figura 17 (CDP, [2009]).

² De acordo com a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA, 2009) é a Estrutura fora do cais onde se localiza uma coluna de ferro de altura reduzida encravada à beira do cais ou junto à borda de uma embarcação para nela se amarrar as cordas que mantêm o navio atracado ao cais.

Figura 17 - Localização do Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Autor (2014).

O Terminal foi projetado para movimentar inflamáveis líquidos e gasosos e sempre a descarga predominou em relação ao embarque desses produtos, pois grande parte é consumida na cidade de Belém – Pará e por rodovia, através de caminhões tanque é abastecido parte do interior do Estado do Pará. Os produtos principais que predominam no Terminal Petroquímico de Miramar são: óleo diesel, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), querosene para avião, gasolina comum e óleo combustível marítimo - mistura MF-380 (CDP, [2009]).

Nas proximidades dos Píeres foram construídos três armazéns e prédios para administração, copa e vestiário, além de uma Central de Armazenamento Temporário de Resíduos (CTR). No Quadro 10 estão apresentadas as instalações presentes no Terminal Petroquímico de Miramar de acordo com cada setor, assim como as atividades econômicas realizadas nestes.

Quadro 10 - Instalações presentes no Terminal Petroquímico de Miramar de acordo com cada setor

Setor	Instalações	Atividade Econômica
S1	Área Administrativa e Operacional – Terminal Miramar Vestiários e copa Central de Resíduos	Atividades administrativas e de manutenção Atividades de copa e cozinha (trato e preparo de alimentos)
S2	Píeres 1 e 2 – Terminal Miramar	Píeres de transferência de granéis líquidos de diversas empresas. Manutenção de embarcações

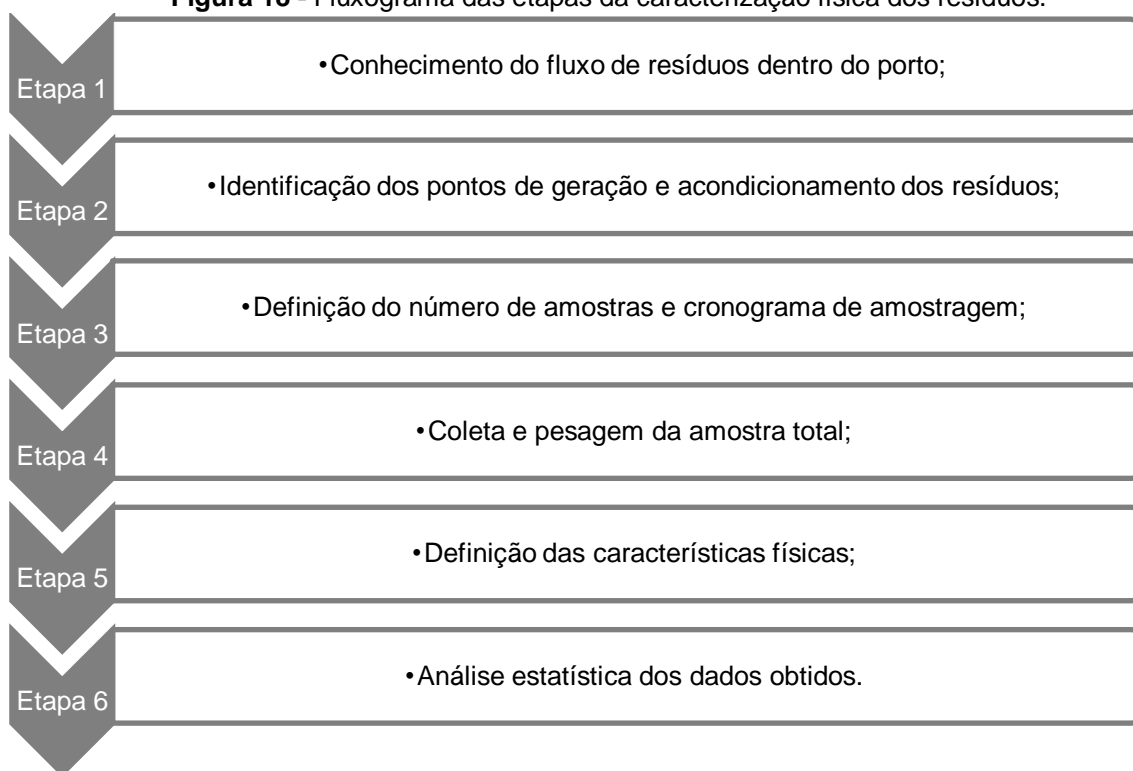
O terminal conta com estruturas montadas pela CDP para a segurança da região como veículos especializados em combater incêndio e estruturas, além de equipamentos como casas de bombas com acionamento automático para combate a incêndio, rede de hidrante, canhões para produção de espuma e extintores para a mesma finalidade.

No presente trabalho as diferentes etapas da pesquisa apenas foram aplicadas na Área Primária e administrada pelo poder público, para o Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, logo áreas arrendadas ou retroportuários não foram abrangidas pela presente pesquisa.

Não foram contemplados, no presente trabalho, os resíduos de embarcação de longo curso, cabotagem, assim como os resíduos gerados a partir do desenvolvimento de obras nas áreas de estudo em questão (resíduos da construção civil), e os resíduos de saúde (Porto de Belém) devido às dificuldades encontradas para a obtenção dos dados de geração desses resíduos.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os estudos sobre caracterização física de resíduos sólidos em ambientes portuários ainda são muito escassos, devido a esse fator a metodologia utilizada teve que ser adaptada e foi baseada no trabalho de SOARES (2011). As etapas da caracterização física dos resíduos estão apresentadas na Figura 18, e descritas a seguir.

Figura 18 - Fluxograma das etapas da caracterização física dos resíduos.

4.3.1 Fluxo dos resíduos sólidos

O conhecimento do fluxo dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar foi essencial, pois facilitou o entendimento do gerenciamento destes, assim como o desenvolvimento das etapas seguintes do trabalho.

No Porto de Belém foram delimitados quatro setores (Figura 19), com base nas atividades e tipo de resíduos gerados em cada um deles. Ressalta-se que, para o presente trabalho, apenas foi considerada a área sobre administração pública (área não arrendada), logo parte do setor 3 (movimentação de granel sólido - trigo) não foi inserido dentro dos setores delimitados e também devido as dificuldades encontradas para se ter acesso as informações sobre geração de resíduos nesse setor.

Figura 19 - Delimitação dos setores do Porto de Belém.



Fonte: Vale (2013)

A descrição dos quatro setores delimitados para o Porto de Belém está apresentada a seguir:

- Setor 1 (S1): Corresponde ao Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO) onde ocorrem atividades administrativas;
- Setor 2 (S2): Armazéns a área pública – movimentação de carga geral e área administrativa, há presença de uma copa e área de descanso para os funcionários;
- Setor 3 (S3): Terminal de movimentação de passageiros e carga geral, os resíduos gerados nesse setor são originários de embarcações de navegação interior;

- Setor 4 (S4): Armazéns área pública e pátio de contêineres.

Na Figura 20 são apresentadas fotos dos quatro setores delimitados para o Porto de Belém.

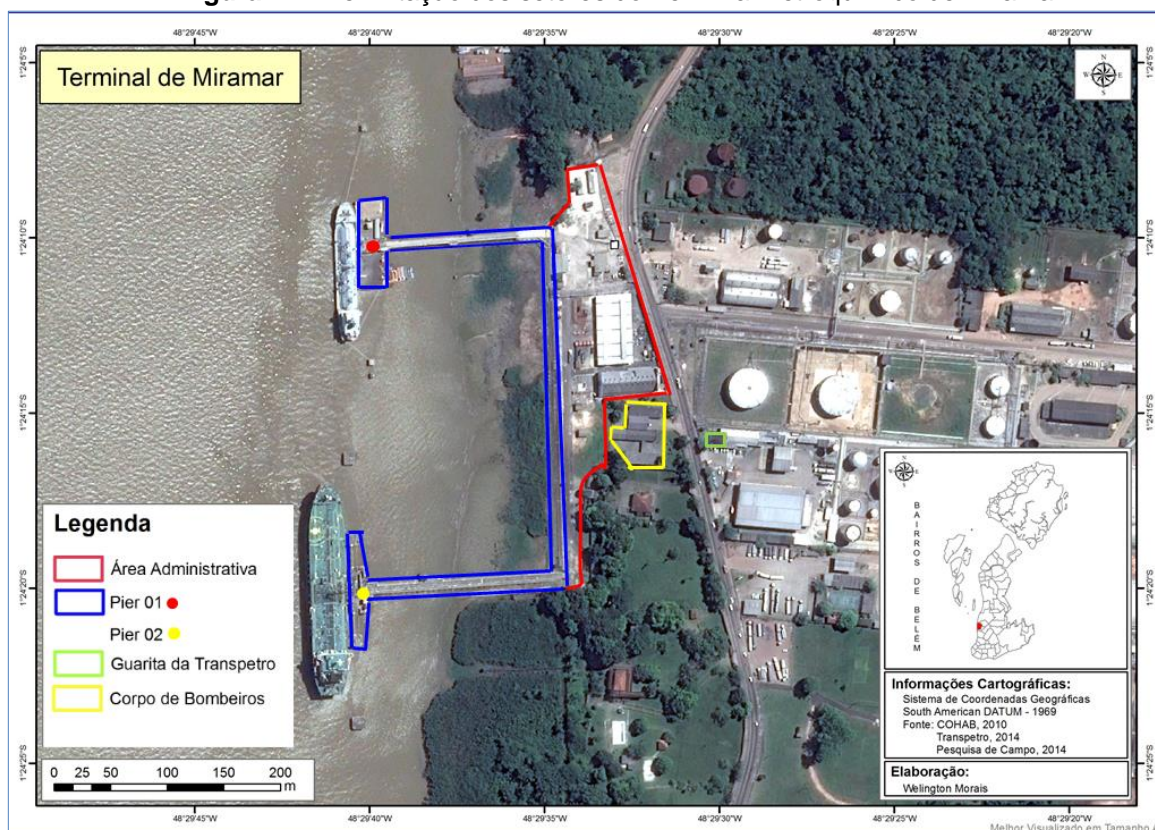
Figura 20 - Fotos dos setores do Porto de Belém.



Todas as etapas descritas anteriormente para o Porto de Belém foram realizadas no Terminal Petroquímico de Miramar, com os mesmos procedimentos, havendo alguns ajustes, quando necessário, devido às peculiaridades presentes em cada área de estudo.

Para o Terminal Petroquímico de Miramar foram delimitados 4 setores, conforme Figura 21.

Figura 21 - Delimitação dos setores do Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Morais (2014).

A descrição dos quatro setores delimitados para o Porto de Belém está apresentada a seguir:

- Setor 1 (S1): Área onde ocorrer atividades administrativas (administração do terminal). No setor 1 também há presença de uma copa e vestiários para os funcionários;
- Setor 2 (S2): Corresponde aos Píers de movimentação de granel líquido (Píer 1 e Píer 2, respectivamente);
- Setor 3 (S3): O setor 4 também corresponde a um ponto externo ao terminal, onde se localiza a guarita do Terminal Petroquímico de Miramar, os resíduos gerados na guarita também são encaminhados a central de resíduos do terminal;
- Setor 4 (S4): Esse setor não corresponde a um ponto de geração de resíduos de dentro do terminal, no entanto os resíduos gerados neste (corpo de bombeiros localizado na frente do Terminal Petroquímico de Miramar) são disposto na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Terminal.

Na Figura 22 estão apresentadas as fotos correspondentes de cada setor delimitado para o Terminal Petroquímico de Miramar.

Figura 22 - Fotos dos setores do Terminal Petroquímico de Miramar.



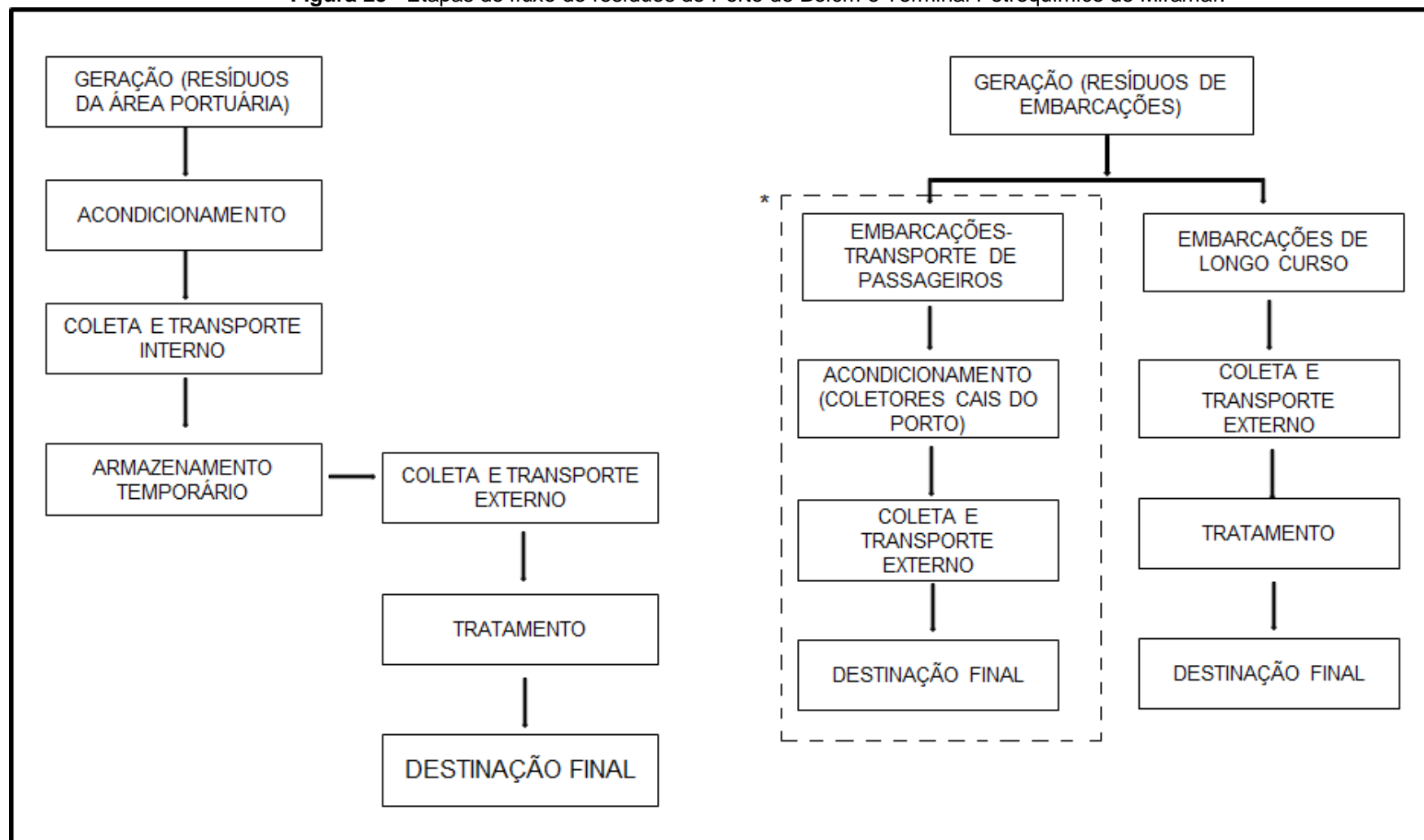
As informações referentes ao gerenciamento de resíduos do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar foram obtidas através de visitas realizadas a campo, no período de dezembro de 2012 a março de 2013, como procedimentos de coleta, transporte e destinação final dos resíduos, além de informações obtidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) das áreas de estudos em questão.

Para o conhecimento do fluxo de resíduos foram analisadas as diferentes etapas que envolvem o gerenciamento destes no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar (Figura 23). Isso se torna necessário para identificar os possíveis problemas existentes nessas etapas em relação, por exemplo, ao dimensionamento do número de contêineres, Central de Armazenamento

Temporário de Resíduos (CATR), manuseio dos resíduos e destinação final dos mesmos.

Essa etapa também foi importante para facilitar o planejamento de todas as etapas seguintes que envolvem a caracterização dos resíduos.

Figura 23 - Etapas do fluxo de resíduos do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar.



*Se refere apenas ao Porto de Belém

4.3.2 Identificação dos pontos de geração e acondicionamento dos resíduos

Os Pontos de Geração de Resíduos (PGR's) do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar foram identificados para se ter o conhecimento da origem destes e facilitar na classificação dos mesmos, esses pontos foram coletados através da utilização de GPS (Global Positioning System) GARMIN Etrex.

Para os pontos de armazenamento dos resíduos fez-se o levantamento do quantitativo de contêineres existentes em cada setor, a capacidade de armazenamento e a localização de cada grupo de contêiner. Os pontos de armazenamento de resíduos também foram coletados através da utilização de GPS.

4.3.3 Definição do número de amostras e cronograma de amostragem

Para o Porto de Belém a caracterização foi composta por 26 amostras, sendo 6 amostras no total para os setores 1, 2 e 4; já para o setor 3, onde fica localizado o terminal de passageiros, foram coletadas 8 amostras no total, cada amostra representando uma embarcação/localidade de movimentação de passageiros. O presente trabalho buscou verificar a influência da sazonalidade na geração de resíduos dentro das áreas de estudo em questão, logo foram coletadas amostras no Período 1 (período chuvoso e de menor movimentação de passageiros) e Período 2 (período seco e de maior movimentação de passageiros), sendo assim metade das amostras, para cada perímetro, foram coletadas no Período 1 e a outra metade no Período 2 (Quadro 11).

De acordo com a NBR 10007 (ABNT, 2004) devem ser coletadas no mínimo três amostras simples para que sejam determinadas as características dos resíduos de maneira confiável quanto: à classificação, métodos de tratamento e para obtenção da faixa de variação da concentração do resíduo.

Quadro 11 - Cronograma da caracterização dos resíduos sólidos do Porto de Belém.

Período	Setor de Coleta	Data Amostragem
1	Setor 1	08, 9 e 10/04/2013
	Setor 2	8, 9 e 11/04/2013
	Setor 3	7, 8, 9 e 25/05/2013
	Setor 4	8, 10 e 12/04/2013
2	Setor 1	9, 10 e 11/07/2013
	Setor 2	8, 10 e 12/07/2013
	Setor 3	18, 22, 23 e 29/07/2013
	Setor 4	8, 10 e 11/07/2013

A frequência de caracterização dos resíduos do Terminal Petroquímico de Miramar está de acordo com o Quadro 12.

Quadro 12 - Cronograma da caracterização dos resíduos sólidos do Terminal Petroquímico de Miramar.

Período	Setor de Coleta	Data Amostragem
1	Setor 1	22, 23 e 24/04/2013
	Setor 2	24/04/2013
	Setor 3	24/04/2014
	Setor 4	-
2	Setor 1	12, 14 e 28/08/2013
	Setor 2	12, 14 e 28/08/2014
	Setor 3	12, 14 e 28/08/2015
	Setor 4	12, 14 e 28/08/2016

Para o Terminal Petroquímico de Miramar não foi possível coletar as 3 amostras para os setores 2 e 3; já para o setor 4 não houve possibilidade de coletar nenhuma amostra, no primeiro período do estudo (período chuvoso), devido a logística de resíduos ter sido alterada.

4.3.4 Coleta e pesagem da amostra total

Nessa etapa os resíduos gerados em cada setor foram coletados (de todos os contêineres) diariamente no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, conforme o cronograma de coleta estabelecido.

Para o Porto de Belém os resíduos foram recolhidos em contêiner e levados para o Armazém 4, único local disponível dentro do porto para que a caracterização dos resíduos pudesse ter sido realizada, devido a infraestrutura (como banheiros, sala de descanso) presente o que facilitou o desenvolvimento do trabalho e onde foram realizadas as etapas posteriores da caracterização.

Em cada coleta se determinou a massa e volume total de resíduos gerados que foram dispostos em uma lona (4x6m) e colocados em baldes de 100 L - 0,1 m³ com auxílio de uma pá, onde os resíduos foram pesados, em balança tipo DIGI-TRON (200 kg), e o peso total dos resíduos de cada setor encontrado (Equação 1).

$$\text{Peso Total Resíduos (kg)} = \text{Peso contêiner com resíduos (kg)} - \text{peso do contêiner (kg)} \quad (1)$$

Das 8 amostras coletadas para o Setor 3, em 3 delas, devido ao grande volume gerado, utilizou-se o processo de amostragem (NBR 10007- ABNT, 2004), já que a equipe de trabalho era pequena, composta apenas por 2 pessoas.

O método do quarteamento está melhor exemplificado na Figura 27 do item 3.3. Todos os procedimentos aqui descritos foram feitos com uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), como luvas, botas e máscara (Figura 24).

Figura 24 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) utilizados e quarteamento dos resíduos.



Para o Terminal Petroquímico de Miramar para todas as amostras foi utilizado o total de resíduos gerados. Os resíduos foram coletados e pesados conforme procedimentos descritos anteriormente para o Porto de Belém, os resíduos foram levados para a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Terminal Petroquímico de Miramar, onde todas as etapas da caracterização foram realizadas.

4.3.5 Definição das características físicas

Posteriormente a essas etapas foram definidas as características físicas objeto do presente estudo, são elas: composição gravimétrica, peso específico, umidade e geração *per capita*.

Composição Gravimétrica:

Após a separação de cada componente e pesagem dos resíduos se determinou as porcentagens de cada componente em relação peso total dos resíduos (Equação 2):

$$Material (\%) = \frac{Peso \text{ Fração Material}(kg) \times 100}{Peso \text{ Total da Amostra } (kg)} \quad (2)$$

Os componentes definidos como de interesse do estudo, foram: papel/papelão; vidro; resíduos orgânicos; metal (alumínio e outros); plástico (macio e rígido), resíduos perigosos (saúde, oleosos etc), e outros (os que não se encaixam em nenhum dos grupos anteriores). Esses componentes são comumente utilizados nos trabalhos que envolvem composição gravimétrica de resíduos (IBAM, 2001).

Peso Específico Aparente dos Resíduos:

Determinou-se o peso específico aparente total e o peso específico aparente de cada componente através das Equações 3 e 4 e de acordo com metodologia empregada por Bassani (2011) .

$$\text{Peso Específico Total} = \frac{\text{peso total de resíduos (kg)}}{\text{volume total (m}^3\text{)}} \quad (3)$$

$$\text{Peso Específico Componente} = \frac{\text{peso de cada componente (kg)}}{\text{volume de cada componente (m}^3\text{)}} \quad (4)$$

O volume de resíduos total e o volume de cada componente foram encontrados através do espaço que estes ocupam no recipiente a qual houve a pesagem, recipiente de volume conhecido, baldes de 100L - 0,1 m³ (Figura 25).

Figura 25 - Baldes utilizados para verificação do volume dos resíduos gerados e pesagem dos mesmos.



Esses baldes foram medidos e marcados (graduados) em escala de 10% a 100% de preenchimento, cada porcentagem foi encontrada através da fórmula do volume do tronco de cone (Equação 5), já que os baldes apresentavam essa forma, e isso foi feito para facilitar a determinação do volume na hora da amostragem e diminuir os possíveis erros.

$$V = \frac{\pi x h}{3} x (R^2 + Rxr + r^2) \quad (5)$$

V – Volume (m³);

h - Altura;

R – Raio da base maior;

r – Raio da base menor.

Teor de Umidade:

Primeiramente foram coletadas amostras homogêneas de 2 kg de resíduos, para cada setor, que passaram pelo processo de trituração e posteriormente foram coletadas em sacos de polietileno e levadas ao laboratório para pesagem (em “Becker” devidamente identificado) de 100g, em balança analítica. Após isso colocou-se em estufa a 105°C, onde permaneceram, por 24h, até alcançarem peso constante (Figura 26).

Figura 26 - (A) Trituração da amostra; (B) Amostra triturada; (C) Pesagem da amostra; (D) Amostra na Estufa e (E) Amostra após estufa.



As amostras após saírem da estufa foram pesadas (peso seco) e para que se pudesse encontrar o teor de umidade nas mesmas se utilizou a Equação 6, de acordo com o trabalho de Soares (2011).

$$\% U = \frac{P_u - P_f}{P_f} \times 100 \quad \text{Equação 6}$$

U – Teor de umidade

P_u – Peso amostra úmida

P_f – Peso final (peso resíduos seco em estufa a 105°, até constância de peso)

Geração Per Capta:

A geração per capita dos resíduos sólidos do Porto de Belém e Terminal de Miramar foi obtida a partir da quantificação do total de resíduos gerados nos dias de coleta que foi dividido pelo número de pessoas da área estudada e pela quantidade de dias em que os resíduos foram gerados (kg/habitante/dia) – Equação 6.

$$Per\ capta = \frac{Massa\ (kg)}{N^{\circ}\ de\ funcionários \times dias} \quad Equação\ 6$$

O estudo das características físicas dos resíduos não foi realizado para os resíduos sólidos gerados por embarcações de longo curso e nem para os resíduos de serviço de saúde (refere-se apenas ao Porto de Belém), devido aos riscos inerentes a estes, sendo analisados apenas os dados presentes nos Manifestos de Transporte de Resíduos, obtidos junto à administração portuária. Apenas foi feita a análise dos resíduos gerados na área portuária pública e nas embarcações de navegação interior.

4.3.6 Análise estatística dos dados

Nessa etapa foi utilizada a estatística descritiva para sumarizar o conjunto de dados coletados através de gráficos, tabelas e fazendo o uso de medidas de tendência central, como média e medidas de variabilidade como desvio padrão.

Também foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) individualmente para avaliar as variáveis Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Total (Kg/m³), com objetivo de verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre os períodos Chuvoso e Seco.

Quando encontradas diferenças significativas na ANOVA (VIEIRA, 2006), para tirar conclusões mais específicas sobre as diferenças entre os períodos Seco e Chuvoso, foi aplicado o teste de Tukey (MONTGOMERY, 2012). As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa SPSS, versão 20.0. Em todos os testes adotou-se o nível de significância $\alpha = 5\%$.

4.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Após todas as etapas já mencionadas se realizou a classificação dos resíduos com base na norma legal NBR 10004 (ABNT, 2004), na resolução do CONAMA Nº 5 (BRASIL, 1993) e na RDC Nº 56 (ANVISA, 2008).

