

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

2015





Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Relatório EXECUTIVO

Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Eduardo Paes – Prefeito

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SMAC

Carlos Alberto Vieira Muniz – Secretário

Altamirando de Moraes – Subsecretário Municipal de Meio Ambiente

COORDENADORIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Cláudia Fróes Ferreira – Coordenadora – Engenheira Química

Nelson Machado Junior – Gerente de Planejamento – Engenheiro Civil

Maria Anita Fraga Souto – Arquiteta

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

COPPE – Programa de Planejamento Energético/Centro Clima

Coordenação

Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc. – Coordenador Geral

Luciano Basto Oliveira, D.Sc. – Coordenador Executivo

Saulo Machado Loureiro, M.Sc. – Coordenador Executivo

Equipe Técnica

Aline Ribeiro Lessa Ferreira – Engenheira Ambiental

Anderson Silva Netto – Pesquisador e Mestrando UFF

Ana Paula Inácio Mesquita de Azevedo Nitzsche – Pesquisadora e Graduanda UFF

Angéli Viviani Colling, D.Sc. – Pesquisadora e Pós-Doutoranda PPE/COPPE/UFRJ

Bruno Farias Dantas – Pesquisador e Mestrando PUC-Rio

Prof^a Claude Cohen, D.Sc. – Pesquisadora UFF

Ingrid Roberta de França Soares Alves, M.Sc. – Pesquisadora e Doutoranda PEC/COPPE/UFRJ

Luiz Roberto Martins Pedroso, M.Sc. – Pesquisador

Nathalia de Menezes Silva Pedreira – Pesquisadora UFF

Nelson Rodrigues dos Reis Filho, M.Sc. – Pesquisador e Doutorando PEC/COPPE/UFRJ

Raymundo Aragão, M.Sc. – Pesquisador e Doutorando PPE/COPPE/UFRJ

Teresa Bezerra Meira, M.Sc. – Pesquisadora e Doutoranda PPGE/UFF

Sérgio Ellery Girão Barroso, M.Sc. – Pesquisador PUC-Rio

Zilton Fonseca, M.Sc. – Pesquisador e Doutorando PPE/COPPE/UFRJ

Apoio Administrativo – Carmen Brandão Reis – Centro Clima

Diagramação – Elza M. S. Ramos – Centro Clima

Junho 2015





Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



ÍNDICE

Apresentação	7
1. Introdução.....	10
2. Delimitação das Dimensões da Pesquisa	12
3. Metodologia de Estimação	17
4. Opção de Abordagem.....	20
5. Diagnóstico Preliminar de Resíduos da Cidade do Rio de Janeiro.....	22
5.1 Resíduos de Comunidades	22
5.2 Resíduos e Efluentes Líquidos Industriais	24
5.3 Resíduos de Construção Civil – RCC.....	26
5.4 Resíduos de Reciclagem.....	30
5.5 Resíduos de Serviços de Saúde – RSS	34
5.6. Resíduos Domésticos e Públicos	36
5.6.1. Efluentes Domésticos e Públicos	36
5.6.2. Resíduos Domésticos e Públicos	36
5.7. Resíduos de Grandes Geradores.....	38
6. Conclusões	42
7. Necessidades para a Atualização do Diagnóstico.....	46
Referências Bibliográficas	47





Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



TABELAS

Tabela 1	Histórico da População e Coleta de Resíduos na Cidade do Rio de Janeiro	14
Tabela 2	Universo de agentes em cada dimensão dos setores de resíduos	15
Tabela 3	Equações para Projeção da Geração de Resíduos Sólidos nos Setores ..	19
Tabela 4	Identificação sobre técnica(s) aplicada(s) a cada caso	21
Tabela 5	Estimadores dos resíduos e respectivos desvios padrões para o setor Comunidades	22
Tabela 6	Universo total dividido nos dois estratos	24
Tabela 7	Resultados estimados de resíduos sólidos e efluentes industriais para o município do Rio de Janeiro	24
Tabela 8	Dados quantitativos de RCC dos Receptores.....	27
Tabela 9	Estimativas do quantitativo de RCC dos Receptores	27
Tabela 10	Dados quantitativos de RCC dos Transportadores.....	28
Tabela 11	Estimativa do quantitativo de RCC dos Transportadores	28
Tabela 12	Dados quantitativos de RCC dos Grandes Geradores (GG)	29
Tabela 13	Estimativa do quantitativo de RCC dos Geradores.....	29
Tabela 14	Dados quantitativos de RCC dos Geradores pesquisados nas GTRs.....	30
Tabela 15	Quantidades informadas pelas 31 entidades identificadas e consultadas.	31
Tabela 16	Grupos segundo a Resolução ANVISA – RDC 306-2004.....	34
Tabela 17	Coleta de Resíduos de RSS na Cidade do Rio de Janeiro.....	35
Tabela 18	Testes de Validação e Geração Estimada de RSS por fonte geradora	35
Tabela 19	Resultados das caracterizações das amostras de material orgânico	37
Tabela 20	Valores médios das análises físico-químicas e composição macromolecular para as amostras da alta, média e baixa renda	37
Tabela 21	Potencial teórico de geração de biogás por estequiometria para as amostras da alta, média e baixa renda	38
Tabela 22	Resultado da pesquisa primária no sub-setor – Shopping Centers.....	39
Tabela 23	Validação da pesquisa primária no sub-setor – Shopping Centers	39
Tabela 24	Registros de coleta de Lixo Extraordinário do Hotel Copacabana Palace.	40
Tabela 25	Taxa média de ocupação no município do Rio de Janeiro.....	40
Tabela 26	Estimativa da Geração de Resíduos por Setor e Total	42
Tabela 27	Estimativa da Geração de Resíduos por Setor	44

FIGURAS

Figura 1	Escala estimada dos Receptores, Transportadores e Geradores.....	12
Figura 2	Quantidades esperadas de resíduos em cada dimensão	13
Figura 3	Formas de destinação dos Resíduos (%)	23
Figura 4	(a) Contribuição % de efluentes por tipologia; (b) Tipo de tratamento % dos efluentes das indústrias pesquisadas	25
Figura 5	(a) Participação % de resíduos industriais por tipologia industrial; (b) Tipo de tratamento % dos resíduos sólidos das indústrias pesquisadas	25
Figura 6	Fluxo de ações ou processos dos agentes, necessários à reciclagem de resíduos.....	30
Figura 7	Resíduos Potencialmente Recicláveis – Média das Amostras da Coleta Seletiva de 30 Bairros	32
Figura 8	Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro – 2015 – Resultados estimados da geração de resíduos em tonelada/dia (t/dia) e correspondente percentual	43



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



APRESENTAÇÃO

A Prefeitura do Rio assumiu o desafio de transformar o município em uma cidade-referência em sustentabilidade e dessa forma vem trabalhando intensamente na adoção de medidas que reduzam os impactos atuais, que minimizem as emissões de gases de efeito estufa, que facilitem a mobilidade e a acessibilidade, que garantam a resiliência da Cidade e melhores condições de vida para a população.

Nesse sentido, definiu em 2009, inovadora Política de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos cuja adoção já apresenta os primeiros resultados, como: a implantação em 2010 do novo Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos – CTR-Rio, em Seropédica e o encerramento definitivo em 2012 do Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho o que permitiu o aproveitamento, pela Refinaria Duque de Caxias, do gás do aterro, como combustível alternativo, e a eliminação da emissão do metano para atmosfera.

Ainda em 2009 foi assinado com o BNDES, o projeto de Ampliação da Coleta Seletiva da Cidade, incluindo a construção de seis Centrais de Triagem, sendo que a 1ª Central está em operação desde janeiro de 2014, e a respectiva capacitação dos catadores de materiais recicláveis, promovendo sua inclusão social e incentivando a cadeia produtiva da reciclagem.

Em 2013, a I Conferência de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro, com foco na gestão de resíduos sólidos, com ampla participação da sociedade organizada, e meio científico; e a implantação do Programa Lixo Zero, de conscientização da população para garantir a limpeza do Rio de Janeiro, são exemplos de ações realizadas para tornar a Cidade uma referência na gestão de resíduos.

Também em 2013 foi publicado o primeiro Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado pelas Secretarias Municipais de Meio Ambiente e de Conservação e Serviços Públicos, e a Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB. Nele foram estabelecidas diretrizes e metas para a gestão sustentável de resíduos da Cidade.

O emprego pela SMO de asfalto com borracha de pneus inservíveis na pavimentação das vias da Cidade e o aproveitamento dos Resíduos da Construção Civil nas obras de engenharia realizadas pelo município, em especial nas obras de revitalização da Região Portuária e na construção dos BRTs, são exemplos concretos da transformação da forma de administração da Prefeitura.

Quanto às emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE, em 2011 a Prefeitura estabeleceu metas de redução dessas emissões em face da magnitude dos impactos das mudanças climáticas e da necessidade de identificar possíveis áreas de ação para a redução e a mitigação desses gases.

Como as emissões originárias de resíduos sólidos gerados pelos diferentes segmentos, público ou privado, são de grande relevância no total das emissões de GEE, o presente estudo – Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro desenvolvido em parceria com o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas – Centro Clima da COPPE/UFRJ – contribuirá para nortear as futuras atualizações do Inventário de GEE da Cidade e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

CARLOS ALBERTO MUNIZ

Secretário de Meio Ambiente da Cidade do Rio Janeiro



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Este primeiro Diagnóstico teve como foco principal a identificação das principais fontes de resíduos sólidos, e respectivos quantitativos gerados no âmbito da Cidade do Rio de Janeiro. Foram incluídos os resíduos de competência municipal, além dos gerados pela iniciativa privada, independente das alternativas de destinação adotadas pelos geradores.

Cabe ressaltar o ineditismo desta iniciativa, destacando-se a diversidade das fontes consultadas, e o emprego de metodologia estatística para o tratamento das informações.

Conhecendo a situação atual e a evolução da gestão de resíduos, através de futuras atualizações do presente Diagnóstico, será possível a implementação de medidas cada vez mais efetivas para a gestão de resíduos da Cidade. Além de permitir o acompanhamento das alterações na destinação dos resíduos em função das medidas de controle estabelecidas, dos reflexos da logística reversa e das mudanças de hábito da população.

Vale comentar que o alto volume de Resíduos da Construção Civil – RCC identificado caracteriza o atual processo de revitalização que a Cidade atravessa.

CLÁUDIA FRÓES FERREIRA
Coordenadora de Resíduos Sólidos

1. INTRODUÇÃO

Cidades de países em desenvolvimento se deparam com os desafios da agenda ambiental do século XXI, como a adaptação e mitigação das mudanças climáticas, simultaneamente com problemas herdados ainda do século XIX, como a necessidade de estender o acesso ao saneamento básico a toda população. Pode ser aproveitada uma sinergia positiva entre as ações de enfrentamento dessas duas questões. No caso da coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU), por exemplo, recursos financeiros disponibilizados por projetos enquadrados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da Convenção-quadro de Mudança Global do Clima (UNFCCC) contribuíram para viabilizar a construção de aterros sanitários e energéticos com captura e queima do biogás, permitindo um avanço na disposição ambientalmente adequada desses resíduos e a redução de gases do efeito estufa (GEE).

A identificação de oportunidades desse tipo requer o conhecimento da situação atual e do diagnóstico de suas causas. Para o desenho e implantação de políticas e medidas de mitigação das mudanças climáticas, é fundamental dispor de um inventário das emissões de GEE. A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro foi uma das cidades pioneiras na realização de um inventário de emissões de GEE em escala municipal. Em 2000, a Prefeitura apresentou o inventário das emissões dos três principais GEE (dióxido de carbono – CO₂, metano – CH₄ e óxido nitroso – N₂O) da cidade do Rio de Janeiro para os anos de 1990, 1996 e 1998 e em 2010 o fez para o ano de 2005, além de um estudo de Cenários e de um Plano de Ação para mitigação de suas emissões de GEE. Em dezembro de 2013, a Prefeitura apresentou seu terceiro inventário das emissões desses GEE da cidade do Rio de Janeiro, que chegaram a 22,6 milhões de toneladas equivalentes de CO₂ (Mt CO₂e) no ano de 2012, sempre com o apoio técnico da COPPE/UFRJ. Desse total, 2,3 Mt CO₂e (ROVERE et al., 2013) foram provenientes do setor de Resíduos, destacando-se as emissões da disposição de resíduos sólidos urbanos (1,6 Mt CO₂e), dos esgotos domésticos e comerciais (0,5 Mt CO₂e) e dos efluentes industriais (0,13 Mt CO₂e).

É inegável, portanto, a relevância da disponibilidade de informações fidedignas sobre a geração, coleta, tratamento e disposição final dos resíduos da cidade para o aprimoramento de seus inventários de GEE. Além disso, a adequada gestão ambiental dos resíduos demanda o levantamento de informações sobre a evolução desse tema e a elaboração de um diagnóstico que aponte suas causas, através de um estudo específico.

Assim, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (SMAC) identificou a necessidade de realizar o presente Diagnóstico Preliminar de Resíduos.

Tendo em vista o respeito ao processo participativo, optou-se inicialmente por abordar os agentes Geradores, Receptores e Transportadores de resíduos através da solicitação de sua participação, contribuindo para o levantamento de dados. Considerando a



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



necessidade de dados de 10 anos para o Tier 2¹, segundo o método de cálculo do Decaimento de Primeira Ordem do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU, IPCC (2006), para aterramento de resíduos sólidos, foram solicitados dados do intervalo de 2002 a 2012.

Como a adesão foi inferior à desejada, fez-se necessário o desenvolvimento de metodologia para lidar com os resultados deste processo e realizar estimativas, utilizando a base de dados criada, no intervalo de 2010 a 2014, de maneira responsável. Também foram consultados dados disponíveis nas instituições públicas e privadas, que dispunham de dados anteriores. Desta forma, a base de dados estudada compreendeu o período de 2002 a 2014.

O presente produto disponibiliza os resultados deste Diagnóstico Preliminar, fornecendo um quadro dos principais setores, destacando sua importância quanto à geração de resíduos.

Cumpra, pois, seu objetivo de iniciar um processo contínuo de realização do Diagnóstico de Resíduos da Cidade do Rio de Janeiro e disponibilizar dados para a melhor gestão municipal integrada de resíduos sólidos.

¹ O presente estudo abordou o método do Decaimento de Primeira Ordem (First Order Decay Method – FOD) pelo tier 2, ou seja, foram utilizados dados históricos de ao menos 10 anos sobre a disposição dos resíduos nos aterros do município e valores padrões do IPCC para outros parâmetros necessários aos cálculos. Para se adotar o tier 3 seria necessário possuir um fator correspondente à participação percentual do peso úmido de cada componente dos resíduos e a razão da constante de geração de metano. Entretanto, estes elementos não existem na metodologia nacional para elaboração de inventários, nem na literatura do país.

2. DELIMITAÇÃO DAS DIMENSÕES DA PESQUISA

Para tornar exequível a elaboração do Diagnóstico Preliminar de Resíduos da Cidade do Rio de Janeiro foram definidas previamente, no Termo de Referência elaborado pela SMAC, as diversas categorias de resíduos, o que serviu para nortear os setores de atuação da equipe de pesquisa. Além dos resíduos da Indústria, Construção Civil (RCC), Serviços de Saúde (RSS), Domésticos e Públicos e Grandes Geradores (GG)², foram acrescentados os das Comunidades e os do Setor da Reciclagem.

A inexistência de dados sistematizados, verificada nas diversas instituições consultadas, que possibilitassem sua validação indicou ser necessário buscar alternativas para segmentação dos setores elencados.

Neste sentido, a pesquisa identificou que todos os setores contavam com agentes³ representantes de três “dimensões”: Geradores, Transportadores e Receptores – ainda que alguns desses agentes atuem em mais de uma dimensão. A Figura 1 mostra a escala estimada em que estes representantes são encontrados: muitos Geradores, alguns Transportadores e poucos Receptores.

Legenda
 Geradores – Vermelho
 Transportadores – azul
 Receptores – verde

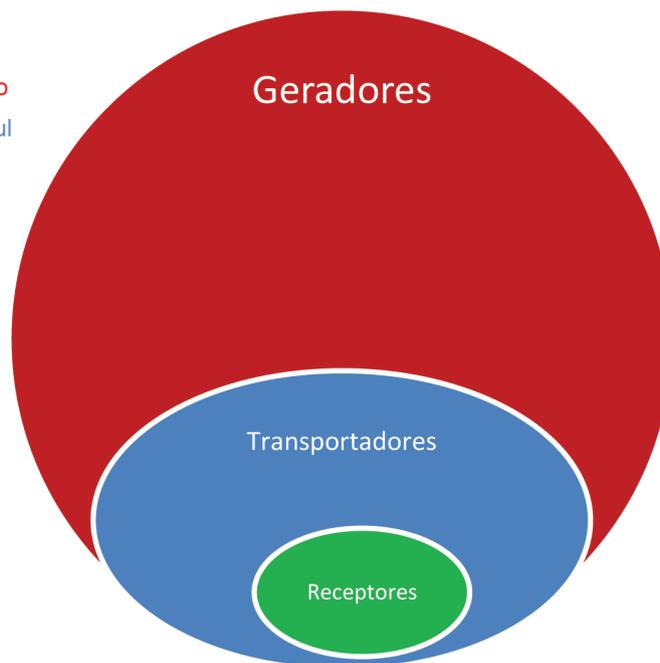


Figura 1 Escala estimada dos Receptores, Transportadores e Geradores

Fonte: Elaboração Própria.

² Grande Gerador – pessoa jurídica que gera acima de 120 litros de resíduos por dia ou 60 quilogramas de resíduos por dia, segundo a Lei Municipal nº 3.273, de 06/09/2001, inciso IX, artigo 7º.

³ Instituições, públicas ou privadas, ou pessoas físicas que gerem, transportem ou destinem resíduos.

Se todo o resíduo gerado fosse coletado e o mesmo fosse totalmente disposto de maneira adequada bastaria obter informações dos Receptores para conhecer o total de resíduos gerados. Entretanto, na realidade, nem todos os resíduos gerados são coletados e, portanto, dispostos adequadamente, conforme mostra a Figura 2, a seguir.



Figura 2 Quantidades esperadas de resíduos em cada dimensão

Fonte: Elaboração Própria.

Assim, o desafio de elaboração desse Diagnóstico caracteriza-se pela obtenção de informações completas da dimensão de Receptores – por ter, simultaneamente, o menor número de agentes e grande parte dos dados sobre resíduos – bem como de informações estatisticamente significativas das outras dimensões, de modo estimar a destinação irregular.

Cabe ressaltar que existem Receptores localizados fora do município e não se pode garantir que todos os Receptores foram identificados. Entretanto, para fins deste trabalho, considerou-se a relação de Receptores identificados pela equipe de pesquisa como o universo do agente Receptor.

No caso dos Geradores atendidos diretamente pelo serviço de coleta da Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB, serão utilizados os dados de disposição final desta instituição, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 Histórico da População e Coleta de Resíduos na Cidade do Rio de Janeiro

Anos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
População (habitantes)	5.894.349	5.909.592	5.909.592	5.940.077	5.955.324	5.970.562	5.993.533	6.016.551
Domiciliar (t/dia)	1.465.993	1.515.792	1.519.338	1.566.559	1.580.952	1.651.119	1.735.527	1.828.754
Coleta Seletiva (t/dia)	–	–	–	10.377	9.888	10.349	8.029	8.911
Lixo Público (t/dia)	1.141.511	1.186.458	1.236.926	1.201.834	1.131.753	1.178.805	1.147.624	1.174.326
Remoção Gratuita (t/dia)	90.575	99.504	78.851	126.467	112.853	140.393	102.581	91.292
Construção Civil (t/dia)	–	–	234.881	740.558	555.686	653.170	489.391	321.100
Outros (t/dia)	3.071.669	3.415.883	3.439.292	4.026.931	3.753.809	4.064.734	3.954.190	4.075.044

Outros = Resíduos de Órgãos Públicos, Industriais, Particulares, Demolições, Caramujos, Pneus, Lixo Hospitalar, Grandes Geradores, Podas de Árvores e Emergências, incluindo os resíduos de GG, Indústrias, Demolições recebidos nas unidades de transferência e de destinação da COMLURB.

Fonte: COMLURB (2013)

De acordo com as segunda e quarta linhas da Tabela 1, acima, mais de 70% de sua coleta corresponde a resíduos de geradores “**domiciliares**” e “**público**”. Entretanto, foi divulgado pelo Censo mais recente (IBGE, 2010) que a própria COMLURB não consegue acessar todos os resíduos dos Geradores Domiciliares em cerca de 11.000 domicílios localizados em Setores Subnormais⁴, o que corresponde a 2,6% do universo e 4.500 em setores Normais⁵, equivalente a 0,2% do universo. Além disto, o mesmo documento informa que 5% dos resíduos gerados nas Comunidades não são retirados. Para averiguar o nível atual da parcela disposta irregularmente nos Setores Subnormais, o presente Diagnóstico realizou uma Pesquisa Amostral de Campo. Seu resultado possibilitou, por cruzamento de dados da COMLURB sobre a coleta nessas áreas, uma estimativa dos resíduos não coletados.

No tocante aos demais setores, foram levantados os universos de cada dimensão, conforme a Tabela 2, para possibilitar a análise estatística sobre a pesquisa primária a realizar.

⁴ Expressão utilizada pelo IBGE para denominar Comunidades de Baixa Renda.

⁵ O presente Diagnóstico Preliminar não contemplou este universo, referente a 2.406.906 domicílios particulares.

Tabela 2 Universo de agentes em cada dimensão dos setores de resíduos

Setor	Gerador	Transportador	Receptor
Domicílios em Comunidades*	427.920	1	1
Indústria	832**	36	7
RSS	283	20	4
RCC	18***	228	17
Reciclagem****		39	47
GG	547	36	7

Fonte: Elaboração própria (2014)

* Número de domicílios pesquisados equivalente a 1.393.314 habitantes, selecionados no intuito de identificar a parcela não coletada pela COMLURB.

** Cadastro da FIRJAN apontava para 1.018, mas a pesquisa de campo mostrou que o número é menor.

*** Grandes construtoras, grandes empreendimentos como Metrô Rio, Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro – CDURP, obras licenciadas pela SMAC (1306 processos) e remoção gratuita da COMLURB.

**** No setor Reciclagem, as atividades de transporte são desenvolvidas pelas entidades de catadores ou pelos Receptores, não existindo a figura caracterizada do Transportador, como nos outros setores.

Quanto ao universo de **Comunidades**, verificam-se as seguintes características: os Geradores são compostos pelo número de domicílios (427.920)⁶ das comunidades existentes no município do Rio de Janeiro (fonte: CENSO 2010 IBGE); como Transportador há, oficialmente, apenas a COMLURB; e como Receptor do lixo das Comunidades tem-se a empresa que presta serviço à COMLURB.

No âmbito do universo de **Resíduos Industriais**, foram identificadas 1018 indústrias – segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – FIRJAN. Contudo o início da pesquisa de campo permitiu identificar que algumas indústrias só possuíam sedes administrativas no município do Rio de Janeiro e outras não mais existiam, ficando o universo em questão reduzido a 832 empresas.

No setor de **Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)** cabe destacar que na dimensão de Geradores estão incluídos os hospitais públicos das 3 esferas de governo – municipal, estadual e federal – assim como os hospitais privados e UPA's. Dada a natureza dos resíduos gerados neste setor, a quantidade de Receptores é a menor de todos os setores, apenas 4.

Para os **Resíduos de Construção Civil (RCC)** a cidade do Rio de Janeiro vem passando por grandes transformações urbanísticas e estruturais, executadas por grandes construtoras, consideradas agentes geradores: SIG Engenharia, Odebrecht, OAS, Brookfield, Carvalho Hosken, Calper, MDL, Concal, RJ2, PDG, João Fortes Engenharia e Merk Group, além de MetrôRio, Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro – CDURP, obras licenciadas pela SMAC e pelo programa de remoção gratuita da COMLURB, totalizando 16 agentes. Quanto ao universo dos Transportadores de RCC foram identificadas 228 empresas, segundo o cadastro COMLURB.

⁶ Referente à 1.393.314 habitantes.



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Quanto às dimensões do universo da **Reciclagem**, cabe esclarecer que os Geradores e Transportadores se confundem pela natureza do trabalho realizado. Estes são, basicamente, Entidades de Catadores, com maior ou menor grau de formalização, mas com total engajamento em responder aos questionários aplicados. Os Receptores, por falta de resposta, não foram avaliados.

No tocante aos **Grandes Geradores (GG)** o desafio foi obter dados dos principais responsáveis: Supermercados, Hotéis e Shopping Centers, não tendo sido consideradas informações de empresas Transportadoras e Receptoras.

3. METODOLOGIA DE ESTIMAÇÃO

O presente trabalho utilizou a metodologia conhecida como “Técnicas de Amostragem de Populações Finitas” (COCHRAN, 1977; BOLFARINE e BUSSAB, 2005).

O objetivo das técnicas de amostragem de populações finitas é obter informações sobre populações caracterizadas por N “unidades elementares” (pessoas, coisas, domicílios, empresas, etc.). A cada unidade elementar associa-se uma ou mais variáveis de interesse, cada uma representada por um valor mensurável Y_i , $i = 1, 2, \dots, N$. Os valores Y_i podem corresponder a variáveis inerentemente quantitativas (peso, preço, altura, renda, gasto, etc.) ou inerentemente qualitativas (tem ou não determinada propriedade, comumente representada por $Y_i = 1$, caso afirmativo, e $Y_i = 0$, caso negativo). No primeiro caso, a situação mais comum é resumir a população por uma medida de tendência central (média $Y_{med} = \sum Y_i/N$) e por uma medida de variabilidade (variância $\sigma^2 = \sum (Y_i - Y_{med})^2 / (N - 1)$). No caso de variável qualitativa, $Y_{med} = P =$ probabilidade de que uma unidade elementar escolhida aleatoriamente tenha a propriedade citada.

Essas informações podem ser obtidas por meio de um censo, em que todas as unidades elementares são examinadas, permitindo o cálculo de Y_{med} e σ^2 .

Esta solução pode ser antieconômica quando N for muito grande, levando à utilização de uma “amostra”, caracterizada pela seleção de um número n de unidades elementares, seguida do cálculo de “estimadores” da média e da variabilidade ($y_{med} =$ estimador de Y_{med} e $s^2 =$ estimador de σ^2). Para garantir que esses estimadores sejam representativos, é imperativo que a técnica de seleção dos elementos da amostra seja bem definida, caracterizando o que se chama “amostragem probabilística”, em que as probabilidades de seleção das unidades elementares são conhecidas. Os valores y_{med} e s^2 (média e variância da amostra) assim obtidos permitem determinar o estimador \hat{Y} do total Y e respectivo desvio padrão $DP(\hat{Y}) =$ quadrado da variância do estimador \hat{Y} , que por sua vez levam a um intervalo de confiança para o valor desconhecido Y . É usual estabelecer um limite para o «coeficiente de variação» $CV = DP(\hat{Y})/\hat{Y}$, que é uma medida relativa da precisão da estimação, de forma que o intervalo de confiança seja pequeno, quando comparado com o total estimado.