O objetivo de se utilizar essas três normas é para que houvesse a comparação da classificação dos resíduos entre elas e verificar quais as similaridades e diferenças, assim como se verificou os pontos conflitantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho pretende contribuir com dados de caracterização física de resíduos sólidos no ambiente portuário, especificamente do Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, Brasil -Belém - Pará. Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em diferentes etapas e cujos resultados estão apresentados nos itens a seguir.

5.1 CONHECIMENTO DO FLUXO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PORTO DE BELÉM E DO TERMINAL PETROQUÍMICO DE MIRAMAR

Através do acompanhamento em campo das etapas do fluxo de resíduos sólidos do Porto de Belém e do Terminal Petroquímico de Miramar, da geração ao destino final dos resíduos, foi possível obter informações sobre os tipos de resíduos gerados, as atividades que os geram, acondicionamento, dinâmica da coleta interna e externa dos resíduos, o que facilitou o desenvolvimento de todas as etapas posteriores do trabalho.

No Porto de Belém observou-se que a maioria dos resíduos gerados, em atividades desenvolvidas em terra, assim como em embarcações de navegação interior, são resíduos comuns. No Quadro 13, estão apresentadas as fontes geradoras, as atividades desenvolvidas e os principais tipos de resíduos gerados em cada setor.

Quadro 13 - Fontes geradoras e tipos de resíduos gerados em cada setor, Porto de Belém.

Setor	Instalações	Principais Atividades Desenvolvidas	Resíduos gerados
S1	Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO) – área administrativa, pátio com a presença de árvores, sistemas sanitários.	Atividades administrativas e operacionais (segurança do trabalho)	Papel/papelão, plástico, resíduos orgânico (principalmente folhas e frutos), EPI's, pontas de cigarro, metal (latas de refrigerante e marmitas), geração esporádica de vidro e pilhas, resíduos de banheiros.
S2	Armazéns área pública - Carga Geral (armazéns 4, 4A, 5, 6, 6A, 7, 8A e 8B), Administração do Porto de Belém, Órgãos públicos (ANVISA, IBAMA, SEFA, polícia federal), Posto médico, Setor elétrico – SCELE, Central de resíduos, Balança do Porto, Copa, Sistemas sanitários	Atividades administrativas, atendimento ambulatorial, manutenção das instalações portuárias (elétricas)	Papel/papelão, plástico, resíduos orgânicos (principalmente restos de alimentos), metal (latas de refrigerante e marmitas), panos, resíduos de serviço de saúde, resíduos de banheiros.
S3	Terminal de movimentação de passageiros e carga geral (Armazém 10)	Movimentação de carga geral e passageiros.	Papel/papelão, metal, plástico, vidro, resíduos de banheiros, resíduos orgânicos (principalmente restos de alimentos), panos, borracha (sandálias).
S4	Armazéns área pública (Carga Geral)/Pátio de contêineres, sistemas sanitários	Movimentação de carga geral e contêineres, desenvolvimento de atividades administrativas.	Papel/papelão, metal, plástico, vidro, resíduos de banheiros, resíduos orgânicos, geração esporádica de vidro, resíduos de embarcação de longo curso (perigoso).

Fonte: Autor (2014)

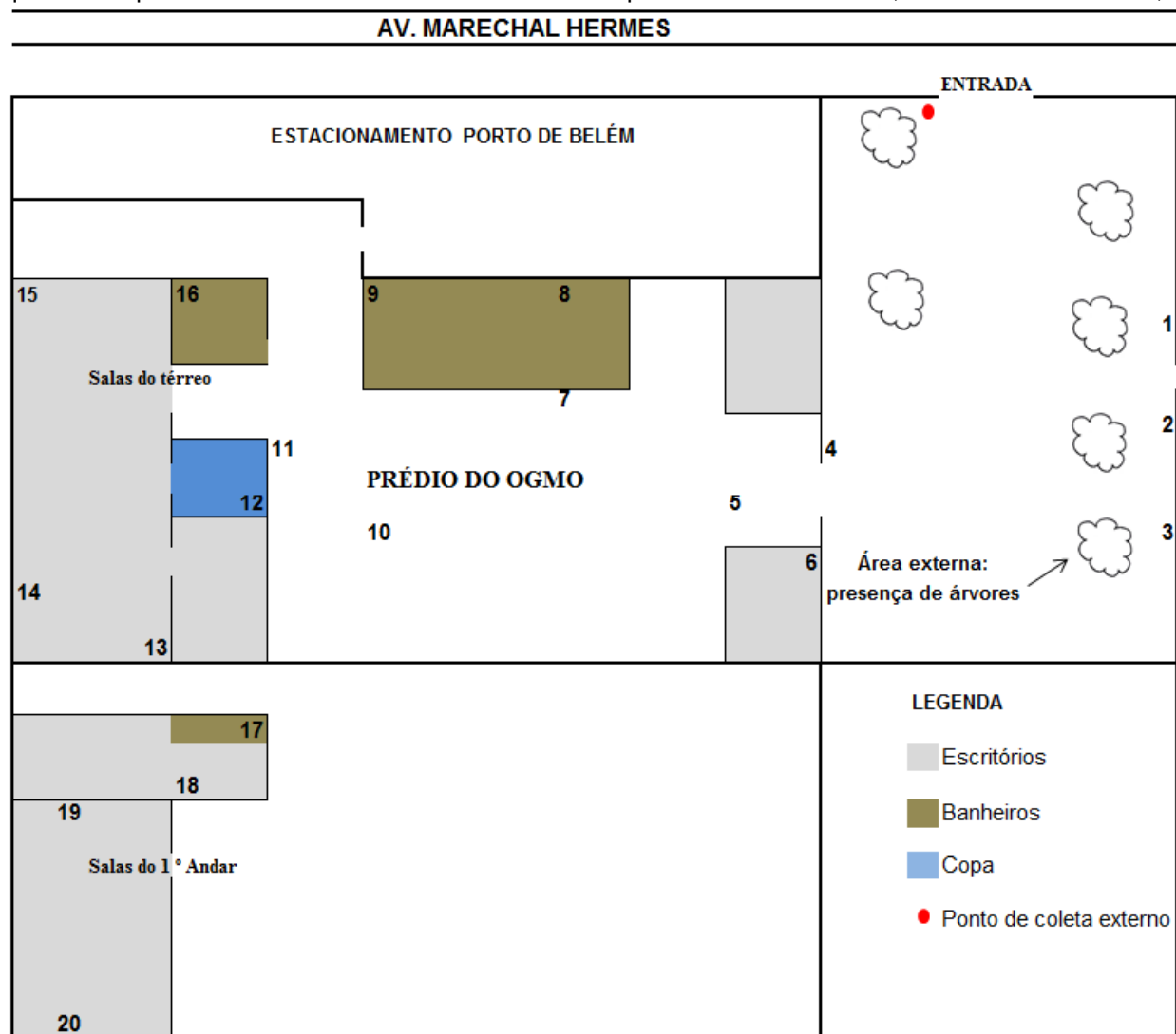
Conforme Quadro 13, os principais resíduos gerados em terra e em embarcações de navegação interior no Porto de Belém são plásticos, papel/papelão, resíduos orgânicos, metal e resíduos de banheiro, sendo a maior parte dos resíduos gerados devido a realização de atividades administrativas.

Para o Setor 1 – OGMO existem diferenças na logística do gerenciamento dos resíduos, este não possui sistema de coleta seletiva e os resíduos gerados são coletados pelos funcionários (coleta interna - entre 11 horas e 12 horas, diariamente) e dispostos em um ponto específico para que sejam coletados e transportados pelo veículo coletor compactador da Prefeitura Municipal de Belém – Pará (coleta externa). O OGMO não está contemplado no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) do Porto de Belém.

Os recipientes de acondicionamento de resíduos contém, em sua maioria, volume entre 40 a 100 L, são dotados de sacos plásticos, não apresentando identificação específica para cada tipo de resíduo gerado, visto que não há sistema de coleta seletiva. No Setor 1 foram verificados 20 pontos de armazenamento de resíduos, conforme a Figura 27, distribuídos nas áreas externas e internas do OGMO (pátio externo, salas, banheiros etc).

A somatória do volume de cada recipiente equivale a capacidade de armazenamento total de 1,38 m³ de resíduos sólidos no Setor 1, do Porto de Belém.

Figura 27 - Esquema dos pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa, localizados no Setor 1, Porto de Belém.



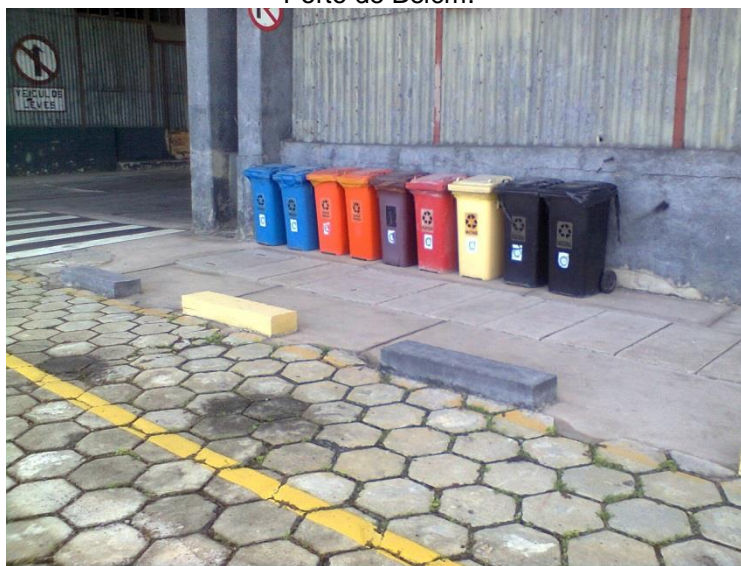
Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes de armazenamento de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

Os resíduos gerados pelas atividades realizadas nos demais setores do Porto de Belém são armazenados em recipientes de acondicionamento (de 120L e 240L) espalhados pelo cais do porto, assim como em recipientes menores (40L a 60L) localizadas dentro das salas, banheiros, etc. Alguns contêineres apresentam-se danificados e com a identificação apagada.

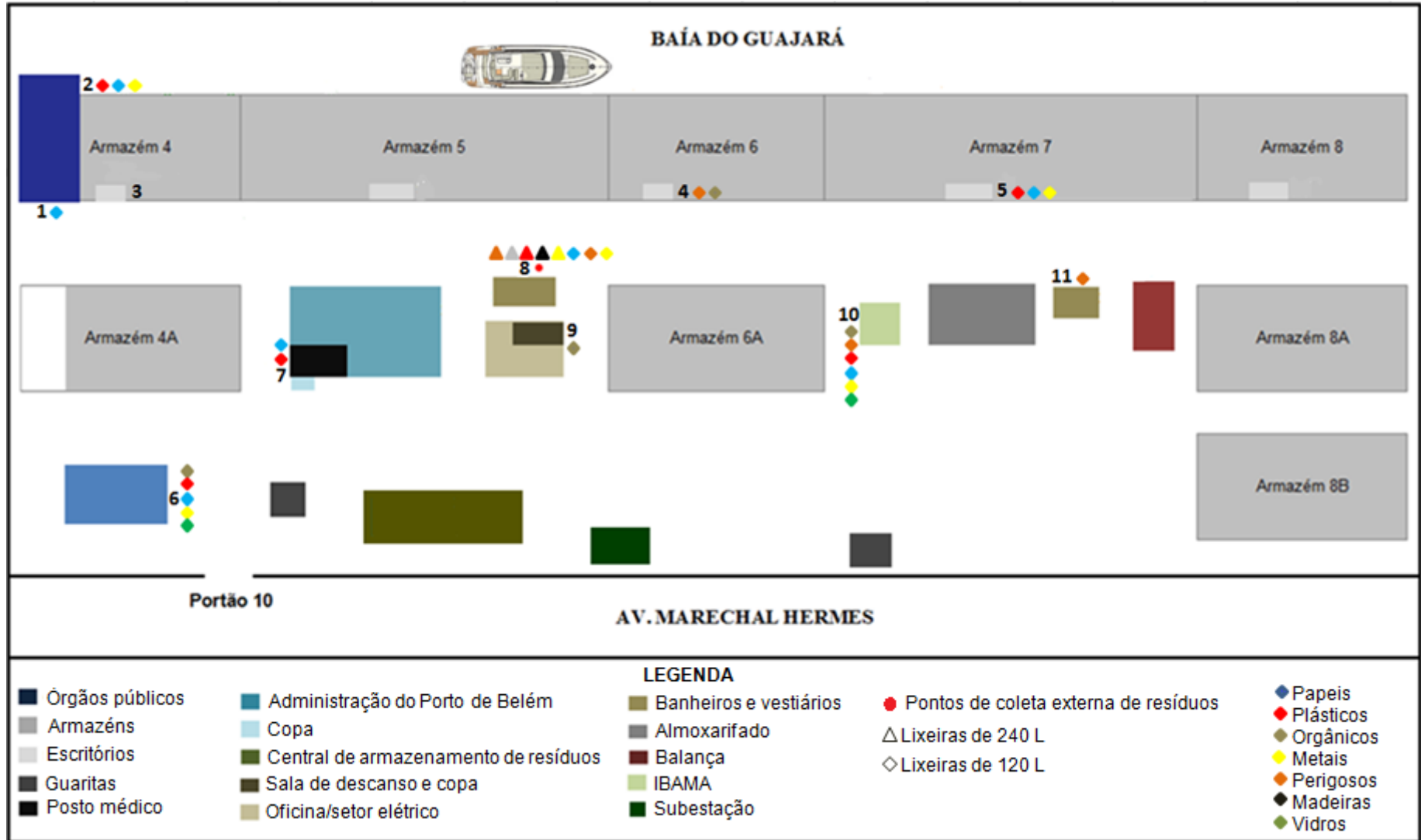
Nos Setores 2, 3 e 4 existe sistema de coleta seletiva, logo os recipientes contêm a simbologia e saco próprio de acordo com cada tipo de resíduo e com as especificações apresentadas na resolução do CONAMA 275 (BRASIL, 2001), que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva (Figura 28).

Figura 28 - Contêineres com a simbologia e saco próprio de acordo com cada tipo de resíduo, no Porto de Belém.



Para o Setor 2 a distribuição dos recipientes de acondicionamento dos resíduos, assim como os pontos de coleta externa estão apresentados na Figura 29.

Figura 29 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa de resíduos, localizados no Setor 2, Porto de Belém.



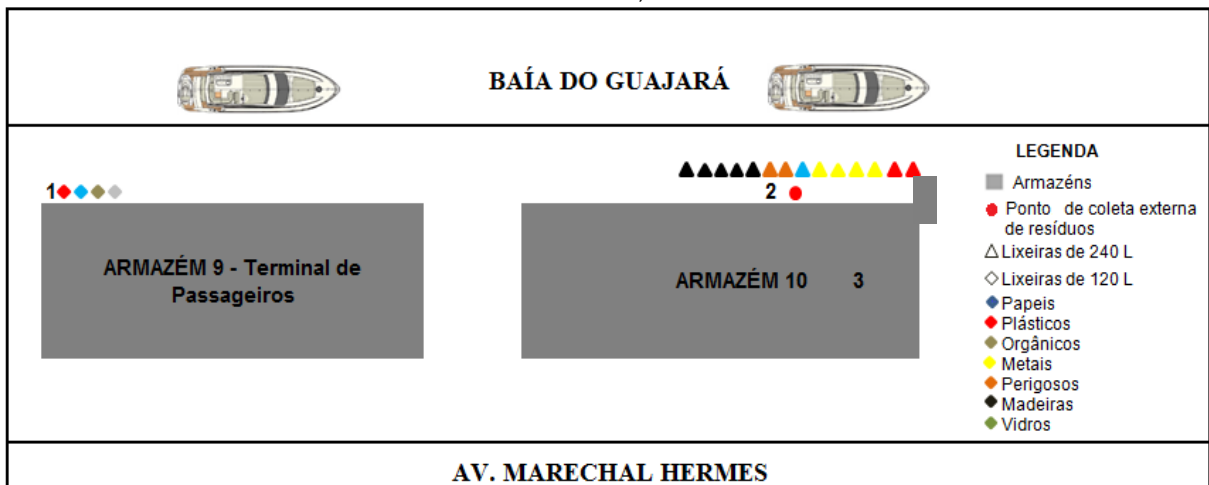
Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes armazenadores de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

Conforme Figura 29, o Setor 2 do Porto de Belém possui, no total, 11 pontos de acondicionamento de resíduos, espalhados pela área do porto, sendo que o Ponto 8 serve como ponto de coleta externa dos resíduos. Para o Setor 2 a somatória total do volume de cada recipiente equivale a capacidade de armazenamento total de 4,44 m³ de resíduos sólidos.

Já para o Setor 3, caracterizado pelo terminal de passageiros e pela geração de resíduos de embarcações fluviais, foi identificada a presença de 18 recipientes de acondicionamento (Figura 30), a capacidade de armazenamento total, para todo o setor 3, é de 3,84 m³.

Figura 30 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externo de resíduos, localizados no Setor 3, Porto de Belém.



Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes armazenadores de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

Na Figura 31, a seguir, apresenta-se o Terminal de Passageiros e o ponto onde os resíduos de embarcações são armazenados (conjunto de recipientes de armazenamento), sendo que este ponto localiza-se ao final do Armazém 10 (Figura 30 – Ponto 2). Alguns dos recipientes apresentam-se danificados (tampas quebradas, rachados na parte inferior) e com identificação apagada.

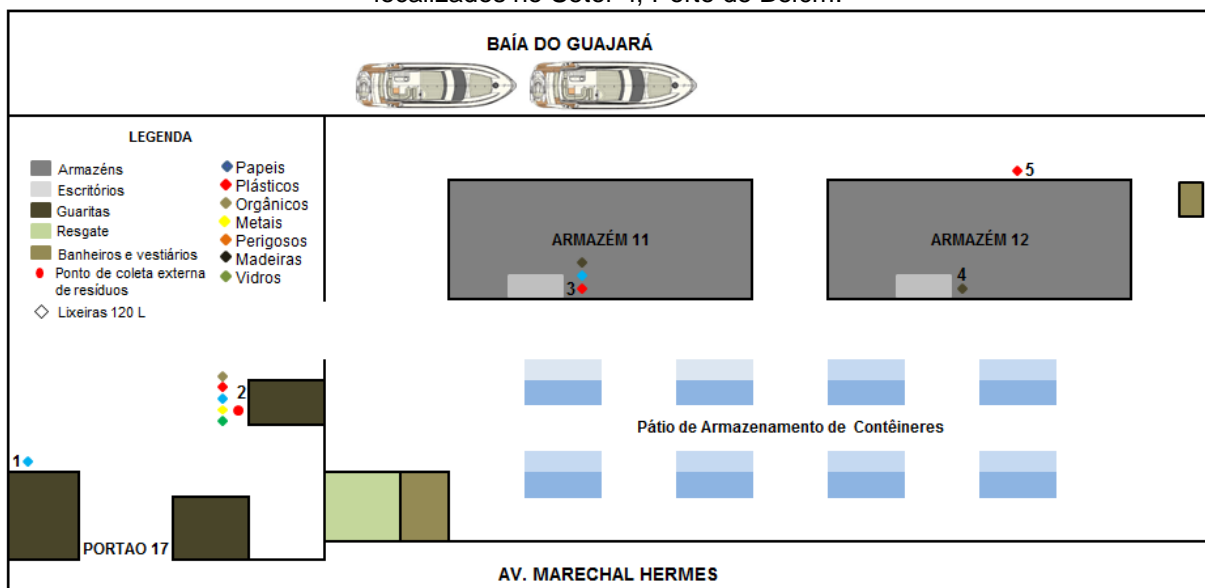
Figura 31 - (A) Terminal de passageiros; e (B) Pontos de acondicionamento de resíduos e de coleta externo de resíduos, localizados no Setor 3, Porto de Belém.



Fonte: Autor (2014)

Para o Setor 4, caracterizado pelos armazéns de carga geral e pátio de contêineres, foram verificados 5 pontos de acondicionamento de resíduos, sendo estes distribuídos conforme a Figura 32.

Figura 32 - Pontos de acondicionamento de resíduos e ponto de coleta externa de resíduos, localizados no Setor 4, Porto de Belém.



Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes armazenadores de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

No Setor 4 estão dispostos 11 recipientes (120 L) de armazenamento de resíduos, distribuídos nos 5 pontos (Figura 32). A capacidade de armazenamento total do Setor 4 é de 1,32 m³ de resíduos sólidos.

A coleta interna dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém (Setor 2 ao 4) é feita pelos funcionários de uma empresa terceirizada e que coletam os

resíduos de todos os recipientes dispostos no porto (áreas externas e internas) e os colocam em pontos específicos (Setor 2 – ponto 8, Setor 3 – ponto 2 e Setor 4 – ponto 2, Figuras 29, 30 e 31, respectivamente) , para que seja feita a coleta externa.

No Porto de Belém existe a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos (Figura 33), porém esta é apenas utilizada para armazenar os resíduos doados a cooperativas (plástico, papel e metais, principalmente), lâmpadas e resíduos de saúde, não sendo utilizada como ponto de coleta externa dos resíduos comuns (que não passaram pelo processo de segregação) e que são dispostos no Lixão do Aurá.

Figura 33 - Central de Armazenamento Temporário de Resíduos: (A) Sala de armazenamento de resíduos de saúde (não contemplados no presente trabalho); e (B) Espaço reservado ao armazenamento dos resíduos segregados (coleta seletiva), no Setor 2, Porto de Belém.



Fonte: Autor (2013)

Para coleta externa e transporte dos resíduos, no Porto de Belém, existem dois contratos firmados com empresa especializada para tal. O primeiro abrange apenas os resíduos comuns (papel, papelão, plásticos etc), sendo a coleta realizada diariamente e, o segundo, abrange a coleta dos resíduos perigosos, gerados no posto médico, localizado dentro do porto, a coleta é feita uma vez por semana e em veículo específico para resíduos com essa especificidade.

Os resíduos sólidos e líquidos gerados em embarcações de longo curso são de responsabilidade do armador da embarcação e que contrata empresa especializada para fazer a retirada destes, sendo que todos os resíduos desse tipo, no Porto de Belém, são considerados perigosos e destinados à incineração (os resíduos de embarcações de longo curso não estão contemplados no presente trabalho).

Os resíduos comuns coletados no Porto de Belém e que não passaram pelo processo de segregação na fonte são dispostos no Lixão do Aurá. Os resíduos segregados são destinados (pela própria administração do porto) a cooperativa de materiais recicláveis e, os resíduos perigosos (de saúde) são destinados à incineração.

Para o Terminal Petroquímico de Miramar as atividades realizadas diferem do Porto de Belém, estas apresentam maior complexidade devido ao tipo de carga que ali é movimentada: granel líquido (inflamáveis líquidos e gasosos), e a consequente geração de resíduos perigosos (panos contaminados com óleo etc). A análise dos resultados para esta área de estudo seguiu o mesmo padrão da análise feita para o Porto de Belém, havendo algumas mudanças devido às peculiaridades existentes.

Os principais resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar, de acordo com o Quadro 14, são papel, mantas contaminadas com óleo, resíduo orgânico e plásticos.

Quadro 14 - Fontes geradoras e tipos de resíduos gerados em cada setor, Terminal Petroquímico de Miramar.

Setor	Instalações	Principais Atividades Desenvolvidas	Resíduos gerados
S1	Área Administrativa e Operacional – Vestiários e copa, Central de Resíduos	Atividades administrativas e de manutenção, Atividades de copa e cozinha (trato e preparo de alimentos).	Papel/papelão, plástico, resíduos orgânico (restos de alimentos e folhas), metal.
S2	Píeres 1 e 2	Píeres de transferência de granéis líquidos de diversas empresas, Manutenção de embarcações.	Plástico, papel, mantas com óleo, latas de tinta, recipientes de armazenamento de óleo.
S3	Corpo de bombeiros	Atividades administrativas, de lazer (academia), atividades de copa (trato e preparo de alimentos).	Papel/papelão, plástico, resíduos orgânico (restos de alimentos e folhas), metal.
S4	Guarita do Terminal de Miramar	Atividades administrativas.	Papel/papelão, plástico, resíduos orgânico (restos de alimentos), metal.

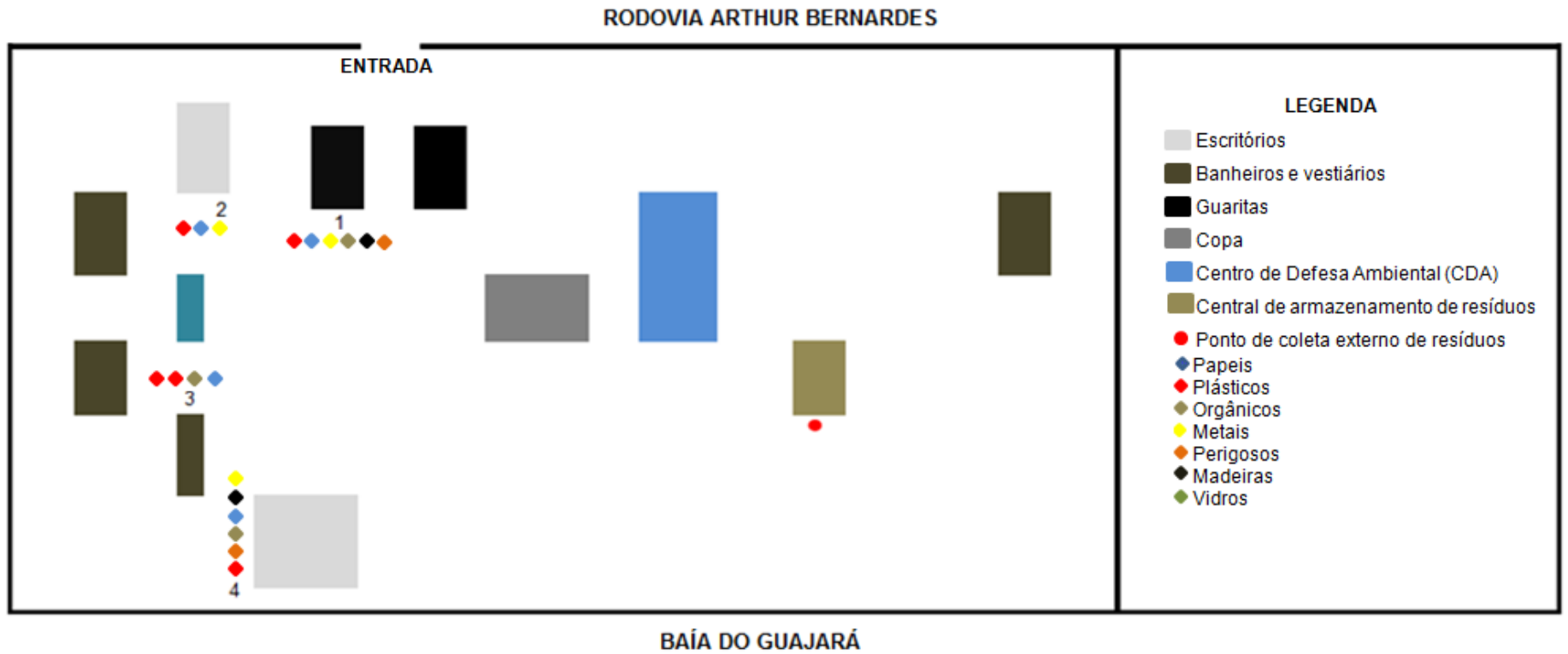
Fonte: Autor (2014)

Cabe ressaltar que os Setores 3 (Guarita do Terminal) e 4 (Corpo de Bombeiros) não estão localizados na área primária do Terminal, mas os resíduos gerados são dispostos dentro da Central de Armazenamento Temporário do Terminal, devido existir um contrato de cessão de uso.