Uma vez obtidos o estimador, o desvio padrão e o CV de todos os setores, é possível obter os valores destas variáveis para o total. O Estimador de Total do Diagnóstico será a soma dos estimadores de total dos setores. O Desvio Padrão do Estimador de Total do Diagnóstico é calculado através da raiz quadrada da soma das variâncias dos setores, que vêm a ser o quadrado dos desvios padrão. O CV Total é calculado dividindo o DP do Estimador de Total do Diagnóstico pelo estimador de total do Diagnóstico.

É usual considerar-se que uma pesquisa tem precisão aceitável se o coeficiente de variação (desvio padrão do estimador de total/estimador de total) for menor ou igual a 10%. Portanto, foi arbitrado que **quando o valor de CV Total for menor ou igual a 10% os dados são suficientemente precisos.**

O CV é definido como a razão do Desvio Padrão (DP)/(Media) de uma variável aleatória. Portanto, mede o nível de variabilidade. Se a variável aleatória for o estimador de um determinado parâmetro, o CV é uma medida da precisão desse estimador. Quando dizemos que CV até 10% pode ser entendido como aceitável, queremos dizer que o estimador, sob esta ótica, pode ser considerado satisfatório para as aplicações. Quanto menor for o CV, melhor a precisão, mas temos que considerar que, para obter um CV menor teremos que gastar mais no processo de estimação, portanto é usual definir-se um limite, que está relacionado com a relação custo/benefício da pesquisa de campo.

Além disto, considera-se a aplicação da **margem do intervalo de confiança**, que é apenas uma outra maneira de avaliar se a precisão é suficiente ou não. A margem do intervalo de confiança se expressa em percentual do valor central, é igual a k vezes CV, em que **$k = 1,65$ para o intervalo a 90% de confiança, e $k = 1,96$ para o intervalo a 95%, valores extraídos da tábua da distribuição normal padronizada**. Isto significa que o valor real do total Y está dentro deste intervalo com uma probabilidade de 90% ou 95%, respectivamente. Assim, quanto mais certeza quisermos ter de que o valor real de Y está dentro do intervalo de confiança, maior será a margem. Ou seja, de certa forma, intervalo de confiança e CV do estimador correspondem ao mesmo conceito de precisão da estimação. O intervalo de confiança é uma informação mais completa, porque considera implicitamente a relação custo/benefício do estimador. **A margem a 90% de confiança foi considerada adequada para este estudo.**

O caso mais simples de utilização de uma técnica de amostragem é o de seleção por “amostragem simples sem reposição”, em que as unidades elementares são selecionadas por um mecanismo de sorteio que atribui a mesma probabilidade de seleção a todas as unidades elementares, excluindo de cada etapa de sorteio as unidades elementares selecionadas nas etapas anteriores. Para a utilização rigorosa deste “Plano Amostral”, é necessário ter acesso a um cadastro das unidades elementares.

Outras técnicas de amostragem de uso comum são:

- **amostragem estratificada** (a população é dividida em “estratos” – subpopulações com menor variabilidade interna), com amostragem simples dentro de cada estrato (com o objetivo de reduzir a incerteza para um mesmo tamanho de amostra);
- **amostragem de conglomerados** (a população é dividida em N_1 “conglomerados”, dos quais é selecionada uma amostra de n_1 , com probabilidades de seleção proporcionais ao tamanho e com reposição), e se usa amostragem simples dentro de cada conglomerado selecionado.

Entende-se por **Plano Amostral** a descrição da técnica de amostragem utilizada: número n de unidades elementares a serem selecionadas, probabilidades de seleção atribuídas às diversas unidades elementares, detalhes da metodologia de seleção e critérios de tratamento de “não respondentes”, ou seja, de unidades elementares selecionadas, mas cujas informações não puderam ser obtidas.

Já o **Censo** é um tipo de plano amostral segundo o qual se investiga todo o universo proposto. Sua aplicação ocorre quando a população é pequena a ponto da amostra ter diferença pouca expressiva do universo, ou quando é indispensável contar toda a população.

Identificou-se, ainda, que a correlação entre a produção histórica de resíduos de cada setor, de acordo com SOARES (2011) e COMLURB (2012) – conforme agregação estabelecida por estes autores –, e o Produto Interno Bruto (PIB) municipal por habitante (IPP, 2014) permite estimar as quantidades de resíduos que serão produzidos nos próximos anos. As equações, extraídas do Relatório 3 do presente projeto, cujos resultados encontram-se em toneladas diárias, seguem na Tabela 3.

Tabela 3 Equações para Projeção da Geração de Resíduos Sólidos nos Setores

Setor Gerador	Equação
Domiciliar	$0,0373\text{PIB per capita} + 3.366,60$
Público	$0,013\text{PIB per capita} + 2.885,10$
Serviços de Saúde	$- 0,0003\text{PIB per capita} + 44,84$
Grandes Geradores	$- 0,0034\text{PIB per capita} + 915,69$
Outros	$- 0,0279\text{PIB per capita} + 893,02$

4. OPÇÃO DE ABORDAGEM

Em vista do ineditismo da pesquisa e da diversidade das fontes de dados, bem como no intuito de garantir a qualidade da coleta das informações, optou-se inicialmente por elaborar um **Censo junto aos Receptores de todas as dimensões**, uma vez que estes representam uma significativa quantidade do resíduo gerado na cidade e são o conjunto com o menor número de agentes. Entretanto, em alguns casos isso não foi possível, principalmente por falta de resposta. Para RCC, onde 4 dos 14 Receptores não responderam, foi possível tratar a amostra obtida como resultante de **amostragem simples**, enquanto em RSS e GG, setores nos quais ocorreu unanimidade de não resposta, os Receptores sequer foram considerados.

Dada a possibilidade de que nem todo o resíduo gerado seja coletado e, este, depositado adequadamente, a pesquisa primária nas demais dimensões visa identificar esta diferença, para o que será aplicada uma pesquisa através de **Plano Amostral junto aos Geradores e aos Transportadores**.

Os planos amostrais apresentados neste projeto (Tabela 4) são fruto de critérios estatísticos consagrados e que elencamos:

A) Determinação do tamanho da amostra admitindo amostragem simples

- Tratar cada combinação (Ocupação, Fonte) como um universo de interesse próprio.
- Para cada universo de interesse próprio, determinar o tamanho de amostra (n) necessário para garantir uma margem de 5% do intervalo a 95% de confiança para a fração P das unidades amostrais que satisfazem uma determinada propriedade, considerando o “pior caso”, $P = 50\%$;
- Quando o valor de “ n ” for próximo ao de N (número de unidades no universo), usar censo;
- Quando $n < N$, selecionar a amostra por amostragem probabilística simples, sem reposição – gerar N números aleatórios usando a função aleatório do Excel, associar cada um deles aos elementos do universo, reordenar pelos números aleatórios e tomar os n primeiros. Não utilizar critérios subjetivos para seleção.

B) Ajustes para obter maior precisão e/ou para redução de custos

- Utilizar informações adicionais para obtenção de maior precisão (mediante amostragem estratificada) ou para redução de custos por entrevista (mediante amostragem por conglomerados).

Tabela 4 Identificação sobre técnica(s) aplicada(s) a cada caso

Setor	Gerador	Transportador
Comunidades	Divididas em Grandes, Planas/Inclinadas Grandes: amostragem estratificada (10 escolhidas) Planas/Inclinadas (todas excluídas do grupo de 10 "Grandes"): amostragem por conglomerados em dois estágios, com probabilidade proporcional ao tamanho medido em número de domicílios (15 em cada grupo) Amostra: 1100 domicílios	Censo
Indústria	Amostragem estratificada Amostra: 280	Censo
RSS	Amostragem estratificada Amostra: 152	Amostragem Simples
RCC ⁽¹⁾	Amostragem simples Amostra: 10	Amostragem Simples
Reciclagem	Amostragem simples Amostra: Amostra variável conforme o tipo de resíduo, = 30 ou 31 para a maioria dos tipos. No caso de madeira, só uma empresa respondeu, o que inviabiliza a estimação do DP para este tipo.	Sem Aplicação
GG	Amostragem simples Amostra: 224 Amostra (somente shopping centers, respostas por tipo de resíduo): 14 respondentes para resíduo orgânico e substancialmente menos nos demais tipos.	Censo

Fonte: Elaboração própria (2014)

⁽¹⁾ Receptores também pesquisados por amostragem simples e não censo

No setor de Comunidades, os questionários foram aplicados por pesquisadores diretamente junto aos domicílios. Nos demais, a solicitação ocorreu através de e-mail e algumas visitas a todo o universo e **as respostas obtidas foram consideradas como se fossem resultantes de amostragem simples, para efeito de análise.**

A partir da pesquisa primária, os dados das dimensões amostradas foram avaliados quanto ao Coeficiente de Variação e extrapolados, segundo parâmetros setoriais, e utilizados para, junto com os das recenseadas, validar o processo.

5. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE RESÍDUOS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

5.1 Resíduos de Comunidades

Os dados sobre Comunidades foram fornecidos pelo Instituto Pereira Passos, sendo divididos em três sub-universos [comunidades selecionadas originalmente (grandes), comunidades planas e inclinadas], conforme mostrado na Tabela 5. O grupo “Grandes”⁷ foi pesquisado usando a técnica de amostragem estratificada, com amostragem simples dentro de cada estrato e amostra proporcional ao tamanho do estrato, medido pelo número de domicílios, sem reposição. Os grupos “planas” e “inclinadas”⁸ foram pesquisados usando a técnica de amostragem por conglomerados em dois estágios, com seleção de 15 comunidades no primeiro estágio, com probabilidades proporcionais ao tamanho, com reposição, e 24 domicílios no segundo estágio, por amostragem simples, sem reposição.

Antes da pesquisa propriamente dita, foi realizada uma etapa qualitativa junto a duas comunidades de cada estrato com o intuito de identificar a clareza do questionário e o nível de interesse em responder dos entrevistados, o que fundamentou sua efetivação.

Com isto, foi possível obter dados sobre os hábitos da população quanto ao descarte dos resíduos gerados. A utilização de técnicas estatísticas aplicadas a esta base de dados, conforme metodologia apresentada no item 3, permitiu estimar o total de resíduos gerados nas Comunidades da Cidade do Rio de Janeiro no valor de 603,94 t/dia, apresentados por grupo na Tabela 5.

Tabela 5 Estimadores dos resíduos e respectivos desvios padrões para o setor Comunidades

Grupo	Total de Comunidades na Cidade	Total de Comunidades amostradas	Domicílios	Amostra (Domicílios pesquisados)	Estimador Total (t/dia)	DP Estimado Total (t/dia)	CV (%)
Grandes	10	10	75.082	380	115,94	6,53	5,6%
Planas	568	14 *	191.409	360	247,80	27,77	11,21%
Inclinadas	448	13 **	161.429	360	240,20	20,30	8,45%
Total	1.026	37	427.920	1.100	603,94	35,01	5,80%

Fonte: Elaboração própria (2014)

Nota: Os valores originalmente obtidos no questionário são em quilogramas mensais.

* Houve uma repetição no sorteio.

** Houve duas repetições no sorteio.

⁷ Dez comunidades escolhidas dentre as mais populosas, parte delas plana e parte inclinada, algumas com Unidades de Polícia Pacificadora, e situadas em diferentes regiões da cidade.

⁸ Os grupos “Planas” e “Inclinadas” compreendem as comunidades pequenas, médias e grandes excluídas as 10 previamente selecionadas. Planas são as com inclinação igual ou menor do que 10 graus. Inclinadas são as com inclinação maior do que 10 graus.

A Tabela 5 permite verificar que o CV ficou menor que 10%, sendo considerado bom. Em futuras pesquisas primárias dessa natureza será necessário ampliar o número de questionários aplicados, para reduzir o Coeficiente de Variação das Comunidades Planas para menos de 10%.

A Figura 3 mostra a resposta das comunidades no que se refere ao descarte regular e irregular de resíduos no tocante ao destino do lixo. Assim, descarte regular corresponde à caçamba ou à cesta de lixo e irregular a todo o restante.