Os resíduos gerados pelas atividades realizadas nessa área de estudo são armazenados em recipientes de acondicionamento (120L) espalhados pelo cais do porto, assim como em lixeiras menores (40L a 60L) localizadas dentro dos escritórios, banheiros etc. Os recipientes contêm a simbologia e saco próprio de acordo com cada tipo de resíduo e com as especificações apresentadas na resolução do CONAMA 275 (BRASIL, 2001), visto que existe sistema de coleta seletiva implantado.

No Setor 1 a distribuição dos recipientes de acondicionamento dos resíduos, assim como o ponto de coleta externo estão apresentados na Figura 34.

Figura 34 - Pontos de acondicionamento e ponto de coleta externo de resíduos, localizados no Setor 1, Terminal Petroquímico de Miramar.



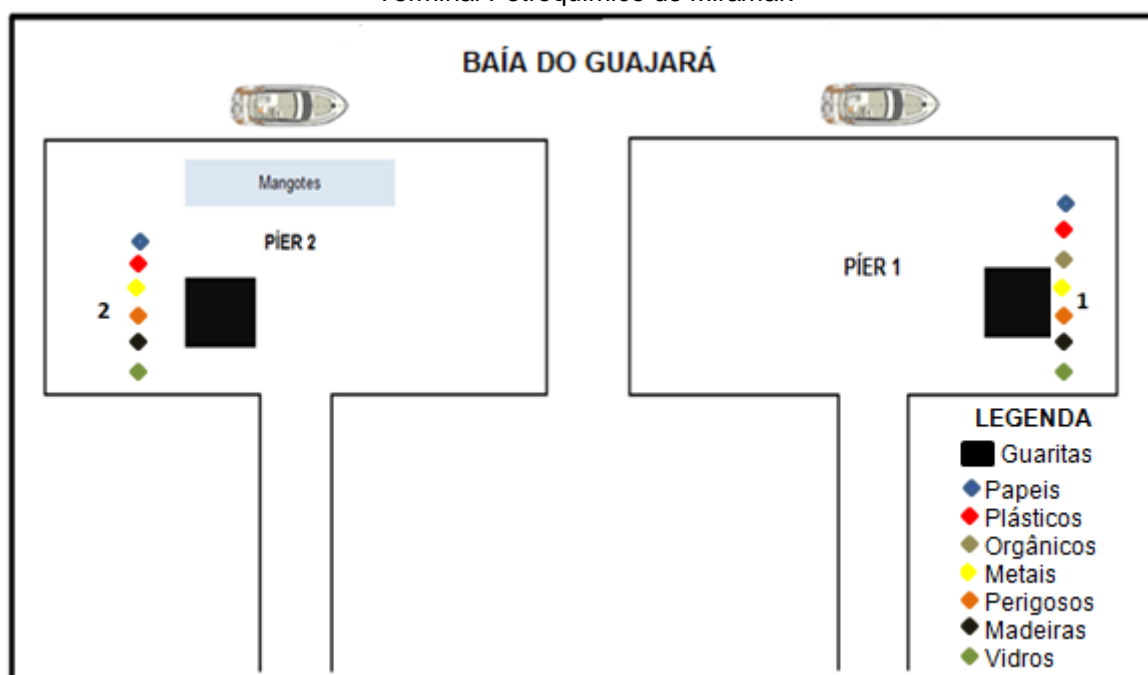
Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes armazenadores de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

Conforme Figura 34, o Setor 1 do Terminal de Miramar possui, no total, 4 pontos de acondicionamento de resíduos, a somatória total do volume de cada recipiente equivale a capacidade de armazenamento total de 2,28 m³ de resíduos sólidos.

No Setor 2, a distribuição dos recipientes de acondicionamento dos resíduos está apresentada na Figura 35, este é representado pelos Píeres 1 e 2.

Figura 35 - Ponto de acondicionamento de resíduos, localizados no Setor 2 (Píer 1 e Píer 2), Terminal Petroquímico de Miramar.



Nota: Os números representam a distribuição dos recipientes armazenadores de resíduos.

Fonte: Autor (2014)

O Setor 2 apresenta dois pontos de armazenamento de resíduos, existindo 1 guarita, em cada Píer, e toda a infraestrutura necessária para o recebimento de granel líquido, como mangotes (utilizados para conduzir gás, óleo), tanques para armazenamento de óleo etc. A somatória total do volume de cada recipiente equivale a capacidade de armazenamento total de 1,56 m³ de resíduos sólidos (0,84 m³ para o Píer 1 e 0,72 para o Píer 2).

Para essa análise foram levados em consideração apenas os setores que se localizam na área primária do Terminal Petroquímico de Miramar, logo os Setores 3 e 4 (Guarita do Terminal e Corpo de Bombeiros, respectivamente) não foram contemplados, apenas foi feita a caracterização física dos resíduos gerados nestes,

devido serem dispostos na Central de Resíduos do Terminal (influencia no dimensionamento da mesma).

A coleta interna dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar é feita pelos funcionários de uma empresa terceirizada e que coletam os resíduos de todos os recipientes dispostos no terminal (Setores 1 e 2 - área primária e setores 3 e 4), os resíduos são colocados na Central de Armazenamento Temporário de Resíduos, para que seja feita a coleta externa, que é realizada três vezes por semana para os resíduos comuns e a cada quinze dias, para os resíduos perigosos, sendo estes transportados por veículo coletor adequado as suas especificidades. No entanto, percebeu-se que os resíduos perigosos são coletados junto aos resíduos comuns e destinados ao Lixão do Aurá sem tratamento prévio.

O Terminal de Miramar apresenta um ponto de coleta externa de resíduos, representado pela Central Armazenamento Temporário de Resíduos do terminal (Figura 36).

Figura 36 - Pontos de coleta externa de resíduos: (A) Central de Resíduos; e (B) Ponto de coleta externo de resíduos perigosos, localizados no Setor 1, Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Autor (2013)

Os resíduos comuns coletados no Terminal de Miramar e que não passaram pelo processo de segregação na fonte são dispostos no Lixão do Aurá, os resíduos segregados são destinados (pela própria administração do porto) a cooperativa de materiais recicláveis; já os resíduos perigosos (oleosos) são destinados à incineração.

Os resíduos sólidos e líquidos gerados em embarcações de longo curso são de responsabilidade do armador da embarcação e que contrata empresa especializada para fazer a retirada destes, sendo que todos os resíduos desse tipo, no Terminal Petroquímico de Miramar, são considerados perigosos e destinados à incineração (os resíduos de embarcações de longo curso não estão contemplados no presente trabalho).

Após a análise das informações sobre o fluxo de resíduos no Porto de Belém e Terminal de Miramar passou-se a análise dos dados levantados na caracterização física dos resíduos.

5.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA TOTAL, VOLUME TOTAL E PESO ESPECÍFICO APARENTE TOTAL DE CADA AMOSTRA (PORTO DE BELÉM E TERMINAL PETOQUÍMICO DE MIRAMAR)

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das variáveis: Massa Total, Volume Total e Peso Específico Aparente Total de cada amostra coletada, do Porto de Belém. Os maiores valores de Massa Total (kg) e Volume Total (m³) encontrados são representados pelos resíduos gerados em embarcações de navegação interior (transporte de passageiros e carga geral - Setor 3), gerados pelas embarcações provenientes de Macapá (Amapá) e Manaus (Amazonas). O Setor 4 foi o que apresentou as menores gerações em massa (variação de 0,81 a 6,64 kg) e volume (variação 0,04 a 0,22 m³).

Tabela 7 - Massa Total, Volume Total e Peso Específico Aparente Total dos resíduos gerados no Porto de Belém nos períodos 1 (chuvoso) e 2 (seco), para todas as amostras.

Setor	Período	Data Caracterização	Amostra	Massa Total (kg)	Volume Total (m³)	Peso Específico Aparente Total (Kg/m³)
1	Chuvoso - 1	08/04/2013	1	23,95	0,36	66,45
		09/04/2013	2	16,27	0,21	78,36
		10/04/2013	3	20,38	0,24	85,67
	Seco - 2	09/07/2013	4	17,52	0,31	55,8
		10/07/2013	5	16,56	0,38	43,74
		11/07/2013	6	20,2	0,31	65,99
2	Chuvoso - 1	08/04/2013	7	12,56	0,21	60,76
		09/04/2013	8	12,91	0,254	50,91
		11/04/2013	9	10,9	0,29	37,85
	Seco - 2	08/07/2013	10	11	0,23	47,89
		10/07/2013	11	14,2	0,31	45,53
		12/07/2013	12	8,64	0,25	34,56
3	Chuvoso - 1	07/05/2013 (Marajó)	13	13,16	0,31	43,03
		08/05/2013 (Manaus)	14	48,16	0,91	52,92
		09/05/2013 (Marajó)	15	16,88	0,33	51,54
		25/05/2013 (Macapá)	16	57,19	0,5	114,29
	Seco - 2	18/07/2013 (Marajó)	17	11,01	0,24	46,61
		22/07/2013 (Manaus)	18	135,86	2,3	59,07
		23/07/2013 (Macapá)	19	15,39	0,28	54,17
		29/07/2013 (Marajó)	20	15,92	0,40	39,72
4	Chuvoso - 1	08/04/2013	21	3,74	0,12	32,38
		10/04/2013	22	0,81	0,04	21,37
		12/04/2013	23	4,8	0,1	50,47
	Seco - 2	08/07/2013	24	3,71	0,06	65,9
		10/07/2013	25	6,64	0,14	47,16
		11/07/2013	26	6,42	0,22	29,24

Fonte: Autor (2013)

As embarcações provenientes de Manaus apresentaram os maiores valores em volume total, para os dois períodos analisados (0,910 – Amostra 14 e 2,3 m³ - Amostra 18, no Período 1 e 2, respectivamente), devido apresentar maior tempo de duração da viagem; já em relação a massa total (m³) a embarcação proveniente da cidade de Macapá apresentou maior geração (kg) no Período 1 (57,19 kg – Amostra 16) e a proveniente de Manaus, no Período 2 (135,86 kg – Amostra 18).

Dentro os setores que representam a geração de resíduos na área portuária (resíduos gerados em terra – Setores 1, 2 e 4) o Setor 1 foi o que apresentou as maiores gerações em massa (variação de 16,27 a 23,95 kg) e volume (variação de 0,21 a 0,38 m³), devido a maior movimentação de trabalhadores portuários e a presença de árvores (geração de folhas – resíduos orgânicos).

Para o Peso Específico Aparente Total (kg/m³) foi constatado, conforme a Tabela 1, que os maiores valores encontrados foram para a Amostra 3 (Setor 1 - OGMO) e Amostra 16 (amostra da embarcação proveniente da cidade de Macapá – Setor 3), sendo esses valores encontrados no Período 1 (chuvoso), os valores encontrados variaram de 21,27 (Amostra 22) a 114,29 kg/m³ (Amostra 16).

Em relação ao Terminal Petroquímico de Miramar estão apresentados, na Tabela 8, os valores de Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³) de todas as amostras coletadas.

Tabela 8 - Massa Total, Volume Total e Peso Específico Aparente Total dos resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar nos períodos 1 (chuvoso) e 2 (seco).

Setor	Período	Data Caracterização	Amostra	Massa Total (Kg)	Volume Total (m ³)	Peso Específico Aparente Total (Kg/m ³)
1	Chuvoso - 1	22/04/2013	1	14,9	0,254	58,66
		23/04/2013	2	14,34	0,288	49,79
		24/04/2013	3	18,03	0,338	53,39
	Seco - 2	12/08/2013	4	18,42	0,439	42,01
		14/08/2013	5	21,38	0,380	56,22
		27/08/2013	6	21,1	0,481	43,86
2 – Píer 1	Chuvoso - 1	22/04/2013	7	2,58	0,062	41,61
	Seco - 2	12/08/2013	8	12,54	0,084	150,18
		14/08/2013	9	4,08	0,042	96,45
		27/08/2013	10	2,28	0,032	71,92
2 – Píer 2	Chuvoso - 1	22/04/2013	11	0,34	0,015	22,67
	Seco - 2	12/08/2013	12	16,64	0,169	98,64
		14/08/2013	13	1,78	0,028	64,26
		27/08/2013	14	2,54	0,036	69,97
4	Chuvoso - 1	22/04/2013	15	0,78	0,047	16,60
	Seco - 2	12/08/2013	16	3,54	0,092	38,44
		14/08/2013	17	2,36	0,074	32,07
		27/08/2013	18	2,32	0,070	33,05
5	Chuvoso - 2	12/08/2013	19	13,53	0,210	64,34
		14/08/2013	20	6,78	0,148	45,90
		27/08/2013	21	9,64	0,190	50,63

Fonte: Autor (2013)

Conforme a Tabela 8, os maiores valores de Massa Total (kg) e Volume Total (m³) foram encontrados no Setor 1 - Área administrativa e operacional, para os dois períodos de estudo, Chuvoso e Seco, para esse setor os valores em massa variaram de 14,34 a 21,38 kg; já para variável volume esses valores variaram de 0,254 a 0,481 m³. O Setor 4 foi o que apresentou as menores gerações em massa (variação de 0,81 a 6,64 kg) e volume (variação 0,04 a 0,22 m³).

Para a variável Peso Específico Aparente Total (kg/m³) foi constatado, conforme a Tabela 8, que os maiores valores encontrados foram para os Setores 2 (Píeres 1 e 2), com valores de 150,18 (Amostra 8) e 98,64 kg/m³ (Amostra 12), respectivamente.

5.2.1 Análise estatística dos dados

Para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre os períodos Chuvoso e Seco foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) individualmente, para avaliar as variáveis: Massa Média Total (Kg), Volume Médio Total (m³) e Peso Específico Aparente Médio Total (Kg/m³).

Para o Porto de Belém a ANOVA apenas foi utilizada para os dados dos Setores 1, 2 e 4 (representam a geração de resíduos provenientes de atividades realizadas em terra), visto que o número de amostras coletados para o Setor 3 (embarcações) não foi suficiente para que esse tipo de análise pudesse ser utilizada.

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados da estatística analítica, considerando apenas os Setores 1, 2 e 4.

Tabela 9 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³), por período, Porto de Belém (Setores 1, 2 e 4).

Variáveis	Período	Média \pm D. Padrão	p - valor
Massa Total (Kg)	Chuvoso	11,81 \pm 7,73	0,946
	Seco	11,67 \pm 5,73	
Volume Total (m ³)	Chuvoso	0,20 \pm 0,10	0,356
	Seco	0,25 \pm 0,10	
Peso Específico Aparente Total (Kg/m ³)	Chuvoso	54,96 \pm 21,32	0,443
	Seco	48,47 \pm 12,49	

Fonte: Autor (2014)

Na Tabela 9, pode-se observar que não foram observadas diferenças significativas nas variáveis analisadas considerando os períodos Seco e Chuvoso ($p > 0,05$). Logo a produção de resíduos sólidos não apresenta variações entre os períodos (quando se analisa a média de todas as amostras – Setores 1, 2 e 4), observa-se que para todas as variáveis as diferenças entre as médias do Período Chuvoso para o Seco foram pequenas, a variável Peso Específico Aparente Total (kg/m³) foi que apresentou a maior variação (54,96 kg/m³ - Chuvoso e 48,47 kg/m³ - Seco).

Ao serem considerados os períodos e setores conjuntamente observou-se que as variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³) apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$). As variáveis cujas médias estão seguidas de letras diferentes não se comportam de

maneira similar, ou seja, existe variação na geração de resíduos de um setor para o outro (Tabela 10).

Tabela 10 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Total (Kg/m³), por Setores (1,2 e 4) e Períodos, Porto de Belém.

Variáveis	Setores	Média \pm D. Padrão	<i>p</i> - valor
Massa Total (Kg)	Chuvoso-Setor 1	20,20 \pm 3,84	e
	Chuvoso-Setor 2	12,12 \pm 1,07	cd
	Chuvoso-Setor 4	3,12 \pm 2,07	a
	Seco - Setor 1	18,09 \pm 1,89	de
	Seco - Setor 2	11,32 \pm 2,73	bc
	Seco - Setor 4	5,59 \pm 1,63	ab
Volume Total (m ³)	Chuvoso-Setor 1	0,27 \pm 0,08	bc
	Chuvoso-Setor 2	0,25 \pm 0,04	bc
	Chuvoso-Setor 4	0,09 \pm 0,04	a
	Seco - Setor 1	0,33 \pm 0,04	c
	Seco - Setor 2	0,26 \pm 0,04	bc
	Seco - Setor 4	0,14 \pm 0,08	ab
Peso Específico Aparente Total (Kg/m ³)	Chuvoso-Setor 1	76,83 \pm 9,70	b
	Chuvoso-Setor 2	49,84 \pm 11,49	ab
	Chuvoso-Setor 4	34,74 \pm 14,69	a
	Seco - Setor 1	55,18 \pm 11,14	b
	Seco - Setor 2	42,66 \pm 7,11	ab
	Seco - Setor 4	47,43 \pm 18,33	ab

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 10, percebe-se que existiram diferenças estatísticas significativas na geração de resíduos entre alguns setores estudados, em relação a variável Massa Total Média (kg), por exemplo, a geração de resíduos no Setor 1 - Chuvoso (e) diferiu do Setor 4 – Chuvoso (a), sendo a diferença entre as médias de 17,08 Kg. O Setor 1 - Chuvoso (e) foi o que apresentou a maior média de geração de resíduos (20,20 kg), já o Setor 4 - Chuvoso (a) foi o que apresentou a menor média (3,12 kg), isso se deve as diferenças de: número de funcionários, atividades que se realizam em cada um desses setores e que influenciam na geração de resíduos.

Nota-se também, de acordo com a Tabela 10, que quando se analisa a geração de resíduos, dentro do mesmo setor (comparando a geração no período Chuvoso com o Seco), para todas as variáveis, esta se comportou de maneira similar, como exemplo pode-se citar o Setor 2 (variável Volume), que no período

Chuvoso apresentou média de geração de 0,25 m³ (bc) e no período Seco de 0,26 m³ (bc).

Para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre os períodos Seco e Chuvoso (Tabela 11), na geração de resíduos do Terminal Petroquímico de Miramar, também foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) individualmente, para avaliar as variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Total (Kg/m³).

Tabela 11 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Total (Kg/m³), por período, Terminal Petroquímico de Miramar.

Variáveis	Período	Média \pm D. Padrão	<i>p</i> – valor
Massa Total (Kg)	Chuvoso	8,50 \pm 8,09	0,837
	Seco	9,26 \pm 7,40	
Volume Total (m ³)	Chuvoso	0,17 \pm 0,14	0,974
	Seco	0,16 \pm 0,15	
Peso Específico Total (Kg/m ³)	Chuvoso	40,45 \pm 17,16	0,104
	Seco	63,86 \pm 31,47	

Fonte: Autor (2014)

Na Tabela 11, não foram observadas diferenças significativas nas variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³), considerando os períodos Chuvoso e Seco ($p > 0,05$). Logo a produção de resíduos sólidos, quando há a comparação entre os períodos não apresenta variações. As Massas Totais Médias geradas (kg), nos Períodos Chuvoso e Seco, foram de 8,50 kg e 9,26 kg, respectivamente.

Para o Peso Específico Aparente Total (kg/m³) a maior média foi encontrada no Período Seco (63,86 kg/m³), esse resultado está relacionado a construção de uma copa dentro do Terminal de Miramar (durante o final do Período Chuvoso), o que influenciou na maior geração de matéria orgânica (restos de alimentos), conseqüentemente aumentando o peso específico aparente.

Na Tabela 12 pode-se observar diferenças significativas nas variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³) em relação à análise entre os setores ($p < 0,05$).

Tabela 12 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Aparente Total (Kg/m³), por Setores, Terminal de Miramar.

Variáveis	Setores	Média \pm D. Padrão	p – valor
Massa Total (Kg)	1	18,03 \pm 2,97	b
	2	5,37 \pm 4,84	a
	3	5,33 \pm 7,6	a
	4	2,25 \pm 1,13	a
	5	9,98 \pm 3,39	ab
Volume Total (m ³)	1	0,38 \pm 0,09	b
	2	0,06 \pm 0,02	a
	3	0,06 \pm 0,07	a
	4	0,07 \pm 0,02	a
	5	0,18 \pm 0,03	a
Peso Específico Total (Kg/m ³)	1	48,97 \pm 7,13	ab
	2	90,04 \pm 45,94	b
	3	63,88 \pm 31,33	ab
	4	30,04 \pm 9,39	a
	5	53,62 \pm 9,57	ab

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Autor (2014)

Conforme a Tabela 12, a Massa Total Média (kg) do Setor 1 (b) apresentou resultados estatisticamente diferentes em relação aos Setores 2 (a), 3 (a) e 4 (a), sendo que a diferença entre as médias (do Setor 1 em relação aos demais) variou de 12,66 Kg a 15,78 Kg. Para a variável Volume Total Médio (m³) o Setor 1 (b) também apresentou comportamento estatisticamente diferente em relação aos demais setores, houve variação de 0,18 m³ a 0,36 m³, e em relação ao Peso Específico Total Médio (Kg/m³) as diferenças estatisticamente significativas apenas foram encontradas entre os Setores 2 (b) e 4 (a), sendo encontradas diferenças de 60 kg/m³ de um setor para o outro. Cabe ressaltar que as maiores letras (representada pela letra b, no exemplo acima), apresentam sempre as maiores médias.

Quando considerados os períodos e setores conjuntamente também foram observadas diferenças estatisticamente significantes nas variáveis citadas, conforme Tabela 13. Como apenas para o Setor 1 houve a possibilidade de coleta de todas as amostras, somente neste foi analisado o Período Chuvoso.

Tabela 13 - Média \pm Desvio-Padrão das Variáveis: Massa Total (Kg), Volume Total (m³) e Peso Específico Total (Kg/m³), por Setores e Períodos, Terminal de Miramar.

Variáveis	Período - Setor	Média \pm D. Padrão	p - valor
Massa Total (Kg)	Chuvoso-Setor 1	15,76 \pm 1,99 bc	0,004
	Seco - Setor 1	20,30 \pm 1,63 c	
	Seco - Setor 2	6,30 \pm 5,48 ab	
	Seco - Setor 3	6,99 \pm 8,37 ab	
	Seco - Setor 4	2,74 \pm 0,69 a	
	Seco - Setor 5	9,98 \pm 3,39 abc	
Volume Total (m ³)	Chuvoso-Setor 1	0,29 \pm 0,04 c	0,000
	Seco - Setor 1	0,43 \pm 0,05 bc	
	Seco - Setor 2	0,05 \pm 0,03 a	
	Seco - Setor 3	0,08 \pm 0,08 ab	
	Seco - Setor 4	0,08 \pm 0,01 ab	
	Seco - Setor 5	0,18 \pm 0,03 bc	
Peso Específico Total (Kg/m ³)	Chuvoso-Setor 1	53,95 \pm 4,46 a	0,007
	Seco - Setor 1	47,36 \pm 7,73 a	
	Seco - Setor 2	106,18 \pm 40,03 b	
	Seco - Setor 3	77,62 \pm 18,42 ab	
	Seco - Setor 4	34,52 \pm 3,43 a	
	Seco - Setor 5	53,62 \pm 9,58 a	

Nota: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($p < 0,05$) pelo teste Tukey.

Fonte: Autor (2014)

Ao serem considerados os períodos e setores conjuntamente observou-se que as variáveis analisadas apresentaram comportamento estatisticamente diferente ($p < 0,05$).

Para a variável Massa Total Média (kg) o período Seco – Setor 1 (c) apresentou diferença em relação ao período Seco – Setor 4 (b), sendo que a média de geração de resíduos variou em 17,56 kg; já para variável Volume Total Médio (m³) foram constatadas diferenças estatísticas entre o período Chuvoso – Setor 1 e período Seco – Setor 2, a diferença entre as médias foi de 0,24 m³ e para o Peso Específico Total Médio (Kg/m³) houve diferenças entre o período Chuvoso-Setor 1 e os períodos Seco - Setor 1, Seco - Setor 4 e Seco - Setor 5, sendo que a diferença entre as médias do período Chuvoso-Setor 1 em relação aos demais variou de 52,91 kg/m³ a 71,66 kg/m³.

5.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Nesse tópico são apresentadas informações sobre a composição gravimétrica, Peso Específico Aparente, Umidade e geração *per capita* dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém e no Terminal Petroquímico de Miramar. Os resultados são analisados, primeiramente, para cada setor e depois de forma geral, comparando a geração de resíduos por setor e, por último, virá a análise da geração total de resíduos, para cada área de estudo.

5.3.1 Composição Gravimétrica

Neste tópico serão apresentados dados de percentuais de geração em massa e volume dos componentes presentes na massa de resíduos gerados, no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar.

- Porto de Belém

Na Tabela 14 é apresentada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Setor 1, do Porto de Belém, este é representado pelo Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO).

Tabela 14 - Resíduos sólidos gerados em massa e volume nos dois períodos de estudo (chuvoso e seco) e a participação na massa e volume dos resíduos gerados, Setor 1, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. no Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	3,35	2,73	16,60	15,07	0,06	0,06	20,77	19,31
Plástico Duro	1,43	0,82	7,08	4,53	0,07	0,09	27,45	27,03
Plástico mole	1,11	1,30	5,48	7,18	0,06	0,05	23,87	16,12
Metal	0,43	0,19	2,11	1,03	0,01	0,02	2,45	7,44
Vidro	0,00	0,20	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00	0,42
Resíduos orgânicos	9,13	8,95	45,18	49,45	0,03	0,06	9,93	16,96
Resíduos perigosos	0,12	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	4,64	3,91	22,97	21,63	0,04	0,04	15,53	12,72
Total	20,20	18,09	100,00	100,00	0,27	0,33	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente que apresentou maior participação na massa (%) foi relativo aos resíduos orgânicos, para os dois períodos analisados (Chuvoso e Seco) com percentual de 45,18% - 9,13 kg e 49,45% - 8,95 kg, respectivamente. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada a existência de árvores na área externa do Setor 1 – OGMO, como mangueiras (Figura 37), logo há a geração de folhas e frutos como resíduos, além da influência da geração de restos de alimentos, gerados pelos funcionários do OGMO.

A maior massa gerada no Período Chuvoso em relação ao Seco pode estar relacionada à influência da umidade presente nesse período, que é mais alta, devido ao período de chuvas.

Figura 37 - (A) Área externa do Setor 1 (presença de árvores), e (B) Resíduos orgânicos gerados.



Fonte: Autor (2014)

O componente outros, representados no presente setor, principalmente, por resíduos de banheiro, pontas de cigarro e Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) foi o segundo mais gerado, em relação a participação na massa, com percentual de 22,97% - 4,64 kg (Período Chuvoso) e 21,63% - 3,91 kg (Período Seco).

O percentual em massa de resíduo perigoso apresentou a menor participação. Só foi constatada a geração desse tipo de resíduo no período chuvoso (0,58% - 0,12 kg). A geração de resíduos perigosos e vidro é esporádica, os resíduos perigosos são representados, em sua maioria, por pilhas; já o vidro por louças quebradas.

Para as análises em volume dos componentes gerados a maior participação foi a do componente plástico duro (principalmente copos plásticos e

garrafas de água), para o Período Chuvoso e Período Seco, representando um percentual gerado de 27,45% - 0,07 m³ e 27,03% - 0,09 m³, respectivamente para cada período. A maior geração em volume deste componente no Período Seco está relacionada ao maior consumo de bebidas (água, principalmente com consequente maior utilização de copos).

Na Tabela 15 é apresentada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Setor 2, do Porto de Belém, este é representado pela área administrativa e de movimentação de carga geral do Porto de Belém.

Tabela 15 - Resíduos sólidos gerados em massa e volume nos dois períodos de estudo (chuvoso e seco) e a participação na massa e volume dos resíduos gerados, Setor 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	2,61	2,29	21,56	20,20	0,06	0,06	25,94	24,55
Plástico Duro	0,83	1,29	6,85	11,37	0,06	0,07	22,70	27,30
Plástico mole	1,06	1,03	8,74	9,07	0,06	0,05	22,41	19,45
Metal	0,10	0,17	0,85	1,53	0,01	0,00	2,41	1,36
Vidro	0,00	0,04	0,00	0,35	0,00	0,00	0,12	0,00
Resíduos orgânicos	5,14	3,74	42,43	33,04	0,02	0,01	6,90	3,99
Resíduos perigosos	0,14	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	2,18	2,77	17,95	24,44	0,05	0,06	19,56	23,35
Total	12,12	11,32	100,00	100,00	0,25	0,26	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco.

Fonte: Autor (2014)

O componente que apresentou maior participação na massa (%) foi relativo aos resíduos orgânicos, para os dois períodos analisados (Chuvoso e Seco) com percentual de 42,43% - 5,14 kg e 33,04% - 3,74 kg, respectivamente. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada, principalmente, a existência de 2 copas nesse setor, onde há atividades de trato e preparo de alimentos.

O componente outros, representado no presente setor, em sua maioria, por resíduos de banheiro foi o segundo mais gerado, em relação a participação na massa, 17,95% - 2,18 kg (Período Chuvoso) e 24,44% - 2,77 kg (Período Seco). Isso é devido à presença de umidade no resíduo de banheiro o que faz com que haja aumento na massa desse componente.

Em relação ao volume gerado, o componente mais representativo no Período 1 – Chuvoso foi o Papel/papelão (25,94 %), isso se justifica pelo desenvolvimento, principalmente de atividades administrativas nesse setor; já no

Período 2 – Seco o componente mais representativo foi o Plástico Duro, representando 27,30 % do volume total, a maior geração em volume deste componente nesse período está relacionada ao maior consumo de bebidas (água, principalmente com conseqüente maior utilização de copos).

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 38 % e 42,52 %, respectivamente para os Períodos Chuvoso e Seco; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período Chuvoso, 73,58 % e no Período Seco 72,66 % do volume total gerado.

Para o Setor 3 a análise foi diferenciada, devido este ser caracterizado pela movimentação de embarcações fluviais (transporte de passageiros e carga geral), sendo analisados os resíduos gerados apenas em embarcações, e todos os cenários de chegada desse tipo de embarcação no Porto de Belém, conforme Quadro 15.

A análise dos diferentes cenários foi necessária devido existirem diferentes rotas realizadas pelas embarcações e diferentes dias de chegada destas ao cais do porto. Para a análise dos dados além da influência da sazonalidade, no que se refere ao clima (Períodos Chuvoso e Seco), levaram-se em consideração os períodos de menor e maior movimentação de passageiros.

Quadro 15 - Diferentes cenários de chegada de embarcações fluviais, Setor 3, Porto de Belém.

CENÁRIOS	ORIGEM DAS EMBARCAÇÕES FLUVIAIS				DIAS DA SEMANA
	Marajó	Macapá	Manaus	Nº total de embarcações	
CENÁRIO 1	xx*			2	Segunda-feira Quarta-feira Quinta-feira Sexta-feira
CENÁRIO 2	xx	x	x	4	Terça-feira
CENÁRIO 3	xx	x		3	Sábado
CENÁRIO 4	x		x	2	Domingo
CENÁRIO 5	x		xx	3	Domingo

*A letra x representa o número de vezes que a embarcação aporta no Porto de Belém

Fonte: Autor (2014)

De acordo com o Quadro 15 as embarcações provenientes da Ilha do Marajó aportam no Porto de Belém, uma vez aos domingos (horário estimado de chegada: 18h); já nos outros dias da semana, duas vezes (horários estimados de chegada: 9h30 e 18h30), em relação as embarcações provenientes da cidade de Macapá, estas aportam duas vezes na semana, na terça-feira (horário estimado de chegada: 16h) e no sábado (horário estimado de chegada: 11h). Para as embarcações provenientes da cidade de Manaus, no domingo, há situações em que chegam duas embarcações (a cada 15 dias – horário estimado de chegada: 9h), além de uma embarcação que chega às terças-feiras (horário estimado de chegada: 17h).

Vale ressaltar que o cronograma de chegada de embarcações, em alguns casos, é alterado, devido a atrasos nas viagens, decorrentes de situações de maré, entre outros fatores, e que para o presente trabalho foi um dos fatores que influenciou na não coleta de mais amostras de cada embarcação/localidade, visto que as embarcações muitas vezes chegavam de madrugada ou não chegavam no dia especificado. Para as embarcações estudadas o número de passageiros e duração das viagens está apresentado no Quadro 16.

Quadro 16 - Número de passageiros transportados nas embarcações estudadas, Setor 3, Porto de Belém.

DATA	EMBARCAÇÃO	Nº DE PASSAGEIROS	DURAÇÃO DA VIAGEM (h)	DURAÇÃO DA VIAGEM (dias)
07/05/2013	Embarcação Otávio Oliveira (Marajó)	609	3 horas	0,13
08/05/2013	Embarcação Liberty Stars - Manaus	80	48 horas	2
09/05/2013	Embarcação Soure - Marajó	433	3 horas	0,13
25/05/2013	Embarcação São Francisco de Paula - Macapá	163	24 horas	1
18/07/2013	Embarcação Soure - Marajó	320	3 horas	0,13
21/07/2013	Embarcação Ana Karollina II - Macapá	70	24 horas	1
22/07/2013	Embarcação Euronorte - Manaus	491	48 horas	2
29/07/2013	Embarcação Soure - Marajó	654	3 horas	0,13

Conforme o Quadro 16, as embarcações provenientes de Manaus são as que passam mais tempo em viagem, porém para o presente trabalho não foi considerado o tempo total da viagem (de 4 dias, normalmente), visto que há disposição dos resíduos gerados dentro destas em outros portos (cuja escala da

embarcação é anterior ao Porto de Belém), logo o tempo de viagem contou a partir da última cidade onde houve essa disposição de resíduos e desembarque de passageiros, por isso foi considerado o tempo total de viagem igual a 2 dias.

Para as embarcações originárias da Ilha do Marajó, ao longo do ano, existe grande fluxo de movimentação de passageiros, devido alguns municípios localizados nessa região apresentarem escassez de serviços básicos, muitas pessoas se deslocam para a capital do estado, Belém – Pará.

Na Tabela 16, é apresentada a geração média (kg) e composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas embarcações que representam o Cenário 1 (2 embarcações provenientes da Ilha do Marajó), para os dois períodos de estudo.

Tabela 16 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Cenário 1, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	4,72	2,06	15,71	7,65	0,073	0,054	11,48	8,41
Plástico Duro	4,20	5,94	13,98	22,06	0,284	0,211	44,83	33,12
Plástico mole	2,24	2,12	7,46	7,87	0,124	0,182	19,64	28,60
Metal	4,08	4,12	13,58	15,30	0,090	0,068	14,23	10,63
Vidro	0,00	0,40	0,00	1,49	0,000	0,004	0,00	0,60
Resíduos orgânicos	3,04	4,69	10,12	17,42	0,011	0,014	1,67	2,14
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
Outros	11,76	7,80	39,15	28,96	0,052	0,107	8,15	16,80
Total	30,04	26,93	100,00	100,00	0,633	0,637	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente Outros foi o que apresentou maior participação na massa (%), para os dois períodos analisados com percentual de 39,15% e 28,96%, respectivamente. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada à geração principalmente de resíduos de banheiro e resíduos fragmentados de difícil separação.

Para este setor também houve a maior geração em volume do componente Plástico Duro, representando, os percentuais de 44,83 % e 33,12 %, para os Períodos Chuvoso e Seco, respectivamente.

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 50,73 % e

54,36 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 90,18% e no Período 2, 81,37 % do volume total gerado.

Na Tabela 17, são apresentados os resultados para o Cenário 2 (2 embarcações provenientes do Marajó, 1 de Macapá e 1 de Manaus) de chegada de embarcações no cais do Porto de Belém.

Tabela 17 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Cenário 2, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	8,23	4,62	8,04	4,79	0,103	0,110	7,78	7,69
Plástico Duro	10,79	12,12	10,54	12,57	0,426	0,436	32,30	30,42
Plástico mole	10,56	7,42	10,32	7,69	0,338	0,353	25,65	24,64
Metal	13,24	9,86	12,94	10,22	0,271	0,270	20,57	18,85
Vidro	4,94	1,84	4,83	1,91	0,016	0,007	1,18	0,47
Resíduos orgânicos	23,08	36,26	22,55	37,59	0,047	0,063	3,56	4,36
Resíduos perigosos	1,36	1,35	1,33	1,40	0,009	0,005	0,71	0,31
Outros	30,17	23,18	29,47	24,03	0,109	0,192	8,24	13,38
Total	102,37	96,45	100,00	100,00	1,319	1,434	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente outros, representados no presente setor, em sua maioria, por resíduos de banheiro (fraldas, papéis de uso pessoal etc), borracha, panos foi o mais gerado, e que apresentou maior participação na massa, no Período 1 (29,47%). Para o Período 2 os resíduos orgânicos, representados por, principalmente, restos de alimentos, foram os que apresentaram maior participação na massa total de resíduos (37,59 %). Pela coleta de amostras em campo foi verificado, principalmente no Período 2, que existe grande desperdício de alimentos dentro das embarcações provenientes da cidade de Manaus, o que contribuiu para que os resíduos orgânicos fossem mais representativos na composição dos resíduos gerados, para esse período.

O componente menos gerado foi representado pelos resíduos perigosos (latas de tinta, filtros com óleo), representaram 1,33 – 1,36 kg e 1,40 – 1,35 kg, respectivamente, para os Períodos 1 e 2. A geração desse tipo de resíduo está relacionada a manutenção das embarcações, que muitas vezes precisam ser pintadas ou em alguns casos há geração de panos contaminados com óleo (manutenção do motor).

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 46,67 % e 37,18 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 87,48% e no Período Seco 82,08 % do volume total gerado. O componente Plástico Duro foi o mais representativo em relação a participação no volume (32,30 % no Período Chuvoso e 30,42% no Período Seco).

Os resultados para o Cenário 3 – Tabela 18 (2 embarcações do Marajó e 1 de Macapá) demonstraram que o maior participação em massa (%) foi do componente Outros existindo grandes semelhanças na geração desse componente, entre os Períodos 1 e 2 (32,14% - 28,12 kg e 32,18 % - 13,62 kg, respectivamente para cada período). Esse componente é representado por resíduo de banheiro, papéis de uso pessoal em geral, panos, borracha etc.

Tabela 18 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Cenário 3, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	7,18	3,10	8,21	7,33	0,08	0,08	7,38	9,07
Plástico Duro	9,56	7,88	10,93	18,62	0,38	0,29	33,86	31,83
Plástico mole	9,24	4,10	10,56	9,69	0,28	0,25	24,75	27,50
Metal	12,46	6,30	14,24	14,89	0,25	0,12	22,45	13,45
Vidro	3,52	0,32	4,02	0,76	0,01	0,00	0,52	0,21
Resíduos orgânicos	17,40	6,35	19,89	15,00	0,03	0,02	2,66	2,12
Resíduos perigosos	0,00	0,65	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00	0,22
Outros	28,12	13,62	32,14	32,18	0,09	0,14	8,37	15,61
Total	87,48	42,32	100,00	100,00	1,13	0,92	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente Resíduo orgânico foi o que apresentou a segunda maior participação na massa (19,89 %), no Período 1; já o Plástico duro no Período 2, representando 18,62% da massa total gerada. Um dos fatores para que o plástico tenha sido o segundo componente mais representativo é o fato de o Período 2 ser caracterizado pelo período seco e representar o período das férias, logo há maior consumo de bebidas – Figura 39, percebe-se também a considerável participação do componente metais (constituídos principalmente por latas de refrigerante), com participação na massa de 14,24 %, no Período 1 e 14,89 %, no Período 2.

Figura 38 - Resíduos gerados na embarcação proveniente da Ilha do Marajó (A) Metal e (B) Plástico duro.



Fonte: Autor (2013)

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 47,97 % e 51,75 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 88,97% e no Período Seco 82,26 % do volume total gerado.

A diferença existente entre o Período 1 e o Período 2, em relação a Massa (87,48 e 42,32 kg, respectivamente) e Volume Total (1,13 e 0,92 m³, respectivamente) gerados é devido no Período 2 (Tabela 10), a embarcação proveniente do município de Macapá ter sido utilizada principalmente para o transporte de cargas, logo o número de passageiros foi menor e conseqüentemente a geração de resíduos.

Os resultados obtidos para o Cenário 4 (1 embarcação de Marajó e 1 de Manaus) estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Cenário 4, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	3,41	2,55	11,40	3,77	0,055	0,054	11,01	6,45
Plástico Duro	3,33	7,21	11,13	10,65	0,184	0,249	36,67	29,90
Plástico mole	2,44	4,38	8,16	6,47	0,120	0,191	23,89	22,99
Metal	2,82	5,62	9,44	8,30	0,062	0,180	12,33	21,68
Vidro	1,42	1,52	4,75	2,25	0,010	0,005	1,93	0,59
Resíduos orgânicos	7,20	32,26	24,07	47,65	0,022	0,050	4,40	5,99
Resíduos perigosos	1,36	0,70	4,55	1,03	0,009	0,003	1,87	0,30
Outros	7,93	13,46	26,51	19,88	0,040	0,102	7,89	12,21
Total	29,91	67,70	100,00	100,00	0,502	0,831	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente Outros, representados para o presente Cenário, em sua maioria, por resíduos de banheiro (fraldas, papéis de uso pessoal etc) e resíduos fragmentados de difícil separação foi o mais gerado, em relação a participação na massa, no Período 1 (26,51%); já o componente Resíduos Orgânicos, representados por, principalmente, restos de alimentos, foi o que apresentou maior participação na massa total de resíduos, no Período 2 (47,65 %). Pela coleta de amostras em campo foi verificado que existe grande desperdício de alimentos dentro da embarcação proveniente da cidade de Manaus, o que contribuiu para que os resíduos orgânicos fossem mais representativos na composição dos resíduos gerados, para o Cenário 4 – Período 2, e nesse período houve maior movimentação de passageiros.

A menor geração foi representada pelo componente Resíduos perigosos (latas de tinta), com participação na massa de 4,55 – 1,36 kg e 1,03 – 0,7 kg, respectivamente, para os Períodos 1 e 2.

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 44,87 % e 31,44 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 85,83 % e no Período Seco 81,61 % do volume total gerado, sendo o componente Plástico Duro o mais representativo em volume gerado, para os dois períodos analisados (36,67 % e 29,90 %, respectivamente para os Períodos Chuvoso e Seco).

Os resultados obtidos para o Cenário 5 (1 embarcação de Marajó e 2 de Manaus) estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Cenário 5, Setor 3 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	4,46	4,07	9,95	3,34	0,074	0,080	10,79	5,98
Plástico Duro	4,56	11,45	10,18	9,40	0,226	0,392	32,91	29,14
Plástico mole	3,76	7,70	8,39	6,32	0,178	0,291	25,85	21,66
Metal	3,61	9,18	8,05	7,54	0,079	0,326	11,45	24,29
Vidro	2,84	2,84	6,34	2,33	0,019	0,008	2,82	0,59
Resíduos orgânicos	12,88	62,17	28,75	51,03	0,039	0,093	5,66	6,91
Resíduos perigosos	2,72	1,40	6,07	1,15	0,019	0,005	2,74	0,37
Outros	9,98	23,02	22,27	18,90	0,053	0,150	7,77	11,13
Total	44,81	121,83	100,00	100,00	0,687	1,344	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

O componente Resíduos Orgânicos, representados para o presente Cenário, em sua maioria, por restos de alimentos (gerados principalmente pelas embarcações proveniente de Manaus), foi o que apresentou maior participação na massa total de resíduos, nos Períodos 1 e 2 (28,75 % e 51,03 %, respectivamente).

Na coleta das amostras em campo foi verificado que existe grande desperdício de alimentos dentro das embarcações provenientes da cidade de Manaus, o que contribuiu para que os resíduos orgânicos fossem representativos na composição total dos resíduos sólidos gerados, para o Cenário 5, e também, nesse período, houve maior movimentação de passageiros. As embarcações provenientes de Manaus apresentam a maior geração de resíduos, devido ao maior tempo de viagem. E em relação aos períodos de férias (janeiro, julho e dezembro), há um aumento do número de passageiros que fazem viagem com destino a capital Belém – Pará.

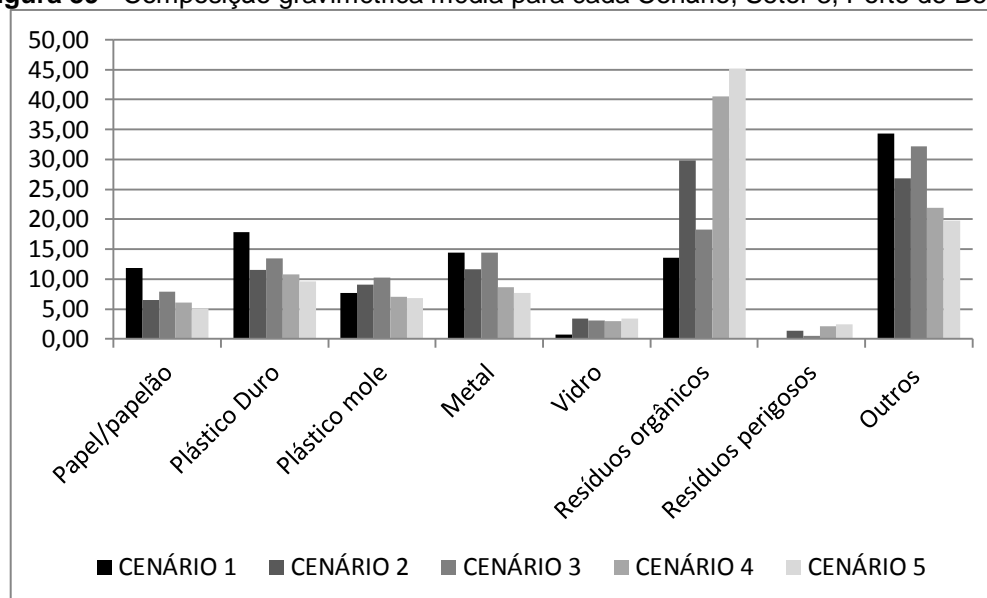
Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 42,91 % e 28,93 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 83,83 % e no Período Seco 81,67 % do volume total gerado.

Para o Cenário 5, o componente Plástico Duro também apresentou as maiores participações no volume total gerado, representando 32,91% e 29,14 % nos Períodos 1 e 2, respectivamente.

As diferenças de Massa Total e Volume Total, para o Cenário 5, de um período para o outro, sendo o Período 2 caracterizado como o de maior geração de resíduos, têm influência da sazonalidade no que se refere a época de maior movimentação de passageiros, principalmente em relação as embarcações provenientes da cidade de Manaus (amostra coletada no mês de julho).

A composição gravimétrica total, para cada cenário analisado, está apresentada na Figura 40.

Figura 39 - Composição gravimétrica média para cada Cenário, Setor 3, Porto de Belém.



Fonte: Autor (2014)

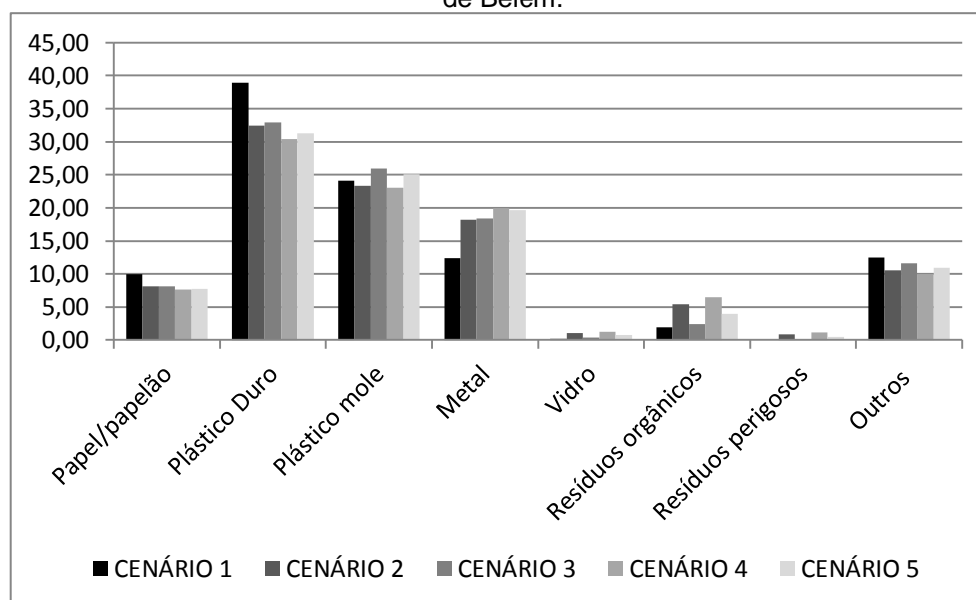
De acordo com a Figura 40, para os Cenários 2, 4 e 5, de chegada de embarcações fluviais ao Porto de Belém, o componente que apresentou a maior representatividade em relação à massa total gerada foram os Resíduos Orgânicos, 29,85 %; 40,46 % e 45,06 %, respectivamente para cada Cenário. Vale ressaltar que para todos os cenários em que há chegada de embarcações provenientes da cidade de Manaus, este componente foi o que teve maior representatividade. Isso devido o trajeto de viagem de Manaus a Belém ser de 4 dias (para o presente trabalho foram considerados apenas 2 dias – 48h, visto que há disposição dos resíduos gerados em

outros portos e cuja escala da embarcação é anterior ao Porto de Belém) e existir grande desperdício de alimentos (comida) dentro das embarcações.

O componente Outros foi o mais gerado para os Cenários 1 e 3, devido principalmente estarem enquadrados dentro dessa categoria os resíduos de banheiro, resíduos fragmentados de difícil separação e panos. O percentual encontrado foi de 34,33 % e 32,16%, respectivamente.

Na figura 41 apresenta-se a participação no volume de cada componente analisado, para cada Cenário do Setor 3 do Porto de Belém.

Figura 40 - Participação no volume de cada componente gerado, para cada Cenário, Setor 3, Porto de Belém.



Fonte: Autor (2014)

Em relação a participação no volume total de resíduos gerados, para todos os Cenários analisados, o componente Plástico Duro foi o que apresentou maiores percentuais (38,96 %; 31,32 %; 32,95 %; 32,45 % e 30,41 %, respectivamente para os Cenários 1, 2, 3, 4 e 5). O segundo componente mais gerado em volume, para todos os cenários, foi o Plástico Mole (24,14 %; 23,33 %; 25,98 %; 23,08 % e 25,12 %, respectivamente).

A partir da Figura 41 pode-se verificar que os resíduos que apresentam maiores percentuais de geração em volume são resíduos potenciais para serem reciclados, principalmente, Plástico Duro e Metal (latas de alumínio), devido apresentarem maior interesse comercial. A somatória dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) representa,

do total gerado, 85,76 % ; 84,67 %; 85,96 %; 82,2 % e 84,4 %, respectivamente para os Cenários 1, 2, 3, 4 e 5.

Logo, se existisse sistema de coleta seletiva eficaz dentro das embarcações, mais de 80% do volume de resíduos gerados não seriam dispostos no Lixão do Aurá. Cabe ressaltar que de acordo com a Lei 12.305/2010 (PNRS), apenas os rejeitos deveriam ser encaminhados para os Aterros, mas a realidade do Brasil em relação a temática resíduos sólidos, ainda está muito aquém da realidade proposta nessa Lei.