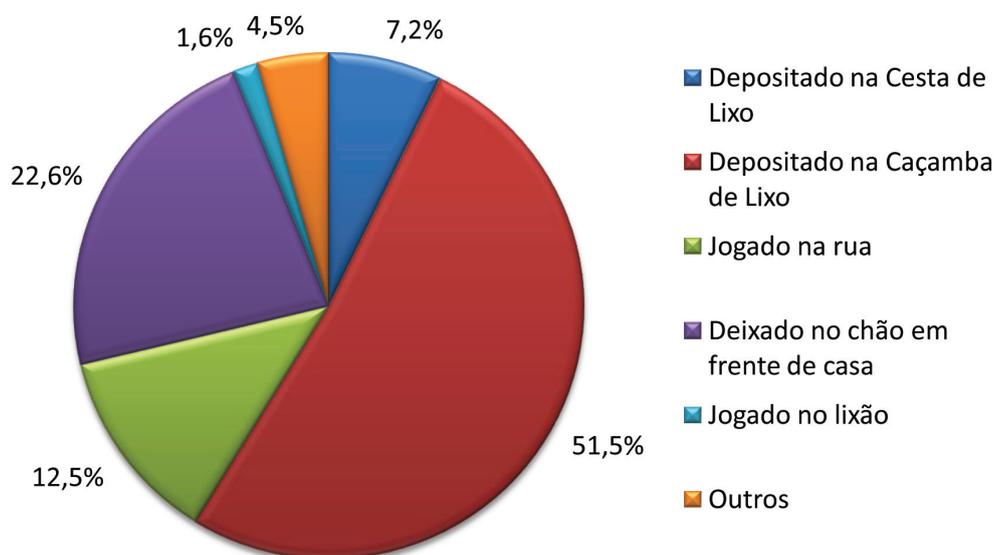


Figura 3 Formas de destinação dos Resíduos (%)

Fonte: Elaboração própria (2014)

Foi identificado o patamar médio de 42% dos resíduos domiciliares que não são descartados corretamente nas comunidades pesquisadas. Desta forma, aplicando-se este percentual ao total estimado, obtém-se o valor de 253,66 t/dia de resíduos descartados incorretamente – com desvio-padrão também proporcional, de 14,71 t/dia.

Em virtude das condições de acesso a estas comunidades serem dificultadas pelas larguras e declividade das vielas, é possível aceitar que estes resíduos não sejam integralmente coletados.

Apesar da COMLURB informar ao IBGE que coleta 95% dos resíduos gerados em Comunidades, os quais são contabilizados no setor de resíduos domésticos e públicos, optou-se por utilizar o valor do resíduo descartado inadequadamente como a contribuição deste setor para o Diagnóstico.

5.2 Resíduos e Efluentes Líquidos Industriais

Conforme detalhado a seguir, o valor final estimado de resíduos sólidos industriais do município do Rio de Janeiro foi de 413.500 t/ano, ou 1,133 t/dia. Destes, 12% são estimados resíduos perigosos (classe I), 57% são estimados resíduos não perigosos e não inertes (classe II-A) e 31% são estimados resíduos não perigosos e inertes (classe II-B).

Neste setor foram incluídos os dados estimados para os Efluentes Líquidos Industriais. Quanto aos resíduos, foram considerados apenas os não recicláveis.

O cadastro da FIRJAN segrega as empresas por número de Pessoas Ocupadas (PO). Em relação ao número de PO, a estratificação mostra que o nível de resposta das empresas com maior número de funcionários também foi maior, a seguir mostrada na Tabela 6.

Tabela 6 Universo total dividido nos dois estratos

Pessoas Ocupadas	Empresas		PO da categoria	
	Totais	Pesquisadas	Total	Pesquisadas
>30 (Estrato 1)	300	101	71997	46502
≤ 30 (Estrato 2)	532	26	6917	406

Fonte: Elaboração própria (2014)

A Tabela 7 apresenta os resultados gerais estimados de resíduos sólidos e efluentes industriais. Este valor apresenta o somatório estimado dos estratos 1 e 2.

Tabela 7 Resultados estimados de resíduos sólidos e efluentes industriais para o município do Rio de Janeiro

Resíduo	(t/ano)	(t/dia)	%
Resíduo Classe I	49.278	135	12
Resíduo Classe IIA	237.463	650,2	57
Resíduo Classe IIB	126.902	347,7	31
Resíduos Totais	413.471	1.132,8	100
Efluente	m³/ano	m³/dia	%
Efluente	6.770.340,58	18.548,88	100

Fonte: Elaboração própria (2014)

Os efluentes industriais, quando passíveis de tratamento e efetivamente tratados, geram lodo industrial e efluentes líquidos. A Figura 4(a) mostra a participação das tipologias industriais na geração de efluentes industriais e a Figura 4(b) apresenta os tipos de tratamento citados pelas indústrias.

Quando o tratamento retira dos efluentes líquidos a periculosidade, estes podem ser descartados na rede de saneamento. Do contrário, é necessário tratamento complementar.

Já no caso do lodo do tratamento dos efluentes líquidos, que está contabilizado como resíduo sólido na Tabela 7, as distribuições por tipologia podem ser vistas na Figura 5, a seguir.

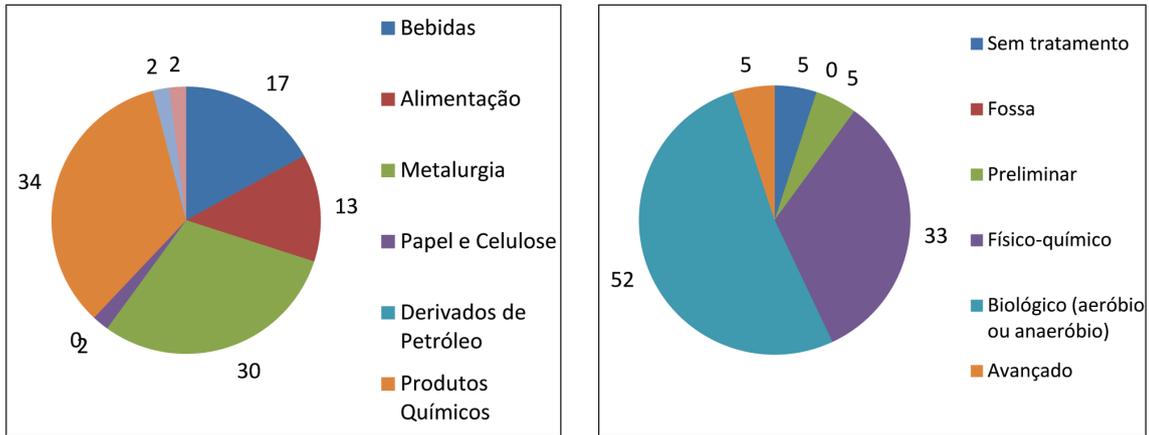


Figura 4 (a) Contribuição % de efluentes por tipologia; (b) Tipo de tratamento % dos efluentes das indústrias pesquisadas

Fonte: Elaboração própria (2014)

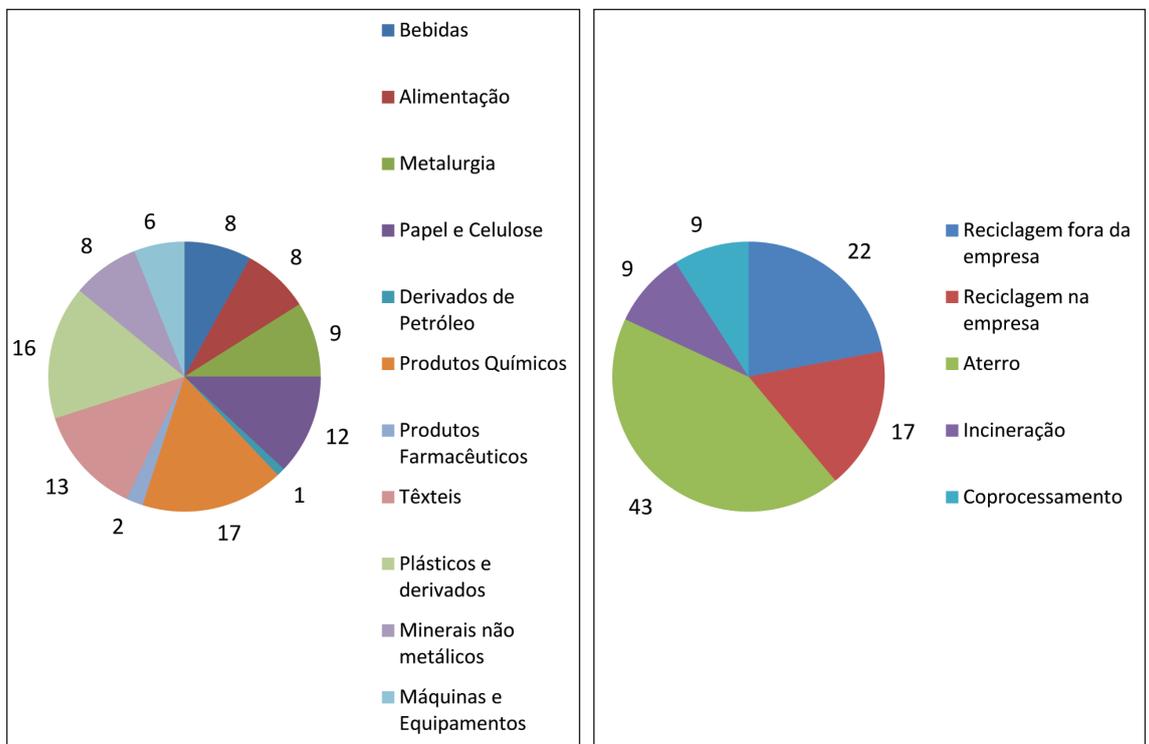


Figura 5 (a) Participação % de resíduos industriais por tipologia industrial; (b) Tipo de tratamento % dos resíduos sólidos das indústrias pesquisadas

Fonte: Elaboração própria (2014)

5.3 Resíduos de Construção Civil – RCC

O setor da construção civil possui grande participação no Produto Interno Bruto (PIB) e demanda uma grande quantidade de recursos não renováveis, principalmente os de origem mineral (FERREIRA e CARDOSO, 2013).

Segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2013), no Brasil os resíduos da construção civil e demolição representam 66,66% dos resíduos sólidos urbanos. E, por isto, representa grande significância no quesito logística.

Este dado expressivo reforça a necessidade de um gerenciamento eficaz dos resíduos de construção civil para garantir sua redução, reuso e reciclagem crescentes (FERREIRA e CARDOSO, 2013) de modo a evitar o comprometimento da vida útil dos depósitos de resíduos.

Para a realização deste diagnóstico de RCC, foram avaliados todos os agentes atuantes na gestão do mesmo: Geradores, Transportadores e Receptores e, a partir disso, integradas as informações em um sistema padronizado. Deve ser esclarecido que os dados fornecidos de RCC envolvem todas as categorias (A, B, C e D)⁹, e que não foram obtidas junto à Secretaria Municipal de Urbanismo informações exclusivas sobre demolições por ela licenciadas ou de obras sujeitas ao licenciamento da SMAC. Dessa forma, considera-se que estes valores estejam contabilizadas nos dados informados pelos Receptores.

9 Classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002, são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (redação dada pela Resolução CONAMA nº 431/11).

Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução CONAMA nº 431/11).

Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (redação dada pela Resolução CONAMA nº 348/04).

Tabela 8 Dados quantitativos de RCC dos Receptores

Receptores		Área (m ²)	Funcionários	RCC (t/mês)	RCC (t/dia)
1	Amb&Tech	2.520	3	4,7	0,2
2	Chaco-Vaco	14.000	60	4.000,0	133,3
3	CRR	52.540	462	100,0	3,3
4	CTR Seropédica	-	-	300,0	10,0
5	CTRCC	400.000	15	61.440,0	2.048,0
6	Emasa	200.000	20	36.354,0	1.211,8
7	Gericinó	-	-	19.500,0	650,0
8	Global Rcd	100.000	10	10.000,0	333,3
9	Haztec	-	429	790,7	26,4
10	Pedreira Copacabana + Arco da Aliança	136.000	35	113.665,6	3.788,9
TOTAL		905.060	1.034	246.155,0	8.205,2

Fonte: Elaboração própria (2014)

Foram 14 as empresas Receptoras, 228 as Transportadoras e 18 as instituições Geradoras de RCC contatadas, por amostragem simples. Nas Tabelas 8 a 14, podem ser visualizados os respectivos dados quantitativos fornecidos pelas empresas e instituições que contribuíram para este Diagnóstico.

A capacidade potencial instalada nas unidades Receptoras de RCC, de forma a viabilizar o seu reaproveitamento por terceiros, é da ordem de 4.700 t/dia. Entretanto não foi possível identificar que percentual deste valor retorna à cadeia produtiva da reciclagem da construção civil.

No caso de Receptores, os que responderam – e recebem 8.205,2 t/dia – correspondem a 90% do material gerado na Cidade do Rio de Janeiro, segundo a Associação dos Aterros de Resíduos de Construção Civil no Estado do Rio de Janeiro (ASSAERJ). Este grupo foi considerado um estrato e os restantes foram agregados como segundo estrato e teve aplicada a técnica de proporcionalidade, conforme a Tabela 9, a seguir. Com isto, foi possível estimar com maior precisão o total.

Tabela 9 Estimativas do quantitativo de RCC dos Receptores

Receptores	Quantidade (t/mês)		
	Estrato 1	Estrato 2	Total
Número de Empresas	10	4	14
Representatividade (%)	90	10	100
Total (toneladas/mês)	246.155	27.357	273.506
DP Total	0 (censo)	7.439	7.439
CV (%)	0	22,61	2,71

Fonte: Elaboração própria (2014)

O valor, extrapolado para o universo, que os aterros estão recebendo diariamente é de **9.116** toneladas, com coeficiente de variação (CV) de 2,71%, considerado muito bom dentro da faixa arbitrada.