Em relação à movimentação de embarcações de navegação interior, de transporte de passageiros, no Porto de Belém, a administração do porto não possui gerência sobre os resíduos gerados nestes, visto que, os mesmos são dispostos todos misturados no cais do porto (nos recipientes de armazenamento), sendo difícil a implantação de ações devido a grande rotatividade de passageiros. Para que haja mudança desse cenário deve existir maior integração entre os órgãos reguladores do setor para que soluções possam ser propostas.

O Setor 4, do Porto de Belém é representado pelo pátio de contêineres e onde aportam, principalmente, embarcações de longo curso (navegação realizada entre portos brasileiros e estrangeiros). O resultado da composição gravimétrica do Setor 4 está apresentado na Tabela 21.

Tabela 21 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Setor 4 – Períodos 1 e 2, Porto de Belém.

COMPONENTE	Massa (kg)		Part. na massa (%)		Volume (m ³)		Part. Volume (%)	
	P1*	P2**	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Papel/papelão	0,89	0,99	28,56	17,77	0,02	0,03	24,97	18,45
Plástico Duro	0,12	0,77	3,74	13,83	0,02	0,06	24,06	41,59
Plástico mole	0,25	0,33	8,02	5,84	0,02	0,01	21,57	10,22
Metal	0,00	0,13	0,00	2,39	0,00	0,01	0,00	6,84
Vidro	0,00	0,29	0,00	5,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Resíduos orgânicos	1,61	1,01	51,55	18,13	0,02	0,00	21,91	2,57
Resíduos perigosos	0,00	0,08	0,00	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,25	1,97	8,13	35,30	0,01	0,03	7,49	20,33
Total	3,12	5,59	100,00	100,00	0,08	0,14	100,00	100,00

*Período chuvoso, **Período seco

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 21, para o Setor 4, o componente Resíduo Orgânico (folhas e restos de alimentos) se destacou em relação aos demais, no Período 1 (representando 51,55% do total gerado); já no período 2 o componente Outros foi o

que teve maior destaque (35,30 %), isto deveu-se a presença de uma mochila na massa de resíduos, o que contribui para a representatividade desse componente.

A diferença na geração de resíduos de um período para o outro está no fato de que no Período 2 houve maior movimentação de Trabalhadores Portuários Avulsos (TPA's) nesse setor, estes trabalham na operação de carga e descarga de mercadorias, esse fator teve grande influência para o significativo aumento na geração de plástico duro de um período para o outro (3,74 %, no Período 1 e 13,83 %, no Período 2).

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro e mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 40,32 % e 45,08 %, respectivamente para os Períodos 1 e 2; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam, no Período 1, 70,26 % e no Período Seco 77,11 % do volume total gerado, sendo o componente Papel/papelão o mais representativo em volume gerado, no Período 1 (24,97 %) e o Plástico Duro para o Período 2 (41,59 %).

Posteriormente a análise dos dados para cada setor, buscou-se analisar a geração de resíduos entre os Períodos estudados (chuvoso e seco). Essa análise foi necessária para verificar se existem diferenças na composição dos resíduos sólidos gerados (em relação a massa e volume), no Porto de Belém, entre os Períodos.

De acordo com cada Cenário de chegada de embarcações ao cais do Porto de Belém existem variações na geração de resíduos, devido as diferentes rotas realizadas por estas. No Tabela 22 está apresentada a geração de resíduos nos Períodos Chuvoso e Seco, assim como a geração média total, no Porto de Belém, considerando os diferentes cenários e onde se constata que o Cenário 4 é o mais desfavorável, crítico.

Tabela 22 - Geração de resíduos sólidos no Porto de Belém, considerando cada cenário de chegada de embarcações fluviais.

Cenários	Chuvoso		Seco		Média	
	Massa Total (kg)	Volume Total (m³)	Massa Total (kg)	Volume Total (m³)	Massa Total (kg)	Volume Total (m³)
Cenário 1	69,23	1,23	61,93	1,37	65,58	1,30
Cenário 2	98,62	1,82	184,33	3,35	141,48	2,59
Cenário 3	122,92	1,73	77,32	1,66	100,12	1,69
Cenário 4	146,78	2,73	320,19	5,65	233,49	4,19
Cenário 5	171,08	2,64	213,19	3,96	192,13	3,30
Total	608,63	10,15	856,96	15,99	732,80	13,07

Fonte: Autor (2014)

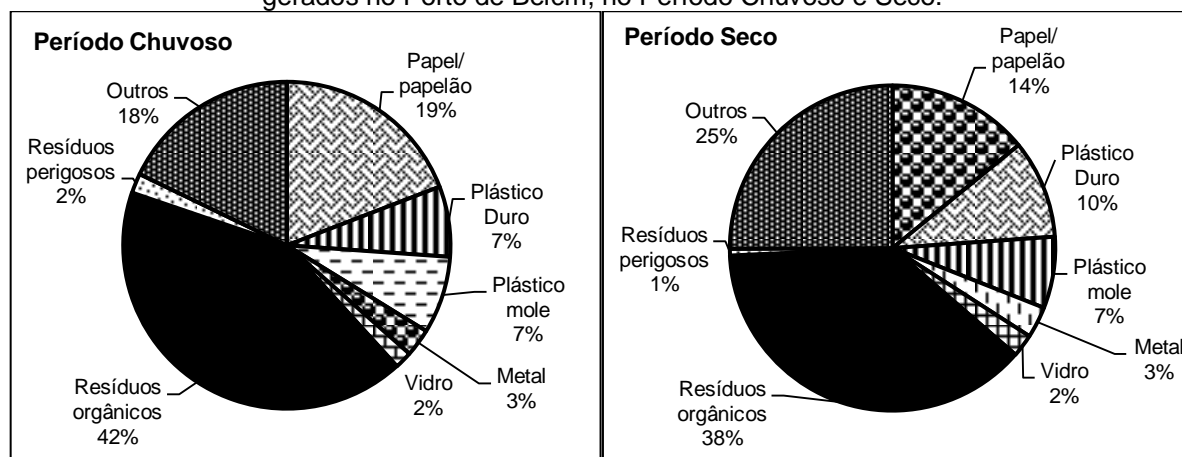
Conforme Tabela 22, quando se analisa a geração de resíduos de acordo com os Períodos Chuvoso e Seco, percebe-se que apenas quando se considera os Cenários 1 e 3, a geração em massa (kg) é menor no Período Seco (61,93 kg e 77,32 kg, respectivamente), isso devido no Cenário 1 – Período Seco ter existido uma diminuição considerável da geração de resíduos de banheiro e aumento de resíduos como Plástico Duro e Metal (apresentam menor massa se comparado aos resíduos de banheiro), devido a esse fator observa-se padrão contrário em relação aos volumes encontrados, de 1,23 m³ no Período Chuvoso e 1,37 m³, no Período Seco.

Em relação ao Cenário 3, essa diminuição ocorreu devido, no Período Seco, a embarcação proveniente do município de Macapá ter sido utilizada principalmente para transporte de cargas, sendo o Cenário 3 o único onde houve menor geração em volume para este mesmo Período.

Quando se analisa a geração diária média total percebe-se que o Cenário 4 é considerado o mais crítico, maior geração em massa e volume (233,49 kg e 4,19 m³, respectivamente), devido chegarem duas embarcações de Manaus, estas apresentam o maior tempo de viagem e conseqüentemente havendo maior geração de resíduos.

Para as análises a seguir, do Porto de Belém, em relação ao Setor 3, foi considerado o cenário mais crítico (Cenário 4 – chegada de 2 embarcações provenientes de Manaus e 1 proveniente da Ilha do Marajó) uma vez que o sistema de coleta e armazenamento de resíduos deve atender a situação mais desfavorável. Na Figura 20 apresenta-se a composição gravimétrica média diária, em relação a massa, dos Períodos Chuvoso e Seco, do Porto de Belém.

Figura 41 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém, no Período Chuvoso e Seco.



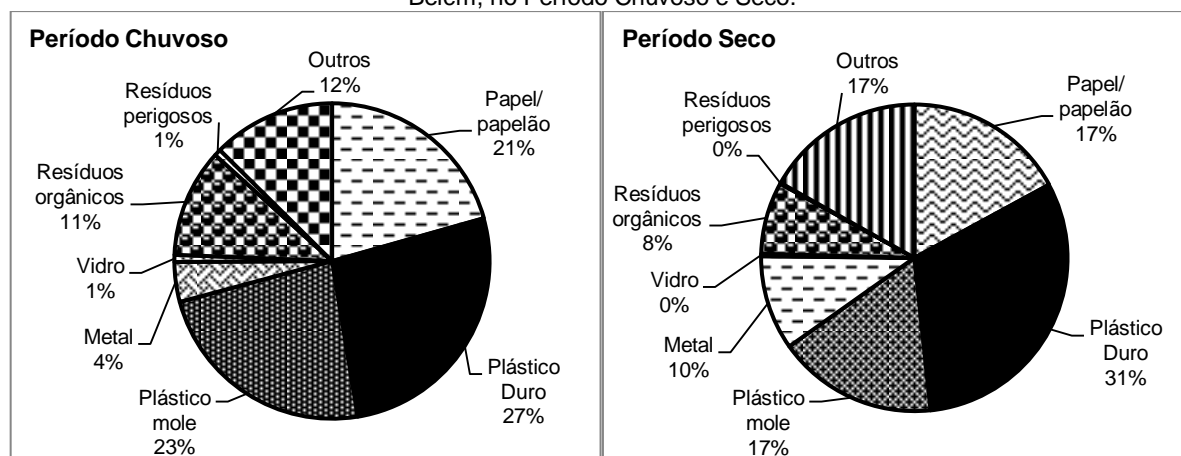
Fonte: Autor (2014)

De acordo com a Figura 42, os componentes Resíduos Orgânicos foram o que apresentaram maior participação na massa de resíduos, nos dois períodos estudados (42 % e 38 %, respectivamente), esse resultado teve grande influência da geração desse tipo de resíduo nas embarcações fluviais. Apenas os componentes Resíduos Orgânicos, Papel/Papelão e Resíduos Perigosos apresentaram maior participação na massa, no Período Chuvoso, isso pode estar relacionado a maior presença de umidade nesse período, sendo os componentes Papel/papelão e Resíduos Orgânicos os que mais sofreram influência desta variável.

Conforme a Figura 42 percebe-se que não houve grandes variações na composição dos resíduos de um período para o outro, a maior variação se relaciona ao componente Outros (18% no Período Chuvoso e 25% no Período Seco). Isso devido ao aumento da geração, principalmente, de resíduos de banheiro, no Período Seco.

Para a composição gravimétrica média diária, em relação ao volume, os resultados estão apresentados na Figura 43.

Figura 42 - Composição gravimétrica diária, em relação ao volume, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém, no Período Chuvoso e Seco.



Fonte: Autor (2014)

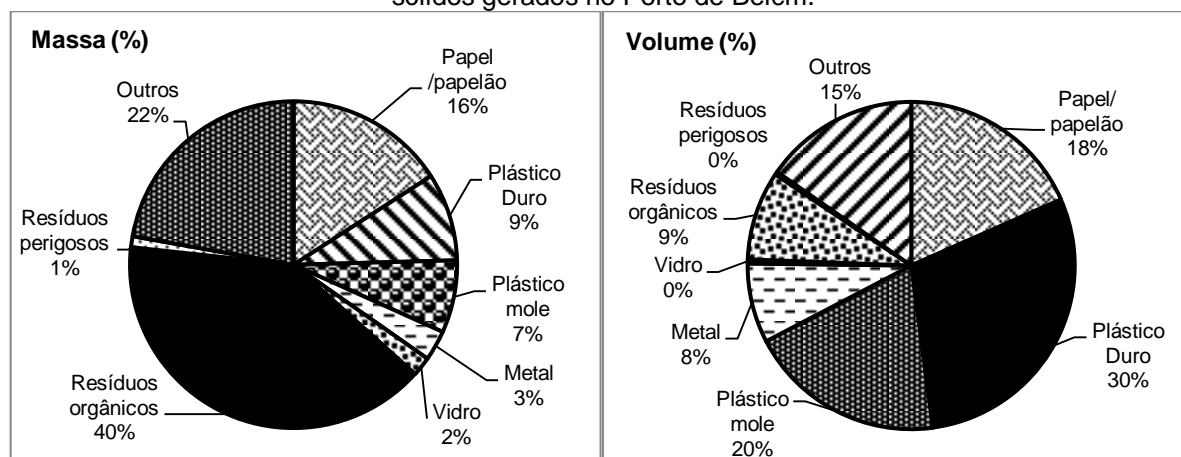
Conforme a Figura 43, o componente que apresentou maior participação no volume, nos dois períodos, foi o Plástico Duro, com participação de 27% e 31 % no total gerado, respectivamente para os Períodos Chuvoso e Seco. Os componentes que apresentaram maiores variações foram o Metal (4% no Período Chuvoso e 10% no Período Seco), teve influência principalmente da maior geração de latas de alumínio (latas de refrigerantes), devido ao período de veraneio e maior movimentação de passageiros; e Papel/papelão (17% no Período Chuvoso e 11% no Período Seco).

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/ mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa do total gerado, no Período Chuvoso, 38,25 % - 60 kg e no Período Seco um percentual de 36,36 % - 48,43 kg; já para a análise em participação no volume (%), o Período Chuvoso apresentou 75,64 % - 1,01 m³ e o Período Seco apresentou 75,44 % - 1,63 m³ do volume total gerado.

Posteriormente a análise da composição gravimétrica média diária de resíduos por períodos, no Porto de Belém, fez-se a análise da composição média total diária, apresentando os resultados de forma geral, resíduos de embarcações e resíduos gerados pelas atividades desenvolvidas na área portuária e posteriormente, de forma separada.

Na Figura 44 estão apresentados os resultados de composição gravimétrica de resíduos, do Porto de Belém, em relação à massa e volume gerados.

Figura 43 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa e volume, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém.



Fonte: Autor (2014)

Conforme Figura 44, os componentes Resíduos Orgânicos foram os que apresentaram maior participação na massa (%), com percentual de 40 %. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada a presença de duas copas dentro do porto (trata e preparo de alimentos), assim como aos resíduos gerados em embarcações, onde há grande desperdício de alimentos.

O componente Outros foi o segundo mais gerado, representando 22 % do total, este componente é representado, principalmente, por resíduos de banheiro, EPI's e panos. Os resíduos perigosos gerados no Porto de Belém são representados, principalmente, por pilhas e latas de tintas – 1% (proveniente de embarcações).

Observou-se que a composição, em relação a massa, dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém segue o padrão observado para a maioria dos municípios brasileiros, assim como para o Brasil de 51,4 % (Brasil, 2012), onde o componente mais representativo é o orgânico. Nos trabalhos realizados por Carneiro (2006), Souza & Guadagnin (2009) e Silvestrin (2009) foram encontrados percentuais de material orgânico de 46 %; 37,41 % e 29 %; respectivamente, nos resíduos sólidos gerados nos municípios de Belém (Pará), Cocal do Sul (Santa Catarina) e Dois Vizinhos (Paraná).

Quando se comparam os resultados apresentados para o Porto de Belém a composição gravimétrica de resíduos de alguns países, percebem-se algumas semelhanças, no trabalho de Hoornweg & Bhada-Tata (2012) foram encontrados percentuais de material orgânico de 38 % nos resíduos sólidos gerados na Polônia, sendo o componente Outros o segundo mais gerado representando 23 % do total; já

para os dados encontrados para Tailândia, 48 % dos resíduos gerados são representados pelo componente Orgânico, seguido do componente Papel (15 %) e Outros (14 %).

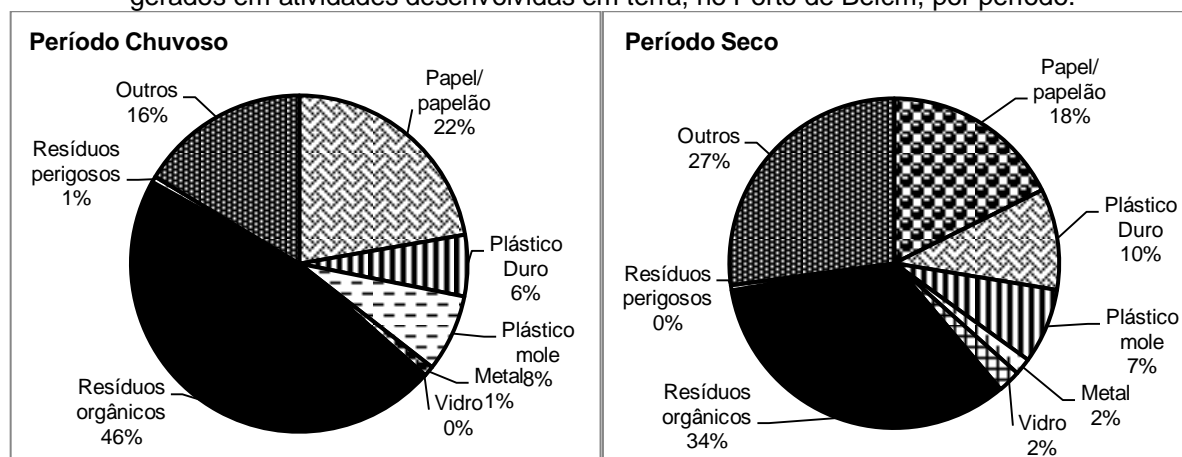
Constata-se que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém é semelhante à composição dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Em relação a participação no volume (Figura 22) o componente que apresentou maior participação média no volume gerado foi o Plástico Duro, representando 30 % do total gerado, seguido dos componentes Plástico Mole (20 %) e Papel/papelão (18 %). Observa-se que há maior geração, em volume, de componentes potenciais para serem reciclados e de difícil compactação em relação aos demais, devido a este último fator apresentam maiores volumes e ocupam maiores espaços.

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 36,67 % - 39,64 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 75,62 % - 1,32 m³ do volume total gerado.

Analisando apenas a geração de resíduos gerados pelas atividades desenvolvidas em terra (área portuária – Figura 45) percebe-se que houve grande diminuição na massa total gerada, assim como no volume gerado. Tal divisão foi feita com o intuito de mostrar que a grande problemática dentro do Porto de Belém se refere aos resíduos gerados em embarcações fluviais. Verificou-se que a administração do Porto consegue gerenciar de forma mais fácil apenas os resíduos gerados em terra (no entanto, ainda existem pontos a serem corrigidos).

Figura 44 - Composição gravimétrica média diária, em relação a massa, dos resíduos sólidos gerados em atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém, por período.

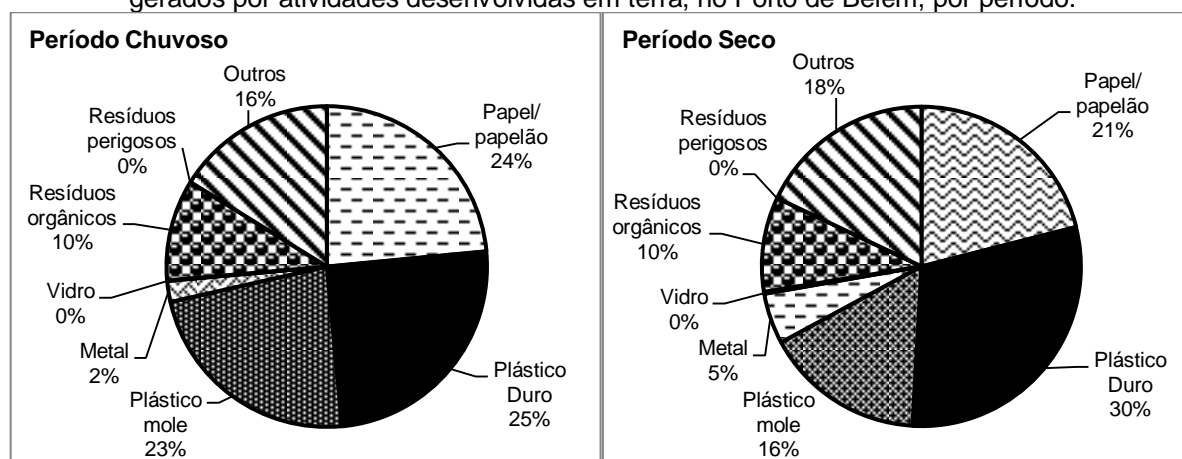


Fonte: Autor (2014)

Ao se analisar a composição gravimétrica, em relação a massa, dos resíduos gerados por atividades realizadas em terra (Figura 45), no Porto de Belém, para os dois períodos o componente mais representativo foi o Resíduos Orgânicos (46 % no Período Chuvoso e 34 % no Período Seco). As maiores variações, de geração, observadas entre os períodos foram para os componentes Resíduos Orgânicos, que variou em percentual em massa de 46 % para 34% e o componente Outros, que variou de 16% para 27 %, do Período Chuvoso para o Seco.

Para a composição gravimétrica média diária, em relação ao volume, percebeu-se que os maiores volumes gerados foram para o Período Seco. Na Figura 46, percebe-se melhor as diferenças entre a composição gravimétrica dos resíduos, do Período Chuvoso para o Seco, no Porto de Belém.

Figura 45 - Composição gravimétrica média diária, em relação ao volume, dos resíduos sólidos gerados por atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém, por período.



Fonte: Autor (2014)

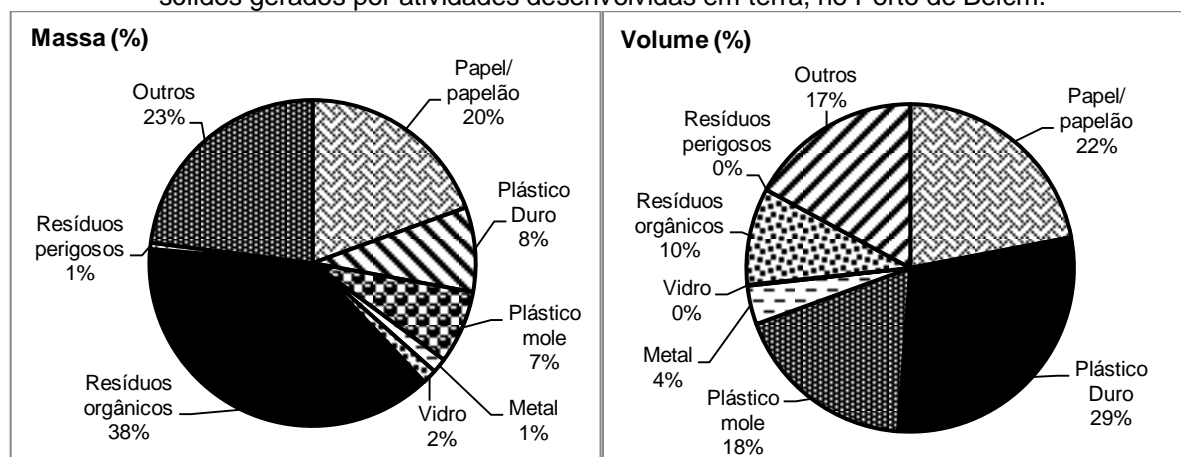
Conforme a Figura 46, o componente que apresentou maior participação no volume, nos dois períodos, foi o Plástico Duro, com participação de 25% e 30 %, respectivamente para os Períodos Chuvoso e Seco. Vale ressaltar também a participação do Papel/papelão (24 % e 21 %, respectivamente para os Períodos Chuvoso e Seco), visto que na área portuária a atividade que se destaca é a administrativa. O componente que apresentou maior variação foi o Plástico Mole (23% no Período Chuvoso e 16% no Período Seco), representados, principalmente, por sacolas plásticas.

A participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/ mole, metal e vidro) representa, do total gerado, no Período Chuvoso, 36,69 % - 12,24 kg e no Período Seco um percentual de 38,84 % - 12,57 kg; já para a análise em participação no volume (%), o Período Chuvoso apresentou 73,63 % - 0,44 m³ e o Período Seco apresentou 72,44 % - 0,53 m³ do volume total gerado.

Em relação aos valores médios diários totais de massa (35,44 kg e 35 kg) e volume gerados (0,6 m³ e 0,74 m³), respectivamente para o Período Chuvoso e Seco, percebe-se que não existem tantas diferenças de um período para o outro. Porém quando se analisa a geração diária total média (incluindo os resíduos de embarcações) com a geração apenas dos resíduos gerados em terra percebe-se que estes últimos representam 25,72 % e 26,63 % dos resíduos gerados, no Porto de Belém, para os Períodos Chuvoso e Seco, respectivamente. E para volume total médio diário demonstrou que representam 46,88 % e 35,58 % do volume gerado, no Porto de Belém, para os Períodos Chuvoso e Seco, respectivamente.

Na Figura 47, estão apresentados os resultados de composição gravimétrica média dos resíduos gerados por atividades realizadas em terra, no Porto de Belém, em relação à massa e volume.

Figura 46 - Composição gravimétrica média diária, em relação à massa e volume, dos resíduos sólidos gerados por atividades desenvolvidas em terra, no Porto de Belém.



Fonte: Autor (2014)

Conforme Figura 47, os componentes Resíduos Orgânicos foram os que apresentaram maior participação na massa (%), com percentual de 38 %. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada a presença de duas copas dentro do porto (trata e preparo de alimentos) e de árvores.

O componente Outros foi o segundo mais gerado, representando 23 % do total, este componente é representado, principalmente, por resíduos de banheiro e EPI's.

Em relação a participação no volume (Figura 45) o componente que apresentou maior participação média diária no volume gerado foi o Plástico Duro, representando 29% do total gerado, seguido dos componentes Papel/papelão (22 %) e Plástico mole (18 %). No trabalho de Yepes (2002), no Porto de Cartagena, localizado na Colômbia, a participação em volume dos diferentes componentes de resíduos gerados, por atividades desenvolvidas em terra, foi de: 23,5 % (Outros – madeira, cinzas de incineração, borracha, couro), 22 % (Papel/papelão), 21% (Plásticos), 18 % (restos de alimentos), 8 % (Metais) e 7 % vidro. Esses dados foram obtidos através de fonte secundária, dados presentes em documentos portuários.

Quando se analisa a participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 38 % - 12,4 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 73,63 % - 0,5 m³ do volume total gerado.

Para os valores totais médios diários gerados em massa e volume (resíduos gerados em terra), o Porto de Belém apresentou geração de 35,22 kg e

que equivale a um volume gerado de 0,67 m³. A geração média mensal de resíduos, considerando que o mês tem 30 dias, seria de 1.057 kg/mês ou 1,06 toneladas de resíduos gerados por atividades desenvolvidas em terra.

Quando se analisa a geração diária total média, incluindo os resíduos de embarcações, com a geração apenas dos resíduos gerados em terra estes últimos representam apenas 29,71 % e 39,88 %, da massa média diária total e do volume médio diário total dos resíduos gerados no Porto de Belém, respectivamente.

Terminal Petroquímico de Miramar

Para o Terminal Petroquímico de Miramar, a análise dos dados não levou em consideração a sazonalidade, devido não ter sido possível coletar todas as amostras, mas quando necessário citou-se a influência do período chuvoso ou seco nas características dos resíduos, baseado no que foi observado em campo.

Na Tabela 23, está apresentada a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Setor 1, caracterizado por atividades administrativas e operacionais, do Terminal Petroquímico de Miramar.

Tabela 23 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³) do Setor 1 – Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa (kg)	Part. Massa (%)	Volume (m ³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	2,98	16,53	0,067	17,79
Plástico Duro	1,61	8,91	0,157	41,63
Plástico mole	1,23	6,81	0,055	14,64
Metal	0,23	1,28	0,01	2,74
Vidro	0,14	0,77	0,005	1,20
Resíduos orgânicos	7,51	41,63	0,03	7,99
Resíduos perigosos	0,49	2,74	0,002	0,62
Outros	3,84	21,32	0,05	13,39
Total	18,03	100,00	0,38	100,00

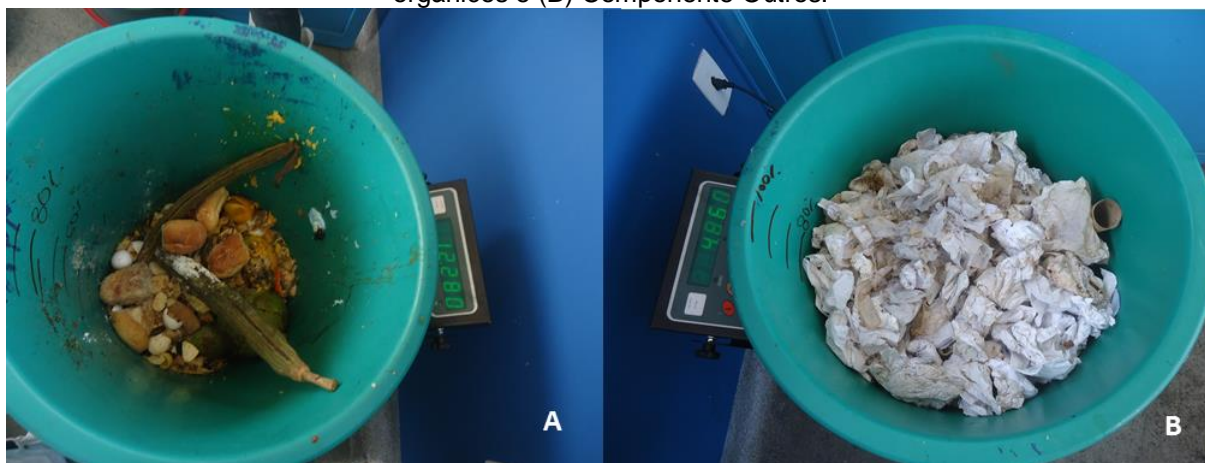
Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 23, o componente que apresentou maior participação na massa (%) foram os Resíduos Orgânicos – Figura 48A com percentual de 41,63 % - 7,51 kg. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada a existência de árvores, logo há a geração de folhas e frutos como resíduos, além da influência da geração de restos de alimentos, gerados pelos

funcionários do Terminal, visto que há a realização de atividades de trato e preparo de alimentos (copa do terminal).

O componente Outros – Figura 48B foi o que apresentou a segunda maior geração, em massa, representando 21,32 % - 3,84 kg do total gerado (geração, principalmente, de resíduos de banheiro). Cabe ressaltar a geração de resíduos perigosos, que representou 2,74 % - 0,49 kg da geração total, representados por luvas, panos e recipientes contaminados com óleo, sendo esses resíduos destinados ao “Aterro do Aurá”.

Figura 47 - Resíduos gerados no Setor 1 do Terminal Petroquímico de Miramar. (A) Resíduos orgânicos e (B) Componente Outros.



Quando se analisa a participação no volume total gerado, o componente Plástico Duro foi o que apresentou maior percentual gerado (41,63 % - 0,16 m³), seguido do componente Papel/papelão (17,79 % - 0,07 m³) e Plástico macio (14,64 % - 0,06 m³). A participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos – duro e mole, metal e vidro) foi de 34,3 % - 6,19 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 78 % - 0,29 m³ do volume total gerado.

Em relação ao Setor 2, representado pelos Píeres 1 e 2, a composição gravimétrica dos resíduos gerados está apresentada na Tabela 24.

Tabela 24 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m³) do Setor 2– Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa (kg)	Part. Massa (%)	Volume (m³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	0,41	3,81	0,010	7,97
Plástico Duro	0,75	6,97	0,055	46,40
Plástico mole	0,24	2,20	0,013	11,06
Metal	0,06	0,56	0,002	1,61
Vidro	0,00	0,00	0,000	0,00
Resíduos orgânicos	0,69	6,47	0,004	3,08
Resíduos perigosos	8,24	77,05	0,029	25,09
Outros	0,32	2,94	0,005	4,78
Total	10,70	100,00	0,12	100,00

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 24, os Resíduos Perigosos foram os que apresentaram maior percentual gerado em relação a massa (77,05 % - 8,24 kg), isso devido ao tipo de atividade que se realiza nos Píeres 1 e 2, movimentação de granel líquido. Há a geração principalmente de mantas, panos contaminados com óleo, querosene (gerados devido a atividade de manutenção de equipamentos) e também foi verificada a geração de latas de tintas no Píer 1. Cabe ressaltar que houve influência das chuvas nas amostras de resíduos e esta foi constatada, principalmente, nos componentes Resíduos Perigosos, devido as mantas absorverem com maior facilidade a água da chuva, elevando assim a massa final da amostra.

De acordo com a Tabela 24, o segundo componente mais gerado foi o Plástico Duro que representou 6,97 % - 0,75 kg do total gerado, este é representado principalmente por copos descartáveis, que são utilizados pelos funcionários do Terminal de Miramar.

Em relação a participação no volume total gerado, o componente que apresentou maior percentual foi o Plástico Duro (46,40 % - 0,055 m³), seguido do componente Resíduos Perigosos (25,09 % - 0,029 m³).

A participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plástico duro e mole, metal e vidro) foi de 13,53 % - 1,45 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 67,04 % - 0,08 m³ do volume total gerado.

A grande problemática relacionada aos resíduos sólidos (Figura 49), para o Setor 2, é a quantidade de resíduos perigosos gerada (CLASSE B, ANVISA – 2008), e visto que foi observado em campo que esses resíduos são destinados ao “Aterro do Aurá” sem passar por nenhum processo de tratamento prévio.

Figura 48 - Resíduos perigosos: panos, recipientes, mantas contaminadas com óleo e latas de tinta, gerados no Setor 2 do Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Autor (2014)

Dentre os resíduos perigosos há maior geração de panos, mantas contaminados com óleo, querosene, gerados, principalmente devido às atividades de manutenção de equipamentos.

O Setor 3 é representado pela Guarita do Terminal, que está localizada fora da área primária, no entanto, devido a existência de um contrato de cessão de uso, os resíduos gerados nesse setor são armazenados na Central de Resíduos do Terminal.

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Setor 3 está apresentada na Tabela 25.

Tabela 25 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m³) do Setor 3 – Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa (kg)	Part. Massa (%)	Volume (m ³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	0,08	3,44	0,002	2,72
Plástico Duro	0,44	19,67	0,028	39,48
Plástico mole	0,24	10,78	0,025	35,21
Metal	0,06	2,44	0,002	3,50
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00
Resíduos orgânicos	0,80	35,67	0,003	4,49
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,63	28,00	0,01	14,60
Total	2,25	100,00	0,071	100,00

Fonte: Autor (2014)

De acordo com a Tabela 25 os Resíduos Orgânicos foram os que apresentaram maior participação na massa de resíduos gerados, para o Setor 3, representando 35,67 % - 0,8 kg do total, estes eram compostos por restos de alimentos. O segundo componente mais gerado foram os Outros (28 % - 0,63 kg), representados, principalmente por resíduos de banheiro e papéis de uso pessoal.

Em relação a participação no volume total gerado, o componente que apresentou maior percentual foi o Plástico Duro (39,48 % - 0,03 m³), seguido do componente Plástico Mole (35,21 % - 0,025 m³).

A participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plástico duro e mole, metal e vidro) foi de 36,33 % - 0,82 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 80,91 % - 0,06 m³ do volume total gerado.

Já para o Setor 4 e último setor a composição gravimétrica dos resíduos está apresentada na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%), volume (m³) do Setor 4 – Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa (kg)	Part. Massa (%)	Volume (m ³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	2,85	28,58	0,09	46,72
Plástico Duro	0,93	9,28	0,04	21,63
Plástico mole	0,69	6,91	0,04	19,97
Metal	0,07	0,67	0,00	0,81
Vidro	0,03	0,30	0,00	0,00
Resíduos orgânicos	4,13	41,34	0,01	4,34
Resíduos perigosos	0,39	3,94	0,00	0,05
Outros	0,90	8,98	0,01	6,49
Total	9,98	100,00	0,18	100,00

Fonte: Autor (2014)

Conforme a Tabela 26, os Resíduos Orgânicos foram os que apresentaram maior participação na massa de resíduos gerados, para o Setor 4, representando 41,34 % - 4,13 kg do total, estes eram compostos por restos de alimentos, existência de uma copa (trato e preparo de alimentos). O segundo componente mais gerado foram Papel/papelão (28,58 % - 2,85 kg), representados, principalmente por papelão (caixas de papelão para embalagens diversas) e papel arquivo (desenvolvimento de atividades administrativas).

Em relação a participação no volume total gerado, o componente que apresentou maior percentual foi o Papel/papelão (46,72 % - 0,09 m³), seguido do componente Plástico Duro (35,21 % - 0,04 m³), representado por garrafas PET e copos descartáveis.

A participação na massa total (%) dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plástico duro e mole, metal e vidro) foi de 45,74 % - 4,57 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 89,12 % - 0,16 m³ do volume total gerado.

Posteriormente a análise da geração média de resíduos por setores, no Terminal Petroquímico de Miramar, fez-se a análise da geração média total diária, apresentando os resultados de forma geral, considerando todos os setores analisados. Na Tabela 27 estão apresentados os resultados de composição gravimétrica de resíduos, do Terminal Petroquímico de Miramar, em relação à massa e volume.

Tabela 27 - Valores médios de Massa Diária Total (kg), Composição Gravimétrica (%) e Volume Diário Total (m³) do Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa Diária Total (kg)	Part. na massa (%)	Volume Diário Total (m ³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	6,32	13,09	0,16	21,94
Plástico Duro	3,72	11,21	0,28	37,33
Plástico mole	2,40	6,67	0,13	17,37
Metal	0,41	1,24	0,02	2,15
Vidro	0,17	0,27	0,00	0,60
Resíduos orgânicos	13,13	31,28	0,04	6,00
Resíduos perigosos	9,13	20,93	0,03	4,16
Outros	5,69	15,31	0,08	10,44
Total	40,96	100,00	0,75	100,00

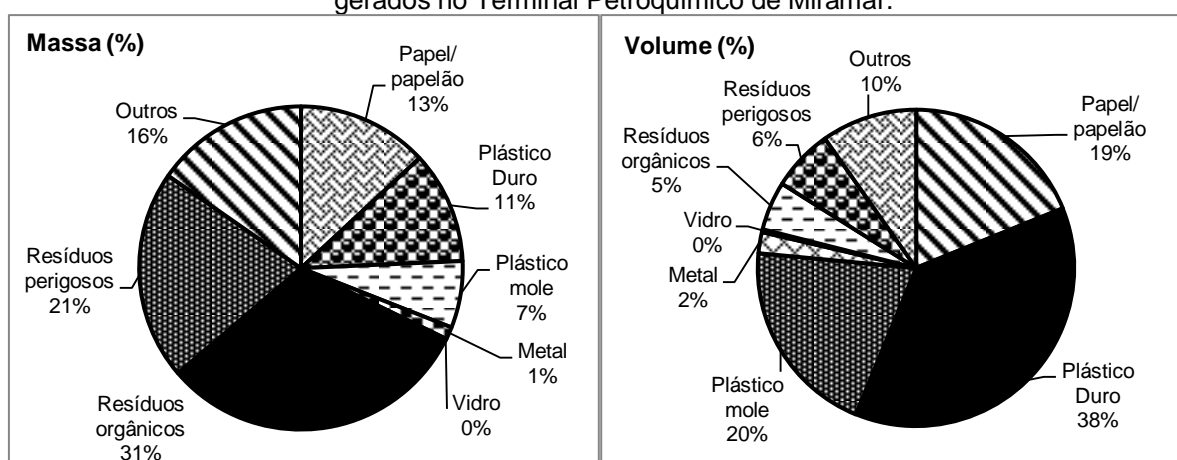
Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 27, para os valores totais diários gerados em massa e volume, o Terminal Petroquímico de Miramar apresentou geração média diária de

40,96 kg de resíduos, o que equivale a um volume gerado de 0,75 m³, considerando os resíduos gerados no Setor 3 e 4. A geração média mensal de resíduos, considerando que o mês tem 30 dias, seria de 1.229 kg/mês o que equivaleria a 1,23 toneladas por mês de resíduos gerados.

Na Figura 50, está apresentada a composição gravimétrica média diária, em relação a massa e volume, dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar, considerando todos os setores analisados.

Figura 49 - Composição gravimétrica média, em relação a massa e volume, dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Autor (2014)

Os componentes Resíduos Orgânicos foram os que apresentaram maior participação na massa (%), com percentual de 31 %. A alta representatividade desse componente na massa de resíduos está relacionada a presença de uma copa dentro do terminal (trata e preparo de alimentos).

Os componentes Resíduos Perigosos foram o segundo mais gerado, representando 21 % do total, este componente é representado, principalmente, por mantas e panos contaminados com óleo, querosene. Sendo a geração de resíduos perigosos uma das problemáticas em relação a temática resíduos sólidos no Terminal de Miramar, visto que estes são destinados ao “Aterro do Aurá” sem tratamento prévio.

De acordo com a Figura 50, o componente que apresentou maior participação média no volume gerado foi o Plástico Duro, representando 38 % do total gerado, seguido do componente Plástico Mole (20 %) e do componente Papel/papelão (19 %). A maior representatividade do componente Plástico Duro se dá devido os funcionários do Terminal ficarem muito expostos aos fatores climáticos

(principalmente em dias quentes), visto que as vias de acesso aos diferentes setores do terminal não são coberta e isso justifica a grande utilização de copos plásticos (consumo de água).

Quando se analisa a participação na massa total (%) e no volume total dos resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro) percebe-se que a somatória destes representa, do total gerado, 32,48 % - 13,02 kg; já para a análise em participação no volume (%) esses resíduos representam 78,95 % - 0,59 m³ do volume total gerado.

Analisando apenas a geração de resíduos dentro da área primária do Terminal (Setores 1 e 2, Tabela 28) percebeu-se que houve uma diminuição, aproximadamente de 30% e 20 % na geração de resíduos, em relação a massa e volume, respectivamente.

Tabela 28 - Valores médios de Massa (kg), composição gravimétrica (%) e volume (m³), resíduos gerados apenas dentro do Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Massa Diária Total (kg)	Part. na massa (%)	Volume Diário Total (m ³)	Part. Volume (%)
Papel/papelão	3,39	10,17	0,08	15,52
Plástico Duro	2,35	7,94	0,21	42,84
Plástico mole	1,46	4,51	0,07	13,84
Metal	0,29	0,92	0,01	2,46
Vidro	0,14	0,38	0,00	0,91
Resíduos orgânicos	8,20	24,05	0,03	6,84
Resíduos perigosos	8,73	39,89	0,03	6,29
Outros	4,16	12,13	0,06	11,30
Total	28,72	100,00	0,49	100,00

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 28, para os valores totais diários gerados em massa e volume (de resíduos gerados dentro do Terminal), o Terminal Petroquímico de Miramar apresentou geração média diária de 28,72 kg de resíduos, o que equivale a um volume gerado de 0,49 m³. A geração média mensal de resíduos, considerando que o mês tem 30 dias, seria de 862 kg/mês o que equivaleria a 0,862 toneladas por mês de resíduos gerados.

Quando se analisa a geração diária total média, incluindo os resíduos gerados nos Setores 3 e 4, com a geração apenas na área primária do Terminal, estes últimos representam 70,11 % e 65,33 %, da massa média diária total e do volume médio diário total gerados no Terminal Petroquímico de Miramar, respectivamente. Isso demonstra que as atividades desenvolvidas na área primária

do Terminal são responsáveis pelas maiores gerações de resíduos, em massa e volume.

A geração de resíduos perigosos encontrada por IPEA (2012), no Porto de São Francisco do Sul – Santa Catarina (incluindo resíduos de embarcações), foi de 3.720.550 kg no ano de 2010, sendo estimada a geração mensal de 310.045,8 kg; já para o Terminal de Miramar foi encontrada produção diária de 8,73 kg, o que equivale a geração mensal de 261,9 kg de resíduos perigosos, valor muito abaixo ao encontrado no Porto de São Francisco do Sul.

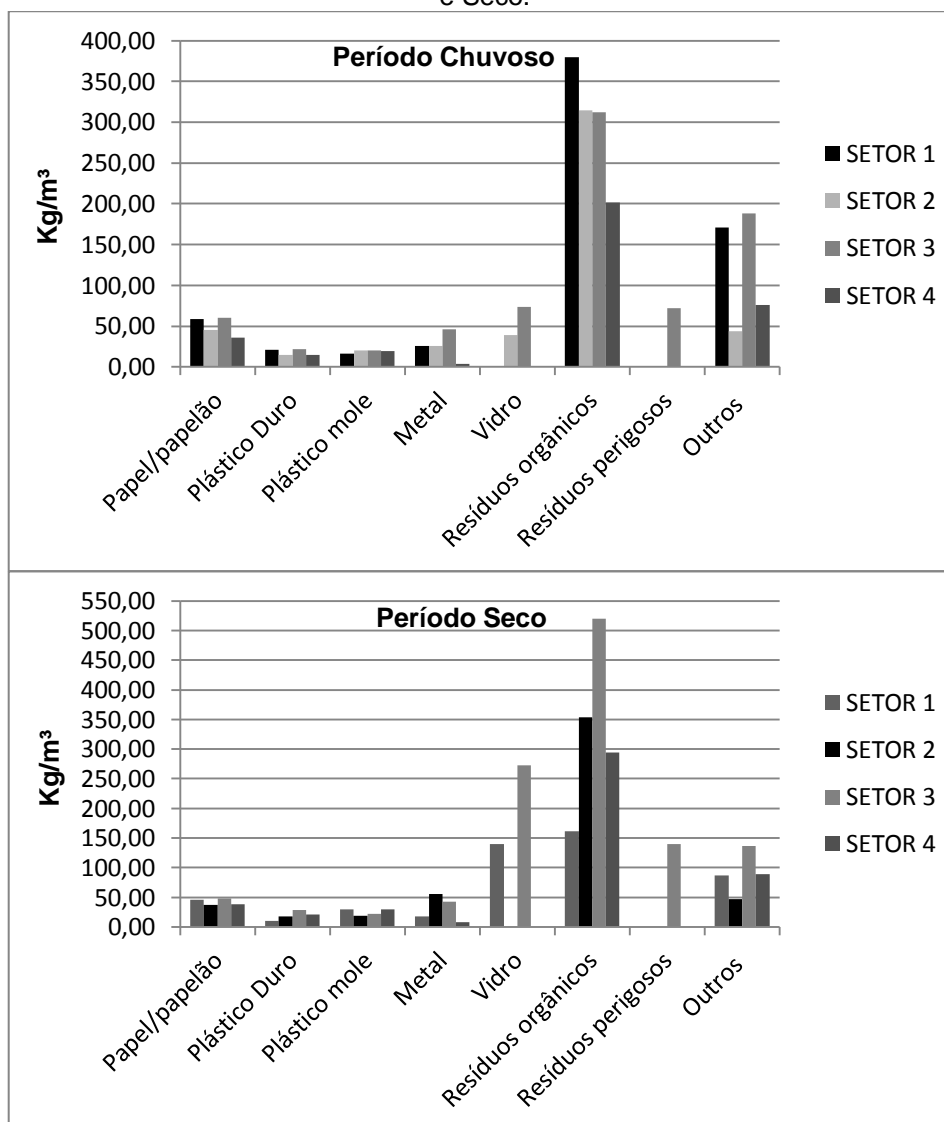
5.3.2 Peso específico aparente

Para a variável Peso Específico Aparente fez-se a análise dos resultados, por Período estudado (Chuvoso e Seco – apenas para o Porto de Belém), para cada setor, e em seguida a análise geral dos resultados, para cada área de estudo, sendo que para o Terminal de Miramar fez-se apenas esta última análise, devido não ter sido possível coletar todas as amostras.

Para o Porto de Belém os resultados da variável Peso Específico Aparente estão apresentados na Figura 29, sendo considerado para o Setor 3 o Cenário 4 (mais crítico). No Apêndice A encontram-se as tabelas com todos os dados, para cada setor.

Conforme Figura 51, no Porto de Belém, o componente que apresentou maior Peso Específico Aparente, para os dois períodos estudados foram os Resíduos Orgânicos, sendo que para o Período Chuvoso o maior valor encontrado foi para o Setor 1 (379,64 kg/m³) e, no Período Seco, o maior valor encontrado foi para o Setor 3 (520,22 kg/m³). A diferença existente entre os valores é devido ao tipo de resíduo orgânico gerado em cada setor. No Setor 1 esses resíduos são representados, principalmente, por folhas de árvores, galhos e em menor quantidade por restos de alimento; já para o Setor 3 a geração é principalmente de restos de alimentos (boa parte em grau médio de decomposição), sendo que estes apresentam menor volume em relação, por exemplo, a folhas, galhos, logo caberá uma quantidade maior em 1 m³.

Figura 50 - Valores médios de Peso Específico Aparente do Porto de Belém, nos Períodos Chuvoso e Seco.



Fonte: Autor (2014)

Os resíduos potenciais para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro) apresentaram, em sua maioria, os menores valores, dentre eles pode-se destacar os componentes Plástico Duro, Papel/papelão e metal, visto que estão entre os resíduos mais gerados em volume, assim como apresentam maior valor comercial no mercado.

Na Tabela 23 está apresentado o resultado total médio da variável Peso Específico Aparente (kg/m^3), para os Períodos Chuvoso e Seco.

Tabela 29 - Valores médios de Peso Específico Aparente (kg), períodos Chuvoso e Seco, Porto de Belém.

COMPONENTE	Peso Específico Aparente (Kg/m ³)	
	Período Chuvoso	Período Seco
Papel/papelão	49,92	41,95
Plástico Duro	18,12	19,49
Plástico mole	19,11	24,87
Metal	25,14	30,89
Vidro	28,02	103,16
Resíduos orgânicos	301,94	332,51
Resíduos perigosos	18,09	35,00
Outros	119,92	89,51
Total	58,35	54,84

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 29, os Resíduos orgânicos foram os que apresentaram os maiores valores, para os dois períodos analisados (301,94 e 332,51 kg/m³, respectivamente), sendo que o Período Seco apresentou o maior valor, devido ao tipo de resíduos orgânico gerado (restos de alimentos, principalmente).

Quando se analisam os resíduos com potencial para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro), o maior valor encontrado foi para o componente Papel/papelão (49,92 kg/m³), no Período Chuvoso e para o vidro (103,16 kg/m³), no Período Seco.

O Peso Específico Aparente Total dos resíduos no Período Chuvoso (58,35 kg/m³) apresentou maior valor do que no Período Seco (54,84 kg/m³), isso devido a maior umidade presente nos resíduos neste período, no entanto não houve grande variação de um período para o outro.

O Peso Específico Aparente Médio Total para os resíduos gerados no Porto de Belém foi de 56,60 kg/m³.

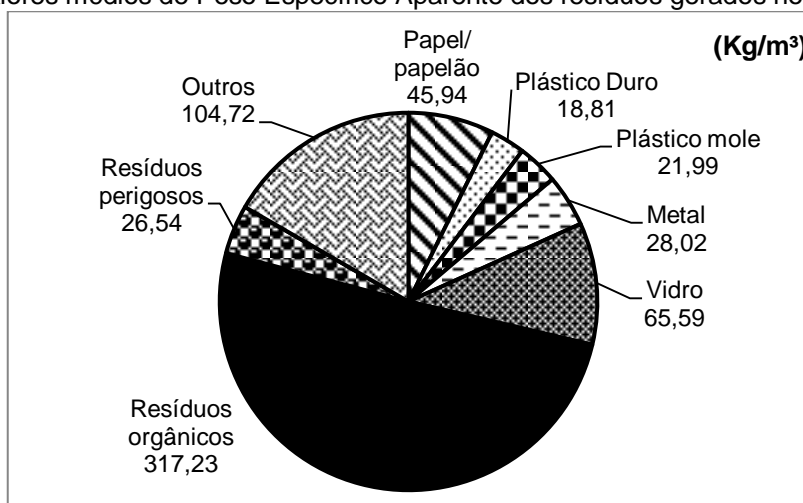
No trabalho de Rezende *et. al.* (2013), para o município de Jaú – São Paulo foi encontrado o Peso Específico médio de 136,2 kg/m³, valor acima do encontrado no presente trabalho, visto que os resíduos gerados no Porto de Belém apresentam em sua composição quantidade expressiva de componentes leves (metal, plástico duro etc), resíduos que, em sua maioria, apresentam baixo peso específico.

No trabalho de Bassani (2011), os resultados de Peso Específico Aparente dos resíduos de coleta seletiva, no município de Vitória, encontrados foram de 68,04 kg/m³ (resíduos de coleta seletiva incluindo os rejeitos) e 62,58 (apenas resíduos de coleta seletiva – potenciais para serem reciclados), sendo que para o

presente trabalho, no Porto de Belém, encontrou-se o resultado de $56,6 \text{ kg/m}^3$, resultado menor ao encontrado por Bassani (2011), podendo-se concluir que os resíduos gerados no Porto de Belém, em sua maioria, apresentam potencial para serem reciclados, principalmente no que se refere à presença dos componentes Papel/papelão, Plástico Duro e Metal.

Os resultados, por componente, para o Porto de Belém, estão apresentados na Figura 52.