Tabela 10 Dados quantitativos de RCC dos Transportadores

	Transportadores	Área (m ²)	Funcionários	Frota	RCC (t/mês)	RCC (t/dia)
1	Águia Entulho Transportes Ltda.	600	20	8	3.600	120,0
2	Alfa Ambiental	-	-	-	2.117	70,6
3	Big Entulho Ltda.	350	12	3	3.000	100,0
4	Cesar Transportes	12	6	4	354,17	11,8
5	França Entulho	-	1	1	190	6,3
6	Henri Log	50	47	16	37.440	1.248,0
7	J.D. Comércio e Transporte	600	25	-	2.521	84,0
8	Mastiga Entulho	100	3	1	80	2,7
9	Mega Entulho Ltda.	200	2	2	2.400	80,0
10	Paraíso Tobias Transporte e Serviços Ltda.	312	5	3	1.375	45,8
11	PC Serviços de Frete e Carreto Ltda.	250	2	1	180	6,0
12	Radar Transportes e Serviços de Engenharia Ltda.	320	6	3	2.400	80,0
13	Rainha do Sul Ltda.	400	4	2	1.620	54,0
14	Rio Entulho Ltda.	200	3	2	2.520	84,0
15	Sanetran	3.000	25	2	100	3,3
16	Seidel	20	2	3	73	2,4
17	Só Entulho Transporte Ltda.	420	4	19	4.200	140,0
18	Vale Suíço Transportes e Serviços Ltda.	350	3	3	300	10,0
19	VaptVupt Entulhos Ltda.	450	7	3	3.000	100,0
20	Vitor Hugo Demolições	91	125	-	-	-
21	WW Solução Rio Serviços Ltda.	200	3	3	270	9,0
	TOTAL	7.925	305	79	67.740	2.258,0

Fonte: Elaboração própria (2014)

As 20 empresas que responderam na dimensão de Transportadores somam 2.258 t/dia, ou a média de 112,9 t/dia por empresa, e correspondem a 8,7% do total das 228 empresas do setor. Com isto, a estimativa da quantidade transportada é mostrada na Tabela 11.

Tabela 11 Estimativa do quantitativo de RCC dos Transportadores

Transportadores	Quantidade (t/mês)	Quantidade (t/dia)
Média por Transportador	3.387	112,9
DP.	8.126	270,9
DP Media	1.625	54,2
Total	338.514	11.283,8
DP Total	162.514	5.417,1

Fonte: Elaboração própria (2014)

A extrapolação da quantidade de RCC transportada atinge **11.284 t/dia**, com coeficiente de variação (CV) de 47,98%, considerado ruim, muito acima do limite aceitável estabelecido.

Tabela 12 Dados quantitativos de RCC dos Grandes Geradores (GG)¹⁰

Geradores		RCC (t/mês)	RCC (t/dia)
1	CDURP	30.337,0	1.011,2
2	CGO-SMO	18.569,7	619,0
3	CITD	36,0	1,2
4	Remoção Gratuita da COMLURB	576,5	19,2
5	CONCAL	1.606,0	53,5
6	MERCK GROUP	7.580,0	252,7
7	METRÔ RIO	692,4	23,1
8	OAS	3.984,0	132,8
9	ODEBRECHT	4.638,6	154,6
10	SIG ENGENHARIA	4.365,4	145,5
11	OUTROS	66.525,1	2.217,5
TOTAL		138.911,0	4.630,4

Fonte: Elaboração própria (2014)

Outros = Reformas autorizadas de maio de 2013 a outubro de 2014 pela Coordenadoria Geral de Planejamento Urbano da Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio de Janeiro mediante habite-se.

Os 11 Grandes Geradores de RCC listados informaram contribuir com 4.630,4 t/dia, na média de 420,9 t/dia por Grande Gerador. A estimativa do total é apresentada na Tabela 13.

Tabela 13 Estimativa do quantitativo de RCC dos Geradores

Geradores	Quantidade (t/mês)	Quantidade (t/dia)
Media	12.628	420,9
DP.	20.134	671,1
DP Media	3.786	126,2
Total	227.308	7.576,9
DP Total	68.143	2.271,4

Fonte: Elaboração própria (2014)

A estimativa obtida para os Geradores é de 7.576,56 t/dia, que equivale à estimativa do universo das empresas Geradoras contatadas. A este valor deve ser acrescido o montante das reformas e construções que necessitam de licenciamento ambiental conforme Resolução SMAC no 519/2012, e cujos dados quantitativos de RCC foram obtidos junto às Gerências Técnicas Regionais de Fiscalização da SMAC (GTRs). Como os processos disponíveis são de 2004 a 2014, foi calculado o total de cada classe de origem em órgãos públicos e privados para, então, somá-los e calcular a média mensal do período e, em seguida, a média diária.

¹⁰ Não foi possível precisar, neste Diagnóstico Preliminar, o total de RCC reaproveitado diretamente pelas grandes obras em andamento na Cidade, quer seja no próprio canteiro de obras ou em outras frentes do mesmo gerador. Apenas a CDURP, companhia responsável pela revitalização da área portuária, informou a reciclagem média diária de 987,30 toneladas, o que representa 98% de reciclagem no ano de 2014. É importante ressaltar que outras grandes obras, como os BRTs (Bus Rapid Transit), acusam valores de reaproveitamento de resíduos, desde a sua implantação, da ordem de 1.267.300 toneladas (O GLOBO, Seção RIO, segunda-feira, 15/12/2014, p. 6).

Tabela 14 Dados quantitativos de RCC dos Geradores pesquisados nas GTRs

	Público (t)				Privado (t)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
GTR1	110.467,49	11.442,78	1.623,98	69,22	2.069.603,90	83.107,37	15.316,30	1.723,79
GTR2	100.862,03	6.464,76	200,76	729,26	204.431,87	21.439,27	3.479,86	1.226,89
GTR3	276.751,76	17.361,02	1.551,74	1.134,81	2.160.084,31	84.770,35	11.701,06	2.442,65
GTR4	251.505,98	4.333,28	30,00	0,01	281.002,72	16.795,31	5.519,62	580,77
SUBTOTAL	739.587,26	39.601,85	3.406,49	1.933,30	4.715.122,80	206.112,29	36.016,82	5.974,10
TOTAL	5.747.754,91							
Média Mensal (2004-2014)	6.163,23							
Média Diária	205,44							

Fonte: Elaboração própria (2014)

A soma das médias diárias de geração dos geradores das grandes obras com os geradores pesquisados nas GTRs atinge **7.782 t/dia**. Entretanto, o coeficiente de variação (CV) é bastante elevado, de 29,98%, bem acima do limite aceitável estabelecido.

Com base no menor coeficiente de variação, na faixa de 2,71% (9.116 t/dia), o valor a ser considerado para RCC foi o obtido na pesquisa junto aos Receptores.

5.4 Resíduos de Reciclagem

Neste trabalho, o termo Reciclagem está sendo usado com uma abordagem que contempla a separação, coleta, segregação e destinação de resíduos aos grandes atacadistas que atuam no município do Rio de Janeiro, incluindo em algumas etapas desse fluxo a participação de catadores de materiais recicláveis.

Os grande atacadistas são os responsáveis pela destinação, direta ou após beneficiamento, às indústrias, cuja grande maioria está estabelecida fora do município e, em muitos casos, fora do estado do Rio de Janeiro.

Cabe ressaltar que a CDURP informou encaminhar o equivalente a 1.000 t/dia de material para reciclagem. Entretanto, como este tipo de informação só foi prestado por este Gerador, não é possível estimar o potencial do setor. A Figura 6 apresenta o fluxo genérico de ações ou processos dos agentes, necessários à reciclagem de resíduos.

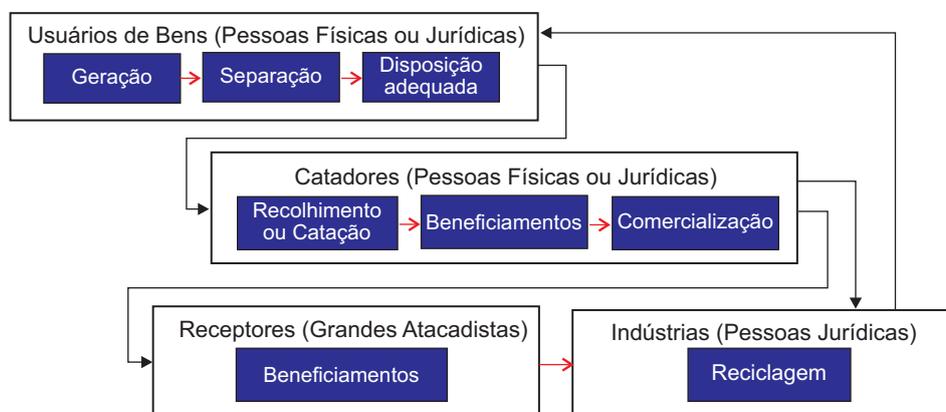


Figura 6 Fluxo de ações ou processos dos agentes, necessários à reciclagem de resíduos

Fonte: Elaboração própria (2014).

O modelo de diagnóstico das entidades de catadores de materiais recicláveis¹¹, elaborado pela Comlurb em 2013 e intitulado Tabela Diagnóstico de Cooperativas foi aproveitado, com adequações, para realização da pesquisa de campo aplicada para o presente Diagnóstico. Foram identificadas 39 entidades atualmente em operação, das quais 31 contabilizam as quantidades de materiais. O censo¹² realizado pela equipe de campo junto às entidades de catadores resultou na Tabela 15.

Tabela 15 Quantidades informadas pelas 31 entidades identificadas e consultadas

Tipo de Resíduo	Quantidade (t/mês)	Quantidade (t/dia)
PET	201,4	6,7
Plást Rígido	156,3	5,2
Plást Filme	140,1	4,7
Vidros	363,7	12,1
Ferro	247,0	8,2
Alumínio	55,7	1,9
Cobre	4,0	0,1
Metal	11,0	0,4
Papéis	866,0	28,9
Papelões	519,3	17,3
Tetrapak	31,6	1,1
TOTAL	2.596,1	86,6

Fonte: Elaboração própria (2014).

Estas entidades reciclam a quantidade média mensal de 2.596,1 toneladas de materiais recicláveis, com destaques para papéis, papelões e vidros. Também ocorre o movimento médio mensal de 16.340 litros de óleo comestível usado e de 96 toneladas de madeira.

Da pesquisa de campo com as entidades de catadores foram identificadas 47 empresas Receptoras de seus materiais recicláveis, devidamente regularizadas junto ao Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica. Segundo a Gerência de Pesquisa Aplicada¹³ da COMLURB, as 47 empresas Receptoras de recicláveis concentram seus produtos em 4 ou 5 empresas (formais e informais), como também citado em COMLURB, 2014a¹⁴: “... centenas de pequenos e médios depósitos de materiais recicláveis de particulares (cerca de 600 “ferros-velhos”) e de 4 ou 5 grandes depósitos, que recolhem os recicláveis destes pequenos e médios estabelecimentos (além dos materiais dos condomínios residenciais e imóveis comerciais, que separam e vendem os recicláveis aos depósitos).” Entretanto, tais empresas não responderam aos questionários aplicados.

¹¹ Fez-se a opção de denominar como entidade de catadores de materiais recicláveis tendo em vista que na prática existem as cooperativas de catadores, associações, empresas e organizações religiosas atuando na reciclagem.

¹² Em virtude deste setor ter sido recenseado, não é necessário realizar teste de validação.

¹³ Entrevista realizada em março de 2014.

¹⁴ COMLURB: Coleta Seletiva: Caracterização em 30 Bairros do Rio de Janeiro. Gerência de Pesquisas Aplicadas. Fev. 2014a.

A análise dos materiais potencialmente recicláveis provenientes da coleta seletiva da COMLURB, realizada em 30 bairros, apresentou a distribuição média constante da Figura 7.

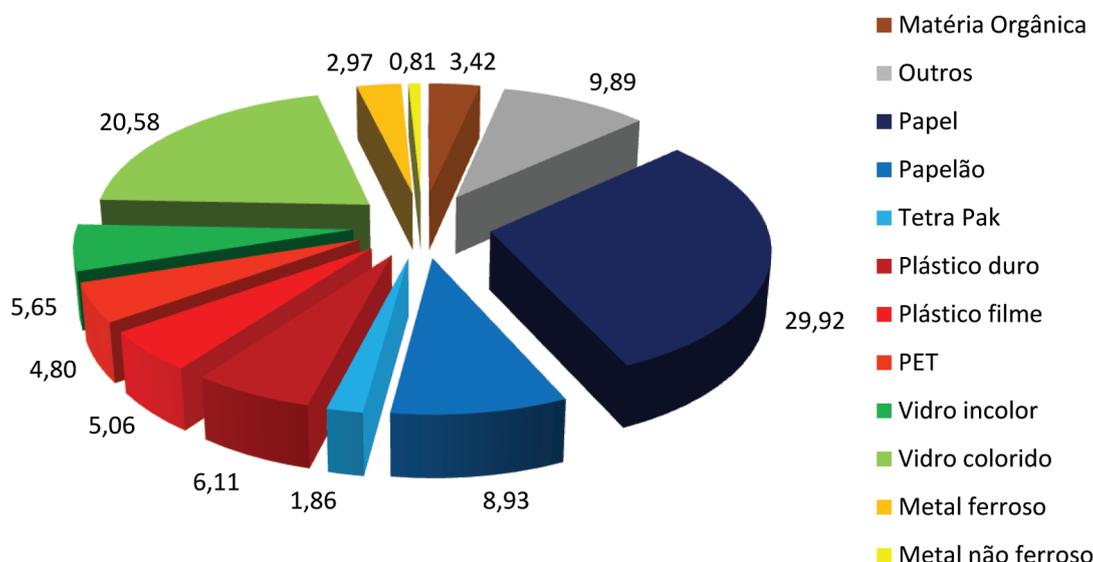


Figura 7 Resíduos Potencialmente Recicláveis – Média das Amostras da Coleta Seletiva de 30 Bairros

(vide parágrafo anterior que cita “materiais potencialmente recicláveis”, pois o teste gravimétrico inclui os rejeitos recicláveis não comercializáveis)

Fonte: COMLURB (2014)

A Figura 7 mostra que os resíduos potencialmente recicláveis são compostos, em peso de 3 componentes principais: papel e papelão, vidros e plásticos, que totalizaram mais de 80%.

O estudo também apontou que nos 30 bairros analisados a coleta seletiva representou, em dezembro de 2013, **0,87%** (1.372 toneladas) do total de resíduos domiciliares coletados. Cabe ressaltar que a Coleta Seletiva feita pela COMLURB ainda não atende todos os bairros do município e que há demanda por maior esclarecimento à população quanto à questão da contaminação dos materiais separados. Deve-se esclarecer que há perdas e estes recicláveis acabam sendo recolhidos novamente pela coleta ordinária da COMLURB como Resíduos Urbanos.

Nas entrevistas com agentes do segmento e pesquisadores foi possível constatar que, nos últimos meses, houve uma significativa mudança de cenário relacionado aos recicláveis no município do Rio de Janeiro. Conhecedores do setor e membros de entidades de catadores citam como causas desta melhoria:

- A ampliação da coleta seletiva pela COMLURB nos bairros do Rio de Janeiro, que em setembro de 2013 já atingia 68 bairros¹⁵;

¹⁵ <http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=4380174>. Acesso em: fev. 2014.

- Crescente entrega de recicláveis pela COMLURB às entidades de catadores;
- A destinação dos resíduos dos grandes eventos (como, por exemplo, a Jornada Mundial da Juventude, Rock in Rio e a Copa do Mundo) a cooperativas de catadores;
- A intensificação do fornecimento de materiais recicláveis por instituições públicas, principalmente do âmbito federal, às entidades de catadores de materiais recicláveis;
- Os resultados práticos dos projetos Cataforte¹⁶ I e II;
- As capacitações e apoios operacionais às entidades de catadores, promovidos por órgãos públicos e privados, embora ainda com baixa sistematização, tais como:
 - As oficinas aplicadas pelo SESCOOP dentro do Programa de Ampliação da Coleta Seletiva da Cidade (Contrato 10.2.2030.1, firmado entre o município e o BNDES em dezembro de 2010, da Federação e Organização das Cooperativas Brasileiras do Estado do Rio de Janeiro – OCB/RJ);
 - O Núcleo de Solidariedade Técnica (SOLTEC) do Núcleo Interdisciplinar de Desenvolvimento Social (NIDIS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com o Programa de Informação e Pesquisa em Resíduos;
 - A Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da Coordenação dos Programas de Pesquisa em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ);
 - O Instituto Coca-Cola em parceria com a ONG Doe Seu Lixo;
 - A empresa Wise Waste e a Recicleta/Tetra Pak que vêm promovendo capacitação e instrumentalizando as entidades de catadores;
- O crescente número de empresas e condomínios que já destinam seus recicláveis, através de venda ou doação, diretamente a entidades de reciclagem;
- A operação da Cooperativa de 2º Grau (cooperativa constituída por outras cooperativas) como a Rede Recicla Rio;
- A operação da 1ª Central de Triagem, em Irajá, do Programa PCRJ-BNDES, pelo COOPFUTURO.

Cabe ressaltar que, pela natureza do trabalho realizado, os Geradores e Receptores realizam o transporte de seus materiais, eliminando a figura do Transportador deste Setor.

Os dados utilizados se restringem àqueles obtidos, por censo, junto aos agentes Geradores. Os Receptores, por falta de resposta aos questionários, não foram avaliados.

¹⁶ O Cataforte é um projeto voltado à estruturação de redes de cooperativas e associações para que estas redes se tornem aptas a prestar serviços de coleta seletiva para prefeituras, participar no mercado de logística reversa e realizar conjuntamente a comercialização e o beneficiamento de produtos recicláveis. O Cataforte I foi iniciado em 2009 e teve como principal objetivo estimular a organização de grupos de catadores com base nos princípios da economia solidária. O Cataforte II foi iniciado em 2010 e teve como principal objetivo, fortalecer a estrutura logística das cooperativas e associações de catadores, agora já articulados em rede. Este último promoveu a entrega de caminhões para as cooperativas de catadores e estes caminhões, no Rio de Janeiro, são usados de forma compartilhada entre algumas entidades de catadores, viabilizando as operações de coletas e vendas de materiais.

5.5 Resíduos de Serviços de Saúde – RSS

Com base nos questionários aplicados, foi possível estimar a quantidade de 124,7 t/dia de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) das unidades Geradoras. Entretanto as informações fornecidas, através dos questionários, pelos Transportadores e Receptores, da ordem de 237,3 t/dia e 20,8 t/dia, respectivamente, não foram consideradas no presente Diagnóstico uma vez que os mesmos lidam também com material de outros municípios.

Os Geradores foram divididos em 3 estratos de primeiro nível (hospitais públicos, UPAs – Unidades de Pronto Atendimento e hospitais particulares). Os hospitais públicos, foram pesquisados por amostragem estratificada (iniciais e complementares)¹⁷ com amostragem simples dentro de cada estrato. Para os hospitais particulares também foi utilizada amostragem estratificada, sendo recenseado o primeiro estrato e utilizada amostragem simples para o segundo estrato. As UPAs foram pesquisados por amostragem simples.

A Tabela 16, a seguir, mostra a classificação dos RSS por grupo, segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Tabela 16 Grupos segundo a Resolução ANVISA – RDC 306-2004

Grupos	Significado
Grupo A	Resíduos com possível presença de agentes biológicos infectantes
Grupo B	Resíduos químicos
Grupo C	Rejeitos Radioativos
Grupo D	Resíduos Equiparados aos Resíduos Domiciliares
Grupo E	Resíduos Perfurocortantes

A quantidade de resíduos do Grupo B na quase totalidade dos Geradores está próxima a 0%, ou seja, representa muito pouco frente aos Grupos A e E que, por sua vez, são menores que o resíduo do Grupo D. Estes resíduos do Grupo D são, em grande parte, orgânicos, gerados por restaurantes e cozinhas dos hospitais, recolhidos e dispostos em aterros sanitários por empresas diferentes das especializadas no transporte e tratamento de RSS. Todos os hospitais estudados não forneceram dados de coleta sobre os resíduos radioativos, do Grupo C, apesar de constar no questionário enviado, cabendo uma futura consulta ao CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear – que regulamenta o assunto, inclusive quanto ao transporte de rejeitos radioativos (Norma CNEN-NE 501 de 1988).

Para fins do presente Diagnóstico, os RSS são aqueles que necessitam de tratamento e destinação diferente da aplicada aos RSU e, portanto, compreendem resíduos dos Grupos A, B e E.

¹⁷ Iniciais são os hospitais públicos que responderam a essa primeira etapa. Em uma segunda etapa, os que não haviam respondido foram amostrados com um tamanho de amostra menor, e os que responderam foram considerados no estrato de complementares. Esses estratos foram tratados em separado, e depois agregados pelas técnicas de amostragem estratificada.

Foram também considerados os dados relativos à coleta de resíduos de saúde da COMLURB, no período de 2005 a 2011, quando a instituição era responsável pela sua coleta, transporte e disposição final. No documento “Caracterizações Gravimétrica e Bacteriológica dos Resíduos Sólidos Domiciliares Recolhidos pela COMLURB no Município do Rio de Janeiro – 2012”, consta que foram coletadas 4.897 toneladas de RSS no ano de 2011, conforme a Tabela 24. O valor decrescente ao longo dos anos indica o aumento de eficiência da segregação na fonte dos resíduos infectantes dos não infectantes. Este valor foi utilizado na dimensão de Receptores.

Tabela 17 Coleta de Resíduos de RSS na Cidade do Rio de Janeiro

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
População (habitantes)	5.894.349	5.909.592	5.909.592	5.940.077	5.955.324	5.970.562	5.993.553
Coleta de RSS (t/ano)	15.089	14.758	14.324	13.336	7.772	6.667	4.897
Coleta de RSS (t/dia)	41,3	40,4	39,2	36,5	21,3	18,3	13,4

Fonte: COMLURB (2014a), IPP (2013)

A Tabela 18 apresenta os testes de validação e geração estimada para os Geradores de RSS no município do Rio de Janeiro.

Tabela 18 Testes de Validação e Geração Estimada de RSS por fonte geradora

Unidades	Dados da Pesquisa (t/ano)	N (unidades)	n (unidades)	Média (t/ano)	Var. Média (t/ano)	CV (%)	Estimador Total (t/ano)	Estimador Total (t/dia)
1. Geradores	4.421,30	283				54,03%	45.514,90	124,70
1.1 Hospitais Públicos	2.484,50	76		90,49	1.823,95	47,19%	6.877,40	
1.1.1 Estrato 1 – Iniciais	2.250,00	8	8	281,25	0		2.250,00	
1.1.2 Estrato 2 – Complementares	136,10	68	2	68,05	2.278,36		4.627,40	
1.2 UPAs	98,40	30	5	19,68	0,75	4,40%	590,40	
1.3 Hospitais Particulares	1.936,80	177		214,96	18.967,14	64,07%	38.047,10	
1.3.1 Estrato 1 – Rede D’Or	1.499,10	10	10	149,91	0,00		1.499,10	
1.3.2 Estrato 2 – Complementares	437,70	167	2	218,85	21.306,66		36.547,95	

Fonte: Elaboração própria (2014).

Nota: “N” representa o número de elementos do Universo. “n” representa o número de elementos da amostra. CV representa o Coeficiente de Variação.

Os CV’s obtidos podem ser considerados bons para as UPAs e ruins para os Hospitais Públicos e Particulares. O CV do setor pode ser considerado ruim.



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Ressalta-se que os dados dos Transportadores e Receptores foram desprezados em virtude destes atenderem a clientes de outros municípios e não segregarem os dados por município.

5.6. Resíduos Domésticos e Públicos

5.6.1. Efluentes Domésticos e Públicos

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) (Ministério das Cidades, 2013), as instituições Companhia Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE) e Foz Águas 5 coletam 80,95% do esgoto gerado pelos domicílios no município do Rio de Janeiro, o equivalente a 462.795.830 metros cúbicos anuais, dos quais 400.101.000 m³/ano pela CEDAE. Por isto, foram solicitados dados sobre efluentes no município a ambas através de questionários enviados.

O tratamento é aplicado a 332.189.480 m³/ano, dos quais 326.553.000 m³/ano pela CEDAE (Ministério das Cidades, 2013).

A partir dos dados informados em resposta aos questionários, observou-se que na maioria das unidades o tratamento é secundário, contendo sistema de lodos ativados e a quantidade de lodo gerada atinge 4.253 toneladas por ano (CEDAE e FOZ ÁGUAS, 2014). Em todas as unidades o destino do lodo, após o tratamento, é o aterro sanitário.

5.6.2. Resíduos Domésticos e Públicos

Os resíduos urbanos são todos os resíduos de limpeza de ruas e logradouros e os coletados pela COMLURB na sua coleta domiciliar e dos pequenos Geradores¹⁸. Assim, foram considerados neste Diagnóstico os dados informados pela COMLURB, que faz a gestão dos resíduos na Cidade do Rio de Janeiro.

Dada a expressiva participação da fração orgânica nos resíduos urbanos, com base na análise gravimétrica da COMLURB, já foi constatada sua importância como fonte emissora de metano nos Inventários de Emissões de Gases Responsáveis pelo Aquecimento Global da Cidade do Rio de Janeiro.

Entretanto, como os fatores de emissão utilizados nos inventários foram extraídos de uma tabela sugerida pelas Nações Unidas, um dos principais objetivos do Diagnóstico é identificar a efetiva contribuição dos resíduos em função de suas características. Por isto, a pesquisa utilizou a análise da composição dos macronutrientes nos resíduos coletados para estimar a geração de metano em função dos dados de diferentes áreas da Cidade.

Foram consideradas a renda média e a contribuição de matéria orgânica dos bairros para os quais houvesse possibilidade de obtenção de amostras dos resíduos. O cruzamento dos dados da COMLURB com os do IBGE (2010), em relação à média de renda da população do Rio de Janeiro, permitiu identificar as Áreas de Planejamento (AP) 2.1 como a de maior renda e a AP 3.3 como a de menor renda¹⁹.

¹⁸ Considerando a Lei Municipal nº 3.273, de 06/09/2001, inciso IX, artigo 7º, que classifica o grande gerador, por consequência definiu-se Pequeno Gerador como a Pessoa Jurídica que gera até 1 saco de 120 litros por dia.

¹⁹ Apesar da AP 3.3 ser a de menor renda, a COMLURB não dispunha de dados. A de menor renda com disponibilidade de dados da COMLURB é a 3.2. Por isto, trabalhamos com a 3.2.

Os bairros que representam as APs na pesquisa são Lagoa (AP 2.1) (alta renda) e Manguinhos (AP 3.1) (embora não pertencente a AP 3.3, foi considerado pelo IBGE como um dos bairros de menor renda do município). A título de analisar um bairro de renda média, foi escolhida a Tijuca (AP 2.2). A Tabela 19 apresenta a média de todas as amostras em todas as caracterizações das frações.

Tabela 19 Resultados das caracterizações das amostras de material orgânico

Renda	Frutas, Verduras e Cascas (%)	Folhas, Caules, Palha, Grama e Raízes (%)	Restos de Comida (%)	Outros (%)
Alta	62,85 ($\pm 0,45$)	5,17 ($\pm 0,67$)	16,61 ($\pm 2,47$)	15,37 ($\pm 1,95$)
Média	71,19 ($\pm 3,39$)	6,19 ($\pm 1,59$)	9,34 ($\pm 2,84$)	13,28 ($\pm 1,62$)
Baixa	58,07 ($\pm 8,36$)	5,02 ($\pm 1,33$)	17,55 ($\pm 1,42$)	19,36 ($\pm 5,62$)
Geral	64,04 ($\pm 7,31$)	5,46 ($\pm 1,22$)	14,50 ($\pm 4,38$)	16,01 ($\pm 4,08$)

Fonte: Elaboração própria (2014)

Os resultados das análises dos resíduos domiciliares, representados pelas amostras selecionadas nesse estudo (alta, média e baixa renda), foram submetidos à análise estatística, através do software SPSS Statistics versão 22, para utilização dos Testes de Análise de Variância (ANOVA), incluindo Testes Post Hoc (Tukey, T3 Dunnet). Não houve diferença estatística significativa entre as amostras de alta, média e baixa renda.

As amostras dos bairros elencados foram encaminhadas para análises físico-químicas e da composição macromolecular, cujos resultados estão descritos na Tabela 20 e foram utilizados para a quantificação a contribuição dos resíduos orgânicos nos gases de efeito estufa.

Tabela 20 Valores médios das análises físico-químicas e composição macromolecular para as amostras da alta, média e baixa renda

Renda	Umidade (%)	Sólidos Voláteis (%)
Alta	77,34 ($\pm 1,26$)	92,64 ($\pm 3,35$)
Média	79,55 ($\pm 1,11$)	90,93 ($\pm 1,28$)
Baixa	72,30 ($\pm 1,04$)	90,91 ($\pm 2,27$)
Geral	76,40 ($\pm 3,37$)	91,49 ($\pm 2,29$)

Fonte: Elaboração própria (2014)

Segundo Ehrig (1991), a geração teórica de CH_4 é de 453 N.ml de CH_4 /g de carboidrato, 509 N.ml de CH_4 /g de proteína e 1.021 N.ml de CH_4 /g de lipídeo. Estes valores foram multiplicados pelas quantidades encontradas nos ensaios laboratoriais e permitiram obter os dados apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 Potencial teórico de geração de biogás por estequiometria para as amostras da alta, média e baixa renda

Renda	Caracterização Química (% massa)			Potencial Teórico de CH ₄ (N.m ³ /t)*
	Carboidratos	Proteínas	Lipídeos	
Alta	22,5	68,8	8,5	538,9
Média	37,3	56,5	6,1	518,8
Baixa	51,0	39,0	9,4	525,5
Geral	36,9	54,7	8,0	527,7

Fonte: Elaboração própria (2014)

*Volume de Biogás Acumulado (m³) corrigido para as Condições Normais de Temperatura e Pressão – CNTP.

Conforme a Tabela 20, o potencial teórico de CH₄ variou de 518,8 a 538,9 m³/tonelada de resíduo orgânico, sendo o maior percentual para a alta renda, provavelmente devido ao maior teor de proteínas, cuja contribuição para geração de metano é maior quando comparada aos carboidratos.

É importante salientar que valores obtidos apenas de formulações teóricas podem ser elevados, uma vez que essas formulações consideram condições ótimas de degradação anaeróbia dos resíduos (Maciel, 2009). Durante o processo de decomposição ao longo do tempo, há vários fatores que poderão influenciar, reduzindo o potencial de geração de biogás, o que reforça a importância de estudos experimentais em paralelo para obtenção de dados reais. Estes estudos deverão possibilitar uma adequada avaliação do potencial de geração de biogás dos resíduos do município, inclusive para posterior aproveitamento energético.

5.7. Resíduos de Grandes Geradores

Para este setor de Grandes Geradores, os dados são relativos aos resíduos a serem destinados a aterros sanitários excluídos da parcela passível de reciclagem.

Este Setor delimitou a pesquisa em três grupos, por amostragem simples, de Grandes Geradores, assim identificados por produzirem mais de 120 (cento e vinte) litros ou 60 (sessenta) quilogramas de resíduos por dia (não abordados nas demais seções deste projeto), quais sejam: Shopping Centers, Supermercados e Hotéis. Não foram consideradas as lojas e restaurantes de rua, mesmo com geração de resíduos superior a 120 litros por dia.

A Tabela 22 mostra os dados obtidos de 3 grupos empresariais detentores de 16 Shopping Centers, cujo detalhamento encontra-se no Relatório 5 do Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 22 Resultado da pesquisa primária no sub-setor – Shopping Centers

Rede	Composição Gravimétrica (toneladas/ano)								
	Orgânico	Papel e papelão	Alumínio	Ferro	Aço	Metal	Plástico	Vidro	Pilhas e baterias
Ancar	4117,5	96,6	25,7	64,3	4,2	0,1	0,5	0,6	0
BR Malls	4000,9								
Multiplan	4.824,5	660,0	567,4	10,9	0	0	19,4	0,1	0,3
Total	12.943,0	756,5	593,2	75,2	4,2	0,1	19,9	0,7	0,3

Fonte: Elaboração própria (2014)

Cabe ressaltar que além da BR Malls só ter respondido sobre resíduos orgânicos, dois de seus oito empreendimentos não forneceram dados. Os cinco da Ancar e os três da Multiplan disponibilizaram dados para alguns dos demais resíduos.

Na Tabela 23 é possível encontrar a validação dos dados (Coeficiente de Variação) disponibilizados pelos 16 Shopping Centers amostrados, assim como sua extrapolação para o universo do Setor (Estimador do Total), que é de 37 Shopping Centers (ABRASCE, 2014).

Tabela 23 Validação da pesquisa primária no sub-setor – Shopping Centers

Material	N (População)	n (amostra)	Estimador da Média (t/ano)	Estimador do DP (t/ano)	Estimador do Total (t/ano)	DP do Estimador do Total (t/ano)	Coeficiente de variação
Orgânico	37	14	924,50	1.218,62	34.206	9.500,97	27,78%
Papelão	37	2	41,80	33,65	1.546	856,34	55,37%
Papel misto	37	3	224,31	305,00	8.299	6.245,67	75,25%
Alumínio	37	6	98,86	199,15	3.658	2.753,53	75,28%
Ferro	37	5	15,05	26,74	557	411,51	73,92%
Aço	37	2	2,06	2,84	76	72,37	94,99%
Metal	37	1	0,07	ND	3	-	0,00%
Plástico	37	3	6,62	8,70	245	178,15	72,70%
Vidro	37	3	0,24	0,34	9	7,00	77,69%
Pilhas/baterias	37	2	0,12	0,17	4	4,30	96,53%
Total (t/ano)					48.604	11.738,76	24,15%
Total (t/dia)					133,2	32,2	24,15%

Fonte: Elaboração própria (2014)

A linha de total foi obtida somando os estimadores de total de cada material. Desta forma, o total estimado da geração de resíduos dos Shopping Centers é de 133,2 t/dia, com desvio padrão de 32,2 t/dia. O CV de 24,15% é considerado ruim perante a faixa estabelecida.

O subsetor hoteleiro pouco colaborou com dados para a pesquisa. Por isto, as Tabelas 24 e 25 apresentam, respectivamente, somente a geração de resíduos do Copacabana Palace e da taxa média de ocupação dos hotéis no município.

Tabela 24 Registros de coleta de Lixo Extraordinário do Hotel Copacabana Palace

Meses	Volume de containers de 240 litros	Em m ³	Em litros	Hóspedes por mês	Em litros por hóspede
jan/09	1349	324	323760	7758	42
fev/09	1299	312	311760	7161	44
mar/09	1478	355	354720	6938	51
abr/09	1390	334	333600	6991	48
mai/09	1408	338	337920	5414	62
jun/09	1140	274	273600	4839	57
jul/09	1274	306	305760	5420	56
ago/09	796	191	191040	6572	29
set/09	635	152	152400	6123	25
out/09	863	159	159120	7914	20
nov/09	596	143	143040	8003	18
dez/09	733	175	175920	9444	19
jan/10	672	161	161290	9883	16
fev/10	675	162	162000	8541	19
mar/10	680	163	163200	9435	17
abr/10	651	156	156240	8238	19
mai/10	735	176	176400	6621	27
jun/10	633	152	151920	4922	31
jul/10	655	157	157200	5809	27
ago/10	630	151	151200	6472	23
set/10	667	160	160080	6259	26
Média de produção de resíduos por hóspede sem gestão de resíduos em litros					51
Média de produção de resíduos por hóspede com gestão de resíduos em litros					23

Fonte: Hotel Copacabana Palace (2014)

O total de leitos para hospedagem na cidade do Rio de Janeiro é da ordem de 59.000 (ABIH, 2014). Considerando a menor média de geração do Copacabana Palace, 23 litros/hóspede-dia, fixa para todas as categorias – ainda que este, como representante da categoria 5 estrelas deva gerar mais que os das demais categorias – e a massa específica de 0,2 kg/litro e a taxa de ocupação fornecida (Tabela 25), pode-se dizer que este subsetor atinge em 2013 a geração de 195 toneladas por dia.

Tabela 25 Taxa média de ocupação no município do Rio de Janeiro

Ano	Taxa de ocupação
2000	69,96%
2001	66,60%
2002	61,71%
2003	60,90%
2004	61,75%
2005	59,65%
2006	63,06%
2007	62,98%
2008	65,86%
2009	68,79%
2010	73,75%
2011	79,08%
2012	76,95%
2013	71,86%

Fonte: ABIH-RJ, Fecomércio-RJ (2014)



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Em relação aos supermercados, a colaboração também foi pouca. A Associação de Supermercados do Estado do Rio de Janeiro (ASSERJ) informou que seus associados somam 290 lojas em todo o território fluminense – mas não soube dizer quanto isto representa do todo. Assim, a única alternativa disponível foi aceitar que estas lojas representem o universo e que sua distribuição territorial seja função da população estadual, estimada pelo IBGE em 16,46 milhões de habitantes em 01/07/2014. Na mesma data, a capital tinha 6,32 milhões de pessoas, o que representa 38,39% da população. Desta forma, estima-se que a cidade do Rio de Janeiro tenha 118 lojas de supermercados.

Levando em consideração que só a rede Carrefour gera 8 t/dia em suas 7 lojas, ou 1,14 t/loja.dia, e que as grandes lojas juntas (Carrefour, Guanabara, Mundial, Prezunic, Pão de Açúcar, Zona Sul, Wal-Mart) têm em torno de 49 no município, estas geram cerca de 56 toneladas/dia de resíduos. Considerando as 69 restantes como avulsas e pequenas, cujo fator de geração seja definido como a metade das grandes, estima-se 100 t/dia, mas são necessários cálculos de validação para confirmar essa estimativa.

A CEASA estima gerar cerca de 100 t/dia de resíduos, basicamente orgânicos. Em virtude de não terem uma balança na entrada, não sabem precisar, mas a estimativa deles é que isto represente de 3 a 4 % do material recebido. Assim, os supermercados somam 200 t/dia.

Os poucos transportadores que informaram as quantidades transportadas não as segregam por tipo de cliente, o que impediu utilizar os dados disponibilizados. Também não foram consideradas as informações dos receptores.

6. CONCLUSÕES

Por se tratar de uma primeira aplicação, a presente pesquisa foi realizada com poucas informações, visto que o número de questionários respondidos foi insuficiente para obter uma precisão satisfatória para cada setor, à exceção dos Setores de Comunidades e Receptores de RCC, conforme mostram os CVs na Tabela 26.

Cabe ressaltar que, nesta tabela, os valores de Coeficiente de Variação, Estimador Total e Desvio Padrão da Estimativa foram copiados de cada Setor. Como a única fonte da informação decorrente de pesquisa dos Grandes Geradores é sobre os Shopping Centers, cujo CV atinge 24,15%, este valor será utilizado por todo o Setor de GG, mesmo acima do limite considerado aceitável, por não haver outro dado mais confiável.

Tabela 26 Estimativa da Geração de Resíduos por Setor e Total

Setor	CV (%)	Estimador Total (t/dia)	DP Estimado Total (t/dia)
Comunidades (disposto irregularmente)	5,80	253,66	14,71
Construção Civil (RCC)	2,71	9.116,85	247,89
Domiciliar e Público	0,00	8.252,00	0,00
Efluentes (lodo)	0,00	11,65	0,00
Grandes Geradores	24,15	531,79	128,43
Indústria	27,31	1.132,80	309,37
Reciclagem	0,00	43,83	0,00
Serviço de Saúde (RSS)	54,03	124,7	67,38
TOTAL	2,17	19.467,28	422,39

Fonte: Elaboração própria (2014)

Notas – DP=Desvio Padrão = Raiz quadrada da variância da estimativa de total

CV = Coeficiente de Variação = DP/Estimativa de total; Nulo quando tiver havido censo.

A participação percentual dos Estimadores Totais de cada Setor pode ser vista na Figura 8.

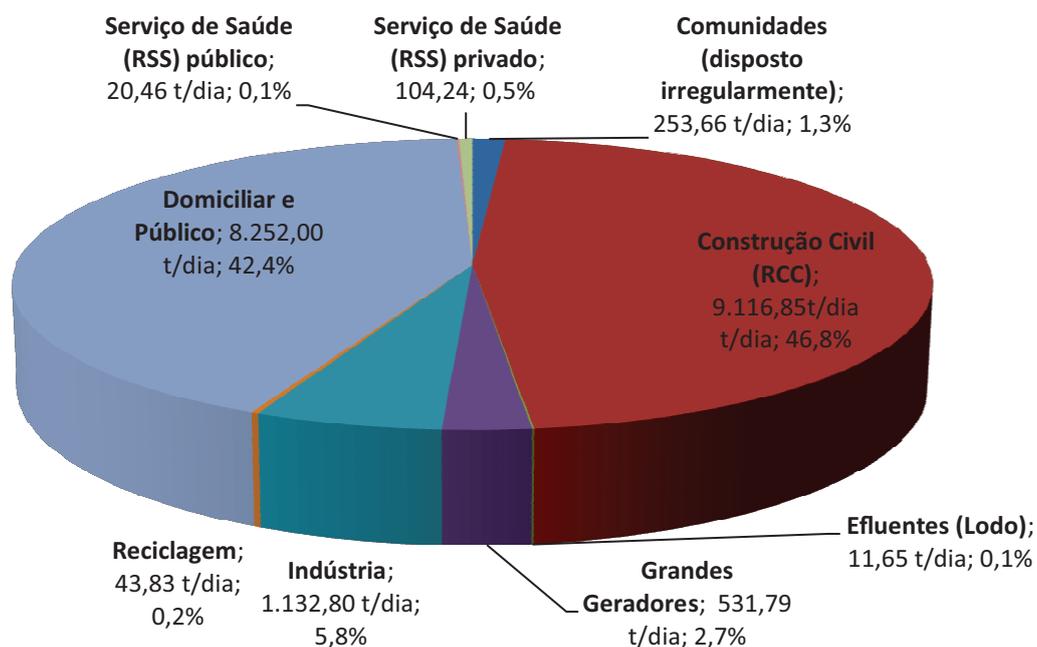


Figura 8 Diagnóstico Preliminar de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro – 2015 – Resultados estimados da geração de resíduos em tonelada/dia (t/dia) e correspondente percentual²⁰

Apesar de ter ocorrido grande número de “não respostas” aos questionários aplicados nas pesquisas primárias, foi possível estimar a geração total de resíduos através da soma dos estimadores de total da Tabela 26.

Em seguida, conforme descrito na metodologia, foi calculado o desvio padrão do estimador de total para, então, dividi-lo pelo estimador e encontrar o CV de Total, conforme mostra a última linha da Tabela. Como o CV de Total do Diagnóstico atingiu 2,17%, o que pode ser considerado como ótimo, é possível utilizar um intervalo de confiança de 90% para todos os setores, conforme a “Metodologia de Estimação”.

Os valores limítrofes do Intervalo de Confiança de 90% correspondem ao resultado do cálculo do Estimador de Total $\pm 1,65$ vezes o DP Estimado, considerado de boa precisão, quando a margem do intervalo de confiança for inferior a 10% do estimador de total, conforme apresentado na Tabela 27.

²⁰ Não foi possível precisar, neste Diagnóstico Preliminar, o total de RCC reaproveitado diretamente pelas grandes obras em andamento na Cidade, quer seja no próprio canteiro de obras ou em outras frentes do mesmo gerador. Apenas a CDURP, companhia responsável pela revitalização da área portuária, informou a reciclagem média diária de 987,30 toneladas, o que representa 98% de reciclagem no ano de 2014. É importante ressaltar que outras grandes obras, como os BRTs (Bus Rapid Transit), acusam valores de reaproveitamento de resíduos, desde a sua implantação, da ordem de 1.267.300 toneladas (O GLOBO, Seção RIO, segunda-feira, 15 dez. 2014, p. 6).

Tabela 27 Estimativa da Geração de Resíduos por Setor

Setor	Intervalo de Confiança de 90% (t/dia)	
Comunidades (disposto irregularmente)	228,29	279,00
Indústria	622,34	1643,26
Construção Civil (RCC)	8.707,83	9.525,87
Reciclagem	43,83	43,83
Serviço de Saúde (RSS)	13,53	235,87
Domiciliar e Público	8252,00	8252,00
Efluentes (lodo)	11,65	11,65
Grandes Geradores	319,88	743,70
TOTAL	18.200,44	20.734,12

Fonte: Elaboração própria (2014)

Notas - DP = Desvio Padrão = Raiz quadrada da variância da estimativa de total

CV = Coeficiente de Variação = DP/Estimativa de total

É possível depreender da Tabela 27, que a estimativa da geração municipal de resíduos está contida no intervalo de 18.201 e 20.735 toneladas diárias e que os setores mais representativos são os de Construção Civil (RCC), com participação de 46,8%, e Doméstico e Público (coletado em residências, pequenos Geradores e áreas públicas pela COMLURB), contribuindo com 42,4% do total. Num segundo grupo estão a Indústria e Grandes Geradores (GG), com 5,8% e 2,7%, respectivamente – o que pode ser devido ao elevado número de “não respostas”.

Como mais da metade é de RCC, cabe ressaltar que grande parte das obras realizadas nos últimos anos decorre de compromissos para a realização de eventos internacionais concentrados em uma década, o que pode ser considerado como situação atípica e requer averiguação acerca da evolução natural do setor de RCC.

Constatou-se, durante a pesquisa primária, junto às instituições Receptoras, a capacidade instalada de processamento de RCC, da ordem de 4.700 t/dia. Entretanto, não foi possível obter dados sobre o nível de utilização destes equipamentos ou quanto ao reaproveitamento o RCC. Cabe ressaltar que a CDURP informou encaminhar o equivalente a 1.000 t/dia de material para reciclagem. Entretanto, como este tipo de informação só foi prestado por este Gerador, não é possível estimar o potencial do setor.

Considerando que o universo dos diferentes setores não foi todo quantificado, cabem esforços no sentido de estabelecer normas para maior controle e obtenção de informações das esferas envolvidas.

No tocante à margem do intervalo, calculada pela multiplicação do fator relativo ao intervalo de confiança utilizado (1,65) pelo CV, a das comunidades é 9,57% do estimador de total, o que pode ser considerado um bom resultado. A margem de RCC é 4,49%, que configura um ótimo resultado. As margens para grandes geradores, de 40%, e de indústria, de 45%, são ruins. A de RSS, que supera 89%, pode ser considerada como péssima. **Já a margem do total, que ficou em 6,51%, pode ser considerada ótima.**



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



No sentido de estimar as quantidades para outros anos, foi elaborada uma avaliação sobre a correlação entre a geração física de cada setor e a evolução do PIB municipal, que se mostrou coerente em maior ou menor grau para todos os setores cujos dados foram obtidos. As equações estão disponíveis no item 3.

No tocante a emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global, dentre os setores pesquisados, o de Resíduos Domésticos e Públicos é o mais relevante – dada a participação de fração orgânica da ordem de 50% – e, por isto, motivou a realização de ensaio laboratorial quanto à presença de macromoléculas (proteínas, carboidratos e lipídeos) potencialmente geradoras de metano. Os dados encontrados foram aplicados à equação de biodigestão e resultou em mais de 500 m³ de metano (CH₄) por tonelada de matéria orgânica. Para confirmar a efetiva geração de biogás e o teor de metano é importante realizar estudos experimentais para obtenção de dados reais. Este conjunto de ensaios, caracterização e biodigestão, deve ser aplicado aos demais setores para avaliação de suas efetivas contribuições.

Ressalta-se que as emissões relacionadas à logística da gestão de resíduos são consideradas no item “Transporte” do Inventário de GEE da Cidade (ROVERE et al., 2013).

Assim, recomenda-se que pesquisas a serem realizadas com os mesmos objetivos utilizem os dados deste trabalho para efeito de planejamento amostral, além de permitirem a obtenção de amostras adequadas tanto sob o ponto de vista quantitativo (i.e., que o número de respostas seja coerente com os tamanhos de amostra calculados) como qualitativo (i.e., que as amostras possam ser consideradas como probabilísticas com as propriedades adequadas).

Como é necessário aumentar o número de questionários respondidos nas próximas edições do Diagnóstico de Resíduos do Município do Rio de Janeiro, para aprimorar a qualidade em todos os setores, sugere-se a ampla divulgação deste primeiro trabalho e de sua importância enquanto ferramenta de planejamento, fundamental para a identificação dos setores mais representativos, dos tipos de resíduos gerados e das ações necessárias para reduzi-los e/ou promover seu aproveitamento, o que depende da participação direta das entidades representativas dos setores para permitir acesso aos dados.

Devido ao ineditismo da pesquisa, observa-se mais claramente a necessidade da criação de instrumentos normativos (acordos, decretos, resoluções, etc.) que tornem obrigatório a disponibilização das informações dos dados de geração, transporte e disposição de resíduos e efluentes das diversas fontes.

A presente pesquisa, representa um primeiro passo para revelar o estado atual de resíduos no município e definir diretrizes de ação, relevantes para a mitigação e a redução de Gases do Efeito Estufa – GEE, em atendimento às metas estabelecidas pela Administração Municipal, buscando para maiores benefícios sociais, ambientais e econômicos para uma cidade com maior resiliência.

7. NECESSIDADES PARA A ATUALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

No decorrer da elaboração deste Diagnóstico Preliminar de Resíduos da Cidade do Rio de Janeiro foram identificadas algumas oportunidades para futuras complementações, as quais estão relacionadas abaixo:

- Estabelecer mecanismos legais para fornecimento obrigatório de dados e informações dos Geradores, Transportadores e Receptores de resíduos;
- Estabelecer sistema de informatização para obtenção de dados quanto à geração de resíduos nas obras, reformas ou demolições licenciadas/executadas pelas Secretarias Municipais de Urbanismo, Obras, Habitação, Conservação e Serviços Públicos e Meio Ambiente;
- Complementar as informações de geração de resíduos industriais calculadas com base no cadastro da FIRJAN com os dados dos licenciamentos ambientais municipal e estadual;
- Avaliar a estimativa para projeção da geração de resíduos com base no Produto Interno Bruto – PIB e, em caso de comprovar inapropriação, estabelecer outra metodologia de atualização;
- Complementar a estimativa de resíduos dos Grandes Geradores – GG com os dados das atividades de comércio de rua (lojas, restaurantes, farmácias, etc);
- Complementar os dados estimados de resíduos do setor de Reciclagem para toda a gama de reciclados, além da tipologia adotada na presente pesquisa (Tabela 15).



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA – ABIQUIM. Anuário da Indústria Química Brasileira. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2011-2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SHOPPING CENTERS – ABRASCE. <http://www.portaldoshopping.com.br/numeros-do-setor/shoppings-nas-capitais-brasileiras>
- ASSOCIAÇÃO DOS ADMINISTRADORES DE IMÓVEIS – ABADI. Cooperativas de Catadores Cadastradas do Estado do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <http://www.abadi.com.br/downloads/coletaseletiva_cooperativas.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002a, 24 p.
- _____. NBR 8.419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos urbanos – Procedimento. 1987.
- _____. NBR 10004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004a, 71 p.
- _____. NBR 10006: procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b, 3 p.
- _____. NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004c, 21 p.
- _____. NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002b, 7 p.
- _____. NBR 12808: resíduos de serviços de saúde: classificação. Rio de Janeiro, 1993a.
- _____. NBR 12809: manuseio de resíduos de serviços de saúde: procedimento. Rio de Janeiro, 1993b.
- BAIRD; C. Química Ambiental. 2ªed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, EUA e Japão. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco, Grupo de Resíduos Sólidos, UFPE, 186 p., 2013.
- BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC/ Universidade de São Paulo. 1999, 120p.
- BOLFARINE, H. E BUSSAB, W., “Elementos de Amostragem”, Blücher, 2011.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- CASTILHO JUNIOR, A. B. Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. PROSAB 3, ABES, 2003.
- CASTILHO JUNIOR, A. B. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Ênfase na Proteção de Corpos D’água: Prevenção, Geração e Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários. PROSAB 4, ABES, 2006.
- CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS. CNAE. Comissão Nacional de Classificação(CONCLA). Disponível em: <<http://www.cnae.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 5 nov. 2013.
- COCHRAN, W.Sampling Techniques, Ed. Wiley.1977.
- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA – COMLURB. Caracterizações Gravimétrica e Bacteriológica de Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade do Rio de Janeiro –Relatório Anual 2012. Diretoria Técnica e Industrial. Gerência de Pesquisas Aplicadas, Rio de Janeiro, RJ, 105 p. 2012.
- _____. Comunicação pessoal a partir de Análise Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos recolhidos pela COMLURB para o Município do Rio de Janeiro – 2012, Paulo Jardim, sobre Coleta Domiciliar, Lixo Público e Entulho. 2014a.
- _____. Empresas credenciadas pela Comlurb para remoção de resíduos sólidos extraordinários, resíduos biológicos e resíduos sólidos inertes. 2014b. Disponível em: <http://comlurbnet.rio.rj.gov.br/extranet/credenciadas/serv_credenc.asp>. Acesso em: 12 fev. 2014;
- _____. Portaria Comlurb nº 18, de 19 de fevereiro de 2014. Estabelece valores a serem praticados pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana, na prestação dos Serviços Especiais. 2014c.
- _____. Coleta Seletiva – 2014: Caracterização em 30 Bairros do Rio de Janeiro. Diretoria Técnica e de Logística, Gerencia de Pesquisas Aplicadas. Fevereiro, 2014d. .
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Encontros CNI Sustentabilidade – Equilíbrio que movimenta um mundo melhor. Água: Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. Encontros CNI Sustentabilidade – Equilíbrio que movimenta um mundo melhor. 