Figura 51 - Valores médios de Peso Específico Aparente dos resíduos gerados no Porto de Belém.



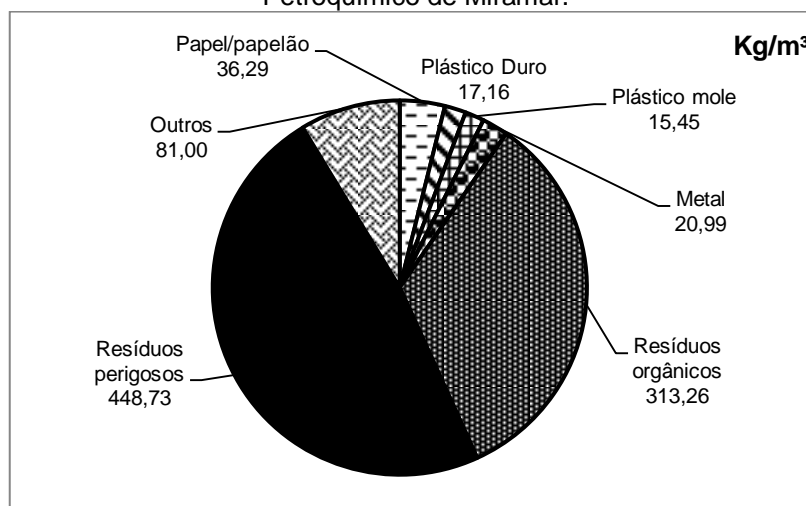
Fonte: Autor (2014)

De acordo com a Figura 52, os componentes que apresentaram os maiores valores, para a variável em questão, foram: Resíduos Orgânicos ($317,23 \text{ kg/m}^3$), seguido do componente Outros ($104,72 \text{ kg/m}^3$) e do vidro ($65,59 \text{ kg/m}^3$). Os menores valores encontrados foram para o Plástico Duro ($18,81 \text{ kg/m}^3$), Plástico Mole ($21,99 \text{ kg/m}^3$) e Resíduos Perigosos ($26,54 \text{ kg/m}^3$).

No trabalho de Laiginer (2002) foram encontrados valores de Peso Específico Aparente para os componentes Papéis ($49,03 \text{ kg/m}^3$); Plásticos ($17,32 \text{ kg/m}^3$); Metais ($79,69 \text{ kg/m}^3$) e Vidros (kg/m^3). Os valores encontrados por Laiginer (2002), para os componentes Papéis e Plásticos, apresentaram aproximação aos valores encontrados na presente pesquisa, para o Porto de Belém, que foram de $45,94 \text{ kg/m}^3$ (Papel/papelão) e $18,81/21,99 \text{ kg/m}^3$ (Plástico Duro e Mole, respectivamente).

O Peso Específico Aparente Médio Total para os resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar foi de 56,05 kg/m³. Na Figura 53 apresentam-se os resultados para cada componente.

Figura 52 - Valores médios de Peso Específico Aparente dos resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.



Fonte: Autor (2014)

Para o Terminal de Miramar o maior valor encontrado foi para os Resíduos Perigosos, compostos por mantas contaminadas por óleo, sendo que houve influência das chuvas, por isso o valor elevado (448,73 kg/m³), em seguida os Resíduos Orgânicos (313,26 kg/m³) e Outros (81 kg/m³).

Quando se analisam os resíduos com potencial para serem reciclados (papel/papelão, plásticos duro/mole, metal e vidro), o maior valor encontrado foi para o componente Papel/papelão (36,29 kg/m³) e o menor valor para o Plástico Mole (15,45 kg/m³). Segundo Oliveira *et al.* (2003) os componentes papel, plásticos, recipientes metálicos e não-metálicos são, na sua maioria, de baixo peso específico, de grande volume e de difícil compactação.

5.3.3 Umidade

A variável umidade só foi analisada para o Porto de Belém, devido não ter sido possível coletar todas as amostras de resíduos no Terminal Petroquímico de Miramar. Na Tabela 30 estão apresentados os resultados.

Tabela 30 - Média \pm Desvio-Padrão da Variável Umidade (%), por Setor e Período, Porto de Belém.

Variáveis	Categoria	Média \pm D. Padrão	p - valor
Período	Chuvoso	18,48 \pm 4,58	0,001
	Seco	11,79 \pm 4,51	
Setor	1	14,76 \pm 5,39	0,939
	2	15,69 \pm 7,45	
	3	16,08 \pm 6,33	
	4	14,13 \pm 3,69	
Período - Setor	Chuvoso-Setor 1	19,13 \pm 2,46	0,053
	Chuvoso-Setor 2	21,55 \pm 4,64	
	Chuvoso-Setor 3	17,69 \pm 6,36	
	Chuvoso-Setor 4	15,81 \pm 3,30	
	Seco - Setor 1	10,4 \pm 3,09	
	Seco - Setor 2	9,83 \pm 3,78	
	Seco - Setor 3	14,47 \pm 6,79	
	Seco - Setor 4	11,59 \pm 2,43	

Fonte: Autor (2014)

Na Tabela 30, podem-se observar diferenças significativas na variável Umidade, considerando os períodos Seco e Chuvoso ($p < 0,05$), ou seja, existem diferenças entre os períodos, sendo a maior média encontrada para o Período Chuvoso (18,48% de umidade).

Quando se consideraram os Setores, e também, os períodos e setores conjuntamente, não foram observadas diferenças significativas na variável Umidade ($p > 0,05$). As médias encontradas, quando se consideraram os períodos e setores conjuntamente, foram maiores, em todos os setores, no Período Chuvoso.

A Umidade Média Total encontrada para o Porto de Belém foi de 15,35 %. No trabalho de Soares (2011) foram encontrados valores de umidade, para resíduos gerados por diferentes classes sociais, são eles: 23 %; 33 %, 23 % e 57 %, para as classes A – média alta, C – baixa e crítica, B – média baixa e classe indefinida, respectivamente. Os valores de umidade encontrados para as classes A e B (23 %) ficaram relativamente próximos ao encontrado na presente pesquisa.

5.3.4 Per capita

A geração *per capita* dos resíduos sólidos gerados nos diferentes setores do Porto de Belém será apresentada primeiramente para os Setores 1, 2 e 4, estes representam a geração de resíduos em terra (atividades desenvolvidas na área

portuária), sendo que para o Setor 3, que representa a geração de resíduos de embarcações fluviais, os resultados serão apresentados posteriormente, para cada cenário de chegada destas ao cais do porto. Na Tabela 31 está apresentada a geração per capita de resíduos sólidos dos Setores 1, 2 e 4.

Tabela 31 - Geração per capita, Setores 1, 2 e 4, Porto de Belém.

Setor	Massa Média (kg)	Nº funcionários	Tempo (dia)	Per capita (kg/hab/dia)
Setor 1	19,15	65	1	0,3
Setor 2	11,72	93	1	0,13
Setor 4	4,35	35	1	0,13

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 31, o setor que apresentou maior geração *per capita* foi o Setor 1, tendo geração de 0,3 kg/hab/dia, esse valor apresentou-se mais alto que os demais, devido a influência da geração de resíduos provenientes de árvores (folhas, galhos etc – resíduos que não são gerados diretamente pelas atividades desenvolvidas pelos funcionários) localizadas nesse setor; já os Setores 2 e 4 apresentaram a mesma geração *per capita*, de 0,13 kg/hab/dia. A partir da média da geração per capita, dos Setores 1, 2 e 4, achou-se a média gerada em atividades realizadas em terra que foi de 0,18 kg/hab/dia.

Os resultados de Per capita, para o Setor 3, estão apresentados na Tabela 32, para cada cenário de chegada de embarcações fluviais ao Porto de Belém.

Tabela 32 - Geração Per Capta, Setor 3, Porto de Belém.

Cenário	Embarcação	Massa Total (Kg)	Nº passageiro	Duração da viagem (dia)	Per capita (kg/pass./dia)	Per capita média (kg/pass./dia)
CENÁRIO 1	2 MARAJÓ	28,49	1008,00	0,25	0,11	0,11
CENÁRIO 2	2 MARAJÓ	28,49	1008,00	0,25	0,11	0,20
	1 MANAUS 1 MACAPÁ	92,01 36,42	285,50 116,50	2,00 1,00	0,16 0,31	
CENÁRIO 3	2 MARAJÓ	28,49	1008,00	0,25	0,11	0,21
	1 MACAPÁ	36,42	116,50	1,00	0,31	
CENÁRIO 4	1 MARAJÓ	14,24	504,00	0,13	0,23	0,31
	1 MANAUS	92,01	116,50	2,00	0,39	
CENÁRIO 5	1 MARAJÓ	14,24	504,00	0,25	0,11	0,22
	2 MANAUS	92,01	285,50	2,00	0,32	

Fonte: Autor (2014)

Os diferentes Cenários de chegada de embarcações fluviais no cais do Porto de Belém apresentaram diferentes *per captas*, devido as variações que ocorrem na geração de resíduos (influência da duração das viagens e número de passageiros). Conforme Tabela 32 o cenário que apresentou maior geração *per capita* foi o Cenário 4 (0,31 kg/pass./dia) e a menor geração foi representada pelo Cenário 1 (0,11 kg/pass./dia). A partir da média da geração *per capita*, de todos os cenários, achou-se a média gerada em embarcações, de 0,23 kg/pass./dia.

O *per capita* médio total encontrado para o Porto de Belém, incluindo a geração de resíduos em terra e em embarcações, foi de 0,21 kg/pessoa/dia.

Comparando o resultado de *per capita* encontrado na presente pesquisa, para o Porto de Belém (0,21 kg/pessoa/dia), a geração de resíduos por passageiros apresentada por Pitt & Smith (2003) em aeroportos da Grã- Bretanha, em 2001, e que foram de 0,21; 0,23; 0,26; 0,30; 0,35; 0,41 e 0,50 kg/passageiro, respectivamente, para os aeroportos de Endinburg, Souththampton, Aberdeen, Stansted, Glasgow, Heathrow e Gatiwick, observou-se que para o aeroporto e Endinburg o valor foi igual ao encontrado no Porto de Belém.

Para o Terminal de Petroquímico de Miramar o *per capita* encontrado, para os diferentes setores, está apresentado na Tabela 33.

Tabela 33 - Geração Per Capta, por setores, Terminal Petroquímico de Miramar.

Setor	Massa média de resíduos gerada (KG)	Nº funcionários	Tempo (dia)	Per capita (kg/func./dia)
SETOR 1	18,03	40	1	0,45
SETOR 2	10,70	8	1	1,34
SETOR 3	2,25	4	1	0,56
SETOR 4	9,98	70	1	0,14

Fonte: Autor (2014)

De acordo com a Tabela 33, o maior valor de *per capita* encontrado está relacionado ao Setor 2 (1,34 kg/func./dia), havendo grande influência das chuvas, principalmente em relação aos resíduos perigosos gerados nesse setor (absorção de água das chuvas pelas mantas contaminadas com óleo).

O *per capita* médio total encontrado para o Terminal de Miramar, incluindo apenas os setores localizados na área primária, foi de 0,89 kg/pessoa/dia; já quando se inclui todos os setores analisados o *per capita* encontrado foi de 0,62

kg/pessoa/dia, este último valor encontra-se próximo ao encontrado por Pitt & Smith (2003), no aeroporto de Gatwick, que foi de 0,50 kg/passageiro.

5.4 IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE

Com base nas informações obtidas sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, fez-se a classificação dos resíduos, mostrando o percentual das diferentes classes encontradas. A classificação dos resíduos levou em consideração a NBR 10.004 (ABNT, 2004), RDC nº 56 (ANVISA, 2008) e a Resolução nº 5 (CONAMA, 1993).

Para o Porto de Belém as classes de resíduos sólidos encontradas estão apresentadas na Tabela 34.

Tabela 34 - Classificação dos resíduos sólidos gerados no Porto de Belém.

Setor	Porcentagem de resíduo gerado - massa (%)	NBR 10.004 (ABNT, 2004)	RDC 56 (ANVISA, 2008)	CONAMA Nº 5 (CONAMA, 1993)
1	99,7	Classe II	Classe D	Classe D
	0,3	Classe I	Classe B	Classe B
2	99,42	Classe II	Classe D	Classe D
	0,58	Classe I	Classe B	Classe B
Cenário 1	100	Classe II	Classe D	Classe D
	0	Classe I	Classe B	Classe B
Cenário 2	98,74	Classe II	Classe D	Classe D
	1,36	Classe I	Classe B	Classe B
3 Cenário 3	99,65	Classe II	Classe D	Classe D
	0,5	Classe I	Classe B	Classe B
Cenário 4	97,99	Classe II	Classe D	Classe D
	2,11	Classe I	Classe B	Classe B
Cenário 5	97,59	Classe II	Classe D	Classe D
	2,47	Classe I	Classe B	Classe B
4	99,04	Classe II	Classe D	Classe D
	0,96	Classe I	Classe B	Classe B

Fonte: Autor (2014)

De acordo com a Tabela 34, percebe-se que a maioria dos resíduos gerados no Porto de Belém são classificados como não perigosos, Classe II (ABNT, 2004) e Classe D (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993). A classificação estabelecida pela ANVISA (2008) e CONAMA (1993) são similares, estas são resoluções aplicadas especificamente no ambiente portuário.

Em relação aos resíduos gerados em terra (representados pelos setores 1, 2 e 4) a geração de resíduos perigosos variou de 0,3 a 0,96 %, sendo que o Setor 4 foi o que apresentou maior geração desta classe de resíduos (0,96 %), representada, principalmente, por pilhas e ratos.

Para todos os setores analisados, a geração de resíduos não perigosos apresentou porcentagens superiores a 95 %, sendo que, para o Cenário 1 (2 embarcações provenientes da Ilha do Marajó) de chegada de embarcações no cais do Porto de Belém, 100 % dos resíduos sólidos gerados foram classificados como não perigosos, ou seja, Classe II (ABNT, 2004) e Classe D (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

A maior porcentagem de geração de resíduos perigosos foi observada no Cenário 5 – 2,47 % (resíduos de embarcações), este representa a chegada de 2 embarcações da Ilha de Marajó, 1 do município de Macapá e 1 do município Manaus.

Considerando a média total (média de todos os setores, sendo que para o setor 3 foi considerado o Cenário 4 – mais crítico) de resíduos gerados das diferentes classes, 99 % dos resíduos no Porto de Belém são classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – comuns (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 1 % como Classe I (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

Quando se considera apenas a geração de resíduos gerados em atividades realizadas em terra (Setores 1, 2 e 4), 99,4 % dos resíduos são classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – resíduos comuns (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 0,6 % como Classe I - Perigosos (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

Para o Terminal Petroquímico de Miramar as classes de resíduos sólidos encontradas estão apresentadas na Tabela 35.

Tabela 35 - Classificação dos resíduos sólidos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar.

Setor	Porcentagem de resíduo gerado – massa (%)	NBR 10.004 (ABNT, 2004)	RDC 56 (ANVISA, 2008)	CONAMA Nº 5 (CONAMA, 1993)
1	97,3	Classe II	CLASSE D	CLASSE D
	2,7	Classe I	CLASSE B	CLASSE B
2	22,95	Classe II	CLASSE D	CLASSE D
	77,05	Classe I	CLASSE B	CLASSE B
3	100	Classe II	CLASSE D	CLASSE D
	0	Classe I	CLASSE B	CLASSE B
4	96,06	Classe II	CLASSE D	CLASSE D
	3,94	Classe I	CLASSE B	CLASSE B

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 35, o Setor 2 – Píeres 1 e 2 do Terminal foi o que apresentou maior percentual de geração de resíduos perigosos (77,05 %), classificados como Classe I – Perigosos (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993). Para o Setor 2, os resíduos perigosos foram representados, principalmente, por mantas contaminadas com óleo, isso deve-se ao tipo de atividade realizada nesse setor, movimentação de granel líquido.

Vale ressaltar que os resíduos perigosos (mantas contaminadas com óleo, latas de tinta, recipientes contaminados com óleo) são dispostos no Lixão do Aurá, sem tratamento prévio.

Para os demais setores (1, 3 e 4) a geração de resíduos perigosos variou de 0 % a 3,94 %, sendo este último valor representado pelo Setor 4 – Corpo de Bombeiros. Para o Setor 3 – Guarita do Terminal não foi constatada a geração de resíduos perigosos, 100 % dos resíduos gerados foram classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – comuns (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

Considerando a média total (média de todos os setores) de resíduos gerados das diferentes classes, 79,1 % dos resíduos do Terminal Petroquímico de Miramar são classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – comuns (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 20,9 % como Classe I (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

Quando se considera apenas a geração de resíduos dos setores localizados na área primária do Terminal (Setores 1 e 2), 60,1 % dos resíduos são classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – resíduos

comuns (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 29,9% como Classe I - Perigosos (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993).

Para fins de gerenciamento as resoluções do CONAMA nº5 (BRASIL, 1993) e RDC nº 56 (ANVISA, 2008) são melhor aplicáveis, já que facilitam o entendimento da questão por parte dos gestores, por apresentarem-se melhor estruturadas e com classes mais subdivididas, facilitando o enquadramento dos diferentes tipos de resíduos, além de que nem sempre as pessoas que trabalham com a temática, dentro dos portos, possuem capacitação técnica para tal, logo a aplicação dessas duas normas facilitaria bastante o entendimento da temática.

No entanto, como a ANVISA é a agência que regulamenta as boas práticas no gerenciamento de resíduos em portos pode-se dar preferência a esta norma, já que sua resolução apresenta-se mais completa, não só estabelecendo a classificação dos resíduos, mas também as boas práticas que devem ser seguidas para cada classe de resíduo gerado no ambiente portuário.

5.5 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS DO PORTO DE BELÉM E TERMINAL DE MIRAMAR

Neste tópico é analisado o dimensionamento das instalações caracterizadas como último ponto de destino dos resíduos dentro das áreas de estudo em questão, logo são analisados os pontos de coleta externa, assim como a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos, somente para o Setor 1 (Porto de Belém) essa análise foi distinta, devido neste, não ter sido implantado o sistema de coleta seletiva, e a logística do gerenciamento de resíduos ser diferente dos demais setores. Essa análise é feita com base nos dados de geração total de resíduos do Porto de Belém e do Terminal Petroquímico de Miramar (por setor e área de estudo).

Para o Porto de Belém, e em relação ao Setor 1 – OGMO, a capacidade de armazenamento máxima, considerando todos os recipientes de armazenamento de resíduos, é de 1,38 m³. Nesse setor a geração média diária de resíduos é de 19,15 kg o que equivale à geração em volume médio diário de 0,3 m³ e o Peso Específico Aparente Médio dos resíduos é de 66 kg/m³, conclui-se que o

dimensionamento do número de recipientes de armazenamento atende a geração diária, e para que o sistema chegasse a capacidade atual ($1,38 \text{ m}^3$) deveria ser gerada uma quantidade de 91,08 kg de resíduos (equivale a geração de resíduos durante cinco dias), visto que 1 m^3 comporta uma quantidade de 66 kg de resíduos.

O Setor 1 do Porto de Belém não é contemplado pelo PGRS do Porto, logo não há sistema de coleta seletiva implantado e a coleta externa dos resíduos é realizada pelo veículo coletor da Prefeitura de Belém, os resíduos são depositados, previamente acondicionados em sacolas, sob o chão, próximo ao portão de entrada do OGMO, de onde é feita a coleta externa dos mesmos. De acordo com a seção V, art. 51, parágrafo 4º da RDC nº 56 (ANVISA, 2008), após o lacre dos sacos acondicionadores, os mesmos deverão ser dispostos em recipientes de acondicionamento.

O volume dos recipientes de acondicionamento, necessário para dimensionar o ponto de coleta externo de resíduos do Setor 1, seria de $0,48 \text{ m}^3$, ou seja, dois recipientes de $0,24 \text{ m}^3$, visto que a geração diária de resíduos, em volume, é de $0,3 \text{ m}^3$. A reserva técnica de capacidade de $0,18 \text{ m}^3$ é para suprir um possível aumento na geração de resíduos.

Para o Setor 2, que possui geração diária de 11,72 kg ($0,26 \text{ m}^3$) e Peso Específico Médio Aparente dos resíduos de $46,33 \text{ kg/m}^3$, a capacidade de armazenamento máxima, considerando todos os recipientes de armazenamento de resíduos (localizados na área externa) é de $4,44 \text{ m}^3$. Com os dados apresentados percebe-se que o número de recipientes de armazenamento supre a demanda da geração diária de resíduos.

Ao considerar-se apenas o ponto de coleta externa de resíduos (todos os resíduos gerados no Setor 2 são destinados a esse ponto), com capacidade total de armazenamento de $1,56 \text{ m}^3$, percebe-se que existe reserva técnica de capacidade de armazenamento de $1,3 \text{ m}^3$, visto que a geração diária em volume é de $0,26 \text{ m}^3$, logo este ponto está dimensionado 6 vezes acima do atendimento a geração atual de resíduos e mesmo que, em alguns dias, a coleta externa de resíduos não seja realizada, ter-se-ia uma margem de 6 dias para que o sistema chegasse a seu limite, nesse setor, porém não é aconselhável tal situação.

No Setor 3, caracterizado pelo terminal de passageiros, será analisado o dimensionamento para o Cenário mais crítico (Cenário 4 – chegada de uma

embarcação da Ilha do Marajó e 2 da cidade de Manaus), uma vez que o sistema de coleta e armazenamento de resíduos deve atender a situação mais desfavorável.

A capacidade de armazenamento máxima do Setor 3, considerando todos os recipientes de armazenamento de resíduos, é de 3,36 m³. Nesse setor a geração média diária de resíduos é de 198,26 kg o que equivale a geração em volume médio diário de 3,53 m³ e o Peso Específico Aparente Médio dos resíduos é de 56,2 kg/m³. Percebe-se que o dimensionamento do número de recipientes de armazenamento não atende a geração diária de resíduos para a situação mais crítica (Figura 54).

Figura 53 - Resíduos sólidos de embarcações fora dos recipientes de armazenamento, devido a capacidade de armazenamento não atender a geração diária.



Fonte: Autor (2014)

No Setor 3, para que a capacidade total atendesse a geração diária de resíduos, dever-se-ia inserir dois recipientes de armazenamento de resíduos, cada um com 0,24 m³, assim deixando reserva técnica de capacidade para suprir um possível aumento na geração de resíduos, visto que existe muita variação na geração de resíduos em embarcações, devido aos diferentes portes de embarcações que aportam no Porto de Belém, as diferentes localidades de viagens (dias de viagem), ao número de passageiros etc.

Para o Setor 4, a capacidade de armazenamento máxima é de 1,32 m³. Nesse setor a geração média diária de resíduos é de 4,35 kg o que equivale a geração em volume médio diário de 0,11 m³ e Peso Específico Aparente Médio de 42,81 kg/m³. Conclui-se que o dimensionamento do número de recipientes de

armazenamento atende a geração diária, e para que o sistema chegasse a capacidade atual ($1,32 \text{ m}^3$) ter-se-ia a margem de 11 dias de geração de resíduos.

Posteriormente a análise por setores, é analisado o dimensionamento da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém, levando em consideração que todos os resíduos gerados seriam destinados a mesma e que o sistema de coleta seletiva funcionasse eficazmente.

A Central de Resíduos do Porto de Belém possui 8 baias de armazenamento temporário de resíduos, sendo que 7 destas comportam um volume de $2,66 \text{ m}^3$ e uma comporta o volume de 8 m^3 (que corresponde a 3 baias com dimensões apresentadas na Figura 55).

Figura 54 – Dimensão das Baias da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém.



Fonte: Autor (2013)

Levando em consideração o Peso Específico Médio Aparente dos diferentes componentes gerados no Porto de Belém, pode-se estimar quantos dias são necessários para que a geração de resíduos alcance a capacidade total de cada baia e para cada componente. Na Tabela 36, apresentam-se essas informações.

Tabela 36 - Capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia, Porto de Belém.

COMPONENTE	Peso Específico Aparente (Kg/m ³)	Geração média diária (kg)	Volume médio diário (m ³)	Capacidade de cada baia (m ³)	Geração - capacidade Total da baia (kg)	Quantidade, em dias, de geração de resíduos para atender a capacidade total de cada baia
Papel/papelão	45,94	10,7	0,22	2,66	122,20	11
Plástico Duro	18,81	10,63	0,49		50,03	5
Plástico mole	21,99	8,27	0,36		58,49	7
Metal	28,02	6,9	0,23		74,53	11
Vidro	-	-	-		-	-
Resíduos orgânicos	317,23	52,31	0,13		843,83	16
Resíduos perigosos	-	-	-		-	-
Outros	104,72	24,36	0,22		278,56	11

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 36, a capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia é de 2,66 m³, sendo que em 1 m³, por exemplo, para o componente papel/papelão, cabe uma quantidade de resíduos de 45,94 Kg, logo para se alcançar a capacidade total de uma baia será necessário que se gerem aproximadamente 122 Kg desse componente e que corresponde a geração em 11 dias.

Na Figura 56, observam-se as condições da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém, onde a quantidade de resíduos armazenada é superior a capacidade de armazenamento da Central (os resíduos chegam a ficar mais de 12 meses armazenados na central). O ideal seria se fossem estruturadas baias maiores em altura (1,60 m) e com separação física interna entre as áreas destinadas aos diferentes componentes.

Figura 55 - Condições da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém.

Fonte: Autor (2014)

Como observado na Figura 56 o armazenamento temporário não é adequado às normas NBR 12.235/1992, NBR 11174/1990 e a resolução RDC 56/2008. Os resíduos acumulados ultrapassam as baias de separação que são abertas, não são sinalizadas e não há lavagem frequente da central de resíduos.

Atualmente, no Porto de Belém, apenas parte dos resíduos são segregados, sendo que a parte não segregada é triada pelos funcionários responsáveis pela coleta interna dos resíduos. Os componentes armazenados na Central de Resíduos são Papel/papelão, plástico e metal, sendo que dos resíduos de embarcação apenas são recolhidos pelos funcionários o componente papelão.

Em um ano são segregados aproximadamente 840 kg de papel/papelão (destinados a reciclagem), se for considerada que a geração diária deste componente corresponde a 10,70 kg, em um ano a geração média é de 3.905,5 Kg, ou seja, a porcentagem desse componente que vai para reciclagem não chega a 25 % do total gerado.

Para a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Porto de Belém, o ideal seria que fossem estruturadas baias maiores em altura (1,60 m) e com separação física interna entre as áreas destinadas aos diferentes componentes, visto que a capacidade de armazenamento aumentaria e a viabilidade para a destinação a cooperativa (maior quantidade e volume de resíduos doados em tempo maior de armazenamento)

Para o Terminal Petroquímico de Miramar, e em relação ao Setor 1 – Área Administrativa, a capacidade de armazenamento máxima, considerando todos os recipientes de armazenamento de resíduos (área externa) é de 2,28 m³ (equivale a geração de resíduos durante seis dias). Nesse setor a geração média diária de resíduos é de 18,03 kg o que equivale à geração em volume médio diário de 0,38 m³ e Peso Específico Aparente Médio dos resíduos de 48,97 kg/m³, conclui-se que o dimensionamento do número de recipientes de armazenamento atende a geração diária.

O Setor 2 – Píers 1 e 2 apresenta capacidade de armazenamento máxima de 1,56 m³ (0,84 m³ para o Píer 1 e 0,72 m³ para o Píer 2), levando em consideração que a geração de resíduos no Píer 1 corresponde a 5,37 kg (0,05 m³) e para o Píer 2 a 5,33 kg (0,06 m³), conclui-se que o dimensionamento do número de recipientes de armazenamento atende a geração diária.

Posteriormente a análise por setores (inseridos na área primária do Terminal), é analisado o dimensionamento da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos.

A Central de Resíduos do Terminal de Miramar possui 10 baias de armazenamento temporário de resíduos, sendo 2 destinadas para o componente papel/papelão, 2 para o componente resíduo perigoso, 2 para o componente plástico, 1 para o componente metal, 1 para o componente vidro, 1 para o componente rejeito e 1 para o componente resíduos orgânicos.

Diferentemente do que acontece no Porto de Belém, a Central de Resíduos do Terminal de Miramar está adequada, em alguns aspectos, as normas NBR 12.235/1992, NBR 11174/1990 e a resolução RDC 56/2008. Os resíduos acumulados não ultrapassam as baias de separação (existe separação física interna entre as áreas destinadas aos diferentes componentes) e as baias são sinalizadas. O volume máximo comportado, para cada baia, é de 2,8 m³.

Figura 56 – Dimensões das Baias da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos do Terminal de Miramar



Fonte: Autor (2014)

Levando em consideração os valores de geração diária de resíduos do Terminal Petroquímico de Miramar e o Peso Específico Aparente dos resíduos, pode-se estimar quantos dias são necessários para que a geração de resíduos alcance a capacidade total de cada baia e para cada componente. Na Tabela 37, apresentam-se essas informações.

Tabela 37 - Capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia, Terminal Petroquímico de Miramar.

COMPONENTE	Peso Específico Aparente (Kg/m ³)	Geração média diária (kg)	Volume médio diário (m ³)	Capacidade de cada baia (m ³)	Geração - capacidade Total da baia (kg)	Quantidade, em dias, de geração de resíduos para atender a capacidade total de cada baia
Papel/papelão	36,29	6,32	0,16		101,61	16
Plástico Duro	17,16	3,72	0,28		48,05	13
Plástico mole	15,45	2,4	0,13		43,26	18
Metal	20,99	0,41	0,02	2,8	58,78	142
Vidro	-	-	-		-	-
Resíduos orgânicos	313,26	13,13	0,04		877,13	67
Resíduos perigosos	448,73	9,13	0,03		1256,44	138
Outros	81	5,69	0,08		226,79	40

Fonte: Autor (2014)

Conforme Tabela 37, a capacidade de armazenamento de resíduos de cada baia é de 2,8 m³, sendo que em 1 m³, por exemplo, para o componente metal, cabe uma quantidade de resíduos de 20,99 Kg, logo para se alcançar a capacidade total de uma baia será necessário que se gerem aproximadamente 164,58 Kg desse componente e que corresponde a geração em 142 dias.

No entanto, a maioria dos resíduos gerados no Terminal Petroquímico de Miramar é destinada ao Lixão do Aurá, uma quantidade ínfima de resíduos com potencial para serem reciclados é segregada na fonte de origem.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pôde-se perceber que as características físicas dos resíduos sólidos em portos variam de acordo com as peculiaridades, atividades desenvolvidas em cada um destes.

No Porto de Belém, por exemplo, o componente que apresentou maior participação na massa foram os resíduos orgânicos (40%), não havendo diferenças significativas na geração deste, entre o período chuvoso (42 %) e o período seco (38 %) e, em volume, a maior participação foi representada pelo componente plástico duro (30 %); já para o Terminal Petroquímico de Miramar o componente com maior participação na massa foi representado pelos resíduos perigosos (40 %) e, em volume, pelo componente plástico duro (43%).

O peso específico médio total encontrado foi de 56,60 kg/m³, para o Porto de Belém e 56,05 kg/m³, para o Terminal Petroquímico de Miramar, tais valores encontram-se abaixo dos encontrados na literatura, visto que existe grande geração em volume de plástico duro, o que diminui o valor do peso específico.

Os valores de geração *per capita* encontrados para o Porto de Belém foram de 0,3; 0,13 e 0,13 kg/pessoa/dia, para os Setores 1, 2 e 4 (representados pela geração de resíduos em terra), sendo o valor da geração *per capita* média de 0,18 kg/pessoa/dia; já a geração *per capita* média dos resíduos gerados em embarcações fluviais (Setor 3) foi de 0,23 kg/pessoa/dia. A geração *per capita* média total, encontrada para o Porto de Belém (considerando todos os setores) foi de 0,21 kg/pessoa/dia.

Para o Terminal Petroquímico de Miramar os valores de *per capita* encontrados, para cada setor, foram de 0,45; 1,34; 0,56 e 0,14 kg/pessoa/dia, respectivamente para os Setores 1, 2, 3 e 4. A *per capita* média total encontrada foi de 0,62 kg/pessoa/dia. O alto valor encontrado para o Setor 2 deve-se a influência da geração de mantas contaminadas com óleo e da chuva, dois fatores que aumentam consideravelmente a massa desse tipo de resíduo e conseqüentemente influenciam no cálculo desta variável.

As duas áreas de estudo diferem quanto ao tipo de atividade desenvolvida. No Porto de Belém, as atividades realizadas geram maior quantidade de resíduos similares aos domésticos (gerados por atividades administrativas), 99 % dos resíduos gerados foram classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT,

2004) ou Classe D – Comum (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 1 % como Classe I (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993), considerando todos os setores.

Para o Terminal de Miramar, 79,1 % dos resíduos gerados são classificados como Classe II – Não perigosos (ABNT, 2004) ou Classe D – Comum (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993) e 20,9 % como Classe I (ABNT, 2004) ou Classe B (ANVISA, 2008 e CONAMA, 1993), considerando todos os setores. A atividade de movimentação de granel líquido exerce grande influência na geração de resíduos perigosos.

Para as duas áreas de estudo, percebeu-se que os resíduos perigosos gerados (pilhas, mantas contaminadas com óleo, latas de tintas etc.) são destinados ao Lixão do Aurá, sem tratamento prévio, o que vai de encontro com as legislações e normas vigentes - ANVISA, 2008, CONAMA, 1993 etc.

Em relação ao dimensionamento das instalações, caracterizadas como último ponto de destino dos resíduos dentro das áreas de estudo em questão (pontos de coleta externa, assim como a Central de Armazenamento Temporário de Resíduos), percebeu-se que apenas para o Setor 3, do Porto de Belém, o volume dos recipientes não atende a demanda do Cenário mais desfavorável (Cenário 4 de chegada de embarcações), sendo necessário que se aumente a capacidade técnica de armazenamento em 0,24 m³.

O dimensionamento das Centrais de Armazenamento de Resíduos (das duas áreas de estudo) atende a geração diária, no entanto, deve-se pré-estabelecer um número menor de dias para que, os resíduos segregados, fiquem armazenados, pois percebeu-se que os resíduos ficam armazenados por um período prolongado (até 1 ano), extrapolando assim a capacidade técnica de armazenamento das centrais, principalmente no Porto de Belém, visto que há maior quantidade de resíduos segregados.

Por todas as informações levantadas é essencial que trabalhos de caracterização física de resíduos sejam realizados, no ambiente portuário, pois mostram a dimensão do problema e facilitam a tomada de decisão em relação a temática resíduos sólidos.

7 RECOMENDAÇÕES

- Coletar maior número de amostras para determinação das características físicas dos resíduos no ambiente portuário (no mínimo 5), para que possa ser melhor usada a estatística analítica, principalmente em relação aos resíduos de embarcações de navegação interior (5 amostras embarcação/localidade), devido a geração destes sofrer maiores variações, influencia de fatores como: número de passageiros, localidade de origem da embarcação – dias de viagem, porte da embarcação etc;
- Desenvolvimento de outros trabalhos, em portos, cujo objetivo principal seja a caracterização física dos resíduos (levantamento de dados primários), para que se gere uma base dados facilitando assim a comparação dos resultados obtidos, além de mostrar a dimensão do problema, em relação a temática resíduos sólidos, nos diferentes portos, sejam eles localizados no Brasil ou não;
- Utilização da Central de Armazenamento de resíduos, do Porto de Belém, como único ponto de coleta externa de resíduos, evitando assim que o veículo coletor compactador dos resíduos faça um percurso maior;
- Adequar as centrais de armazenamento temporário às normas NBR 12.235/1992, NBR 11174/1990 e a resolução RDC 56/2008;
- Fomentar a coleta seletiva nas embarcações de passageiros, através da cooperação entre os diferentes órgãos que regulam o setor, visto que a apenas CDP não possui gerência sobre essa situação por, justamente, existirem grandes dificuldades em relação a conscientização das pessoas que utilizam esse transporte (rotatividade de passageiros);
- Atualização dos dados obtidos no presente trabalho, devido a ocorrência de algumas mudanças na logística do gerenciamento dos resíduos sólidos nas áreas de estudo em questão, ao longo do tempo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

____. Amostragem de Resíduos Sólidos – NBR 10.007. Rio de Janeiro, 2004.

____. NBR 12.235/1992: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1992.

____. NBR 11.174/1990: Armazenamento de resíduos, classes II – não inertes e III - inertes. Rio de Janeiro, 1992.

ABRELPE & ISWA. Resíduos Sólidos: Manual de Boas Práticas no Planejamento, 2013. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/manual_apresentacao.cfm>. Acessado em 20/01/2013.

____. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Edição especial de 10 anos. 2012.

Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ). Resolução nº 2.190, de 28 de abril de 2011 que aprova a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações. Acessado em 24/07/2014.

____. Meio Ambiente: resíduos. 2013. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_Residuos.asp>. Acessado em 24/08/2013.

____. Panorama Aquaviário. Vol. 6. Agosto, 2011a.

____. O porto verde: modelo ambiental portuário. Brasília, 2011b.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução Nº 56, de 6 de agosto de 2008. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2008/rdc/56_08rdc.pdf>. Acessado em 12 março de 2012.

____.Resolução Nº 72, de 29 de dezembro de 2009 - Dispõe sobre o Regulamento Técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional, e embarcações que por eles transitem. Brasília, 2009.

BASSANI, P. D. Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais: estudo de caso em Vitória – ES. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, 2011.**

BASSANI, P. D.; Braga, F. dos S.; BRINGHENTI, J. R. CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE COLETA SELETIVA EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS Estudo de caso. In: XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012, Salvador. XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Plano Nacional de Resíduos Sólidos (versão preliminar para consulta pública). Brasília. 2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/>. Acessado em 24/05/2013

____.Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8630.htm>. Acessado em 12/11/2013.

____.Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000 que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Brasília, 2000.

____.Lei 12.815, 5 de junho de 2013 - Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. Brasília, 2013.

____.Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Brasília, 2010.

____.Presidência da República. Secretaria de Portos (SEP). Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros da região Amazônica. Brasília, 2013.

____.Presidência da República. Secretaria dos Portos. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Relatório executivo: Caracterização da Oferta e da Demanda do Transporte Fluvial de Passageiros na Região Amazônica. Brasília, 2013.

____.Resolução CONAMA Nº 275/2001 de 25 de abril de 2001 - Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Brasília, 2001.

____.Resolução CONAMANº 005, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html>>. Acessado em 10/05/2013.

BUTT, N. The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton. Marine Policy (2007), 591-598.

CARNEIRO, P. F. N. Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua – PA. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará**. Belém, 2006.

CARVALHO, A. C; ABDALLAH, P. R. Análise da Gestão de Resíduos Sólidos no Porto Público do Rio Grande. 2012. Disponível em: <http://www.transaqua.furg.br/internet/bin/miolo/trabalhos/Analise_Residuos_Solidos_Porto.pdf> Acessado em 15 de julho de 2013.

CDP. Evolução de movimentação de mercadoria. **Relatório gerencial do percentual da movimentação de carga entre os portos que compõem a Companhia Docas do Pará (CDP), 2013**. Disponível em: <<http://www.cdp.com.br/345>>. Acessado em 22 de janeiro de 2014.

CDP – Companhia das Docas do Pará. **Porto de Belém**. Belém, [2009]. Disponível em: <http://www2.cdp.com.br/forms/porto_belem.aspx>. Acesso em: 25/05/2013.

____.**Terminal de Miramar**. Belem, [2009]. Disponível em: <<http://www.cdp.com.br/terminal-de-miramar>>. Acesso em: 25/05/2013.

____.**Porto de Santarém**. Santarém, [2008]. Disponível em: <<http://www.cdp.com.br/porto-de-santarem>>. Acesso em: 25/05/2013.

CODESP. Panorama do Porto de Santos. Disponível em: <http://archive.today/k24ib>. Acessado em: 14/03/2014.

CORDEIRO, E. C.; FERREIRA, C. P.; DUARTE, V. L.. Gerenciamento de Resíduos sólidos em terminais portuários brasileiros: diagnóstico situacional. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. Porto Alegre: AIDIS, 2003.

CUNHA, E. R.; CARNEIRO, P. F. N. Diagnóstico e proposta de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos da Sede do Município de Curuçá/PA. Estudos tecnológicos - Vol. 3, nº 1: 37-46, 2007.

FARIAS, A. B.; JUCÁ, J. F. T. Propriedades Físicas dos Resíduos Sólidos do Aterro da Muribeca. In: **XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (XXVII AIDIS)**. Porto Alegre, 2000.

FIEMG. Política Nacional de Resíduos Sólidos: conceitos e informações gerais. Minas Gerais, 2011.

FIRJAN. **Manual de gerenciamento de resíduos: Guia de procedimento passo a passo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

_____.Nota técnica: Brasil mais competitivo – a nova lei dos portos e as oportunidades de investimento no setor. Rio de Janeiro, junho 2013.

FIRMEZA, S. M. **A caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares de Fortaleza como fator determinante do seu potencial reciclável**. Dissertação de Mestrado (Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará – UFC, Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza, 2005.

FONTANA, C. M. M. **Proposta de sistema de automação denominado CTDRST: coleta, transporte, destinação final de resíduos sólidos**. Dissertação mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica, 2012.

FONTANA, C. M. M.; PEREIRA, S. L.; FONTANA, C. F.; SAKURAI, C. A. Management of port solid waste framework. International Journal of Energy and Environment. Vol. 8, 2014.

GOULART, G. P. P. ; **MAHLER, C.F.** ; FREITAS, M.A.V. . **DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DO PORTO DO RIO DE JANEIRO**. In: 27 CBESA - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2013, Goiânia. Anais do 27 CBESA, 2013.

GOULART, G. P. P. **Diagnóstico dos Resíduos do Porto do Rio de Janeiro**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2012.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **Urban development series knowledge papers**. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. World Bank, 2012. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/03/16537275/waste-global-review-solid-waste-management>. Acessado em: 20/10/2013.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, 2001, Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro, RJ.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Transportes Aéreos e Aquaviários. Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012.

LAIGNIER, I. T. R.; **BRAGA, F. S.**; COUTO, M. C. L. Caracterização gravimétrica e comercial dos resíduos sólidos urbanos de sistema de coleta seletiva em postos de entrega voluntária. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SIBESA). Vitória – ES, 2002.

LIMA, A. L. et al. Estudos comparativos de diferentes metodologias para determinação de umidade e sólidos voláteis aplicadas em resíduos sólidos urbanos. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SIBESA). Vitória – ES, 2002.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Juiz de Fora, 2008.

MARTINS, K. V.; MORE, R. F. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as perspectivas para o setor portuário. **XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção**. Bento Gonçalves, 2012.

MILARÉ, E; MILARÉ, L. T.; FRANCO, R. M. B. A responsabilidade por ações desconformes à Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, José Valverde Machado. Título: Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Ed. 1. Barueri, SP: Manole, 2012. Capítulo 9, p. 181-208.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2012.

____.Resíduos Sólidos. [2010]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>. Acessado em 22 de janeiro de 2014.

____.Agenda Ambiental Portuária. [2008]. Disponível em: http://www.antaq.gov.br/porta/MeioAmbiente_AgendasAmbientais.asp. Acessado em 08 de janeiro de 2014.

MONTEIRO, A. M. Gestão de resíduos sólidos. Santos: Gerência de Meio Ambiente, 2010. In: IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Transportes Aéreos e Aquaviários. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

MONTGOMERY, Douglas C. **Design and Analysis of Experiments**, 8th Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc. April 2012.

MOHEE, R.; SURROOP, D., MUDHOO, A.; RUGHOPUTH, B. K. Inventory of waste streams in an industrial port and planning for a port waste management system as per ISO14001. **Ocean & Coastal Management**. p. 10-19, 2012.

MONTEIRO, A. M. **Gestão de resíduos sólidos**. Santos: Gerência de Meio Ambiente, 2010. In: IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Transportes Aéreos e Aquaviários. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

MURTA, Aurélio Lamare Soares ; PEREIRA, F. S. ; OLIVEIRA, N. N. ; PAZZINI, H. S. . GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PORTUÁRIOS PELA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA NO RIO DE JANEIRO. Sustainable Business International Journal, v. 01, p. 01, 2012.

OLIVEIRA, H.D.; CARVALHO, A.R.; MAHLER, C.F.; SILVEIRA, A.M. A relação entre a coleta seletiva, o peso específico e a vida útil do aterro sanitário de Santo André, 2004. Disponível em: http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_64.pdf. Acessado em 20/10/2013.

OLIVEIRA, S. A.; LEITE, V. D.; PRASAD, S.; RIBEIRO, M. D. Estudo da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande – PB. 2004. Disponível em: <http://periodicos.univille.br/index.php/RSA/article/download/>. Acessado em: 12/012/2013.

PEREIRA, S. L. **Avaliação da Modernização Portuária no Desenvolvimento da Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro. 2012.

Queiroz, B. P; **NASCENTES, R.** ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO PARANAÍBA - MG. In: Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, 2014, Brasília. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, 2014. p. 45-52.

ROCHA, I. L., AGUIAR , M. I. Análise comparativa de estudos sobre a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos gerados em diferentes municípios brasileiros. VII CONNEPI – Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, 2012.

ROMO, R. Puertos, residuos del buque e convenio MARPOL. Puerto de Barcelona. Dep. Seguretat Industrial i Medi Ambient Autoritat Portuària de Barcelona, 2010. Disponível em <http://www.portdebarcelona.cat/es/web/el-port/residus-de-vaixells>. Acessado em 07/10/2014.

SEP. Plano Mestre: Porto de Belém. 2013. Disponível em: <http://www.portosdobrasil.gov.br/publicacoes/pnlp/planos-mestres-versao-completa-1/porto-de-belem>. Acessado em: 10/12/2013.

____. Sistema Portuário Nacional. 2014. Disponível em <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/sistema-portuario-nacional>>. Acessado em 22/09/2013.

SCHINDLER, F. Gestão de resíduos nos portos prevenção, minimização, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos e experiências europeias, 2007. In: IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Transportes Aéreos e Aquaviários. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

SCHNEIDER, S. C. R. F. **Gerenciamento de resíduos sólidos em aeroportos estudo de caso Aeroporto Internacional Salgado Filho**. Dissertação de mestrado (Ciências em Engenharia Ambiental) – Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2004.

SILVESTRIN, S. A.; SOUZA, E. L. C.; PASSIG, F. H. Avaliação do gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos no município de Dois Vizinhos – PR. VI EPCC Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Maringá – PR, 2009.

SOUZA JR., J. N. C., NOBRE JR., E. F., PRATA, B. A.; MELLO, J. C. C. B. S. Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. *Journal of Transport Literature*, vol. 7, n. 4, pp. 75-106 (2013).

SOUZA, G. C.; GUADAGNIN, M. R. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos domiciliares: o método de quarteamento na definição da composição gravimétrica em Cocal do Sul-SC. 3º Seminário Regional Sul de Resíduos Sólidos. Caxias do Sul – RS, 2009.

SOARES, E.; MAHLER, C. F. Características dos resíduos sólidos urbanos e poder calorífico. In: MAHLER, C. F. Título: Lixo urbano- o que você precisa saber sobre o assunto. Ed. 1. Rio de Janeiro, Revan: FAPERJ, 2012. Capítulo 1, p. 21.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2011.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMUNICÍPIO DE PATO BRANCO, PR. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, São Paulo, v. 4, p. 23-33, 2006.

TREVAS, J. Y. P. **A importância da lei 8.630/93 para a modernização dos portos brasileiros: os casos de Pecém, Suape e Salvados**. Dissertação mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, 2005.

ULNIKOVIC, V. P.; UKIC, M. V.; NIKOLIC, A. M. Analysis of solid waste from ships and modeling of its generation on river Danube in Serbia. **Waste Management & Research. International Solid Waste Association (ISWA)**. March, 2013.

ULNIKOVIC, V. P.; UKIC, M. V.; NIKOLIC, R. Assessment of vessel-generated waste quantities on the inland waterways of the Republic of Serbia. *Jornal of Enviromental Management* (2012), 97-101.

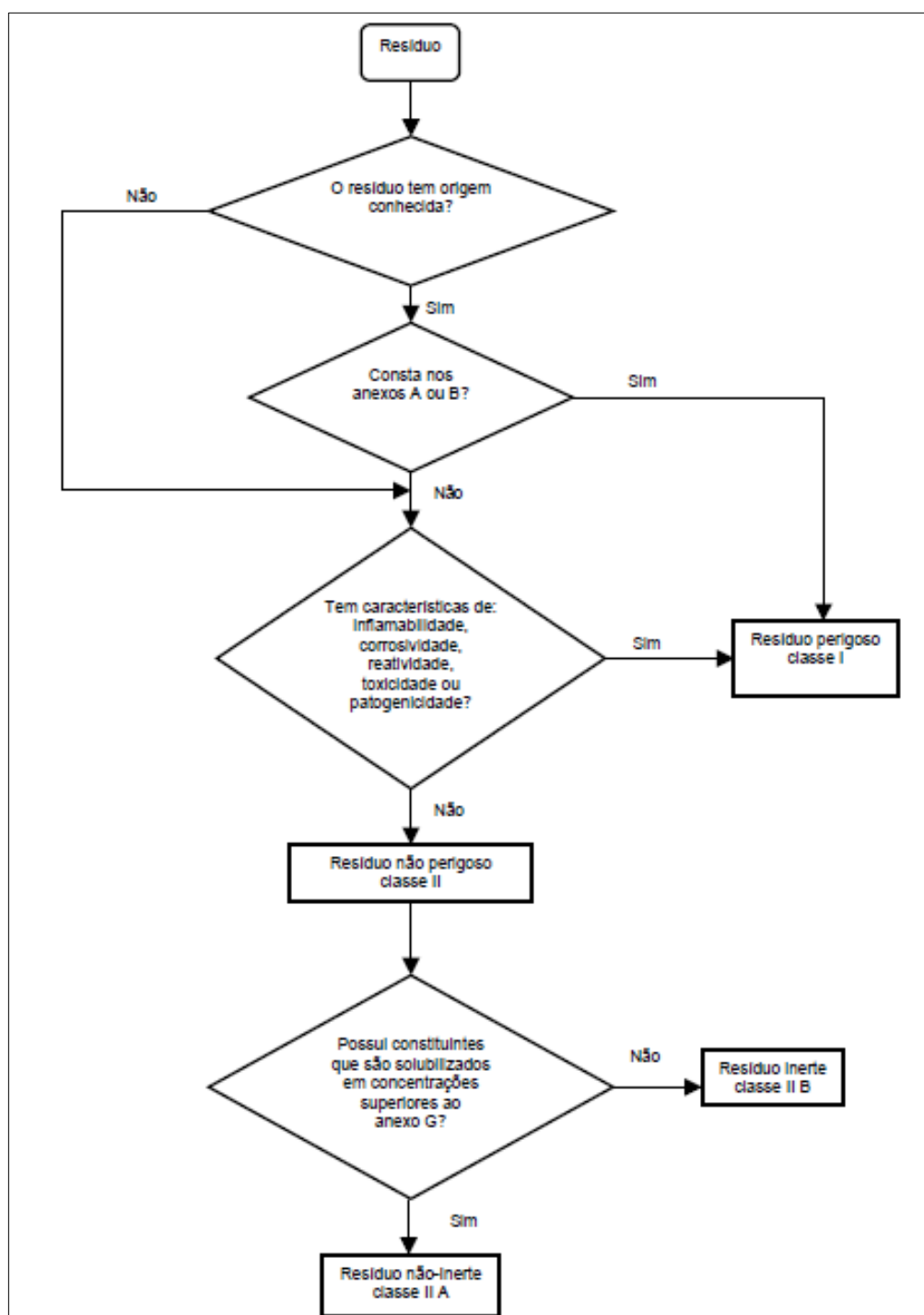
United Nations Environmental Programme (UNEP). Developing Integrated Solid Waste Management Plan. Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projectionsfor Future.**TRAINING MANUAL**. Division of Technology, Industry and

Economics International Environmental Technology Centre. Osaka/Shiga, Japan. 2009.

VIEIRA, Sônia. *Análise de Variância (ANOVA)*, São Paulo: Ed. Atlas, 2006.

VAZ, L.M.S.; COSTA, B.N.; GUSMÃO, O.S.; AZEVEDO, L.S. Diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos em uma feira livre: O caso da feira do Tomba. *Sitientibus*, Feira de Santana, n. 28, p. 145-159, junho de 2003.

YEPES, A. *Gestión de residuos sólidos em puertos y terminales marítimos: su manejo em la Sociedad Portuaria Regional de Caragena (SPRC)*. Tecno Gestion: Una mirada a ambiente. Volume III, 2006.

ANEXO A - Caracterização e classificação dos resíduos sólidos

Fonte: ABNT (2004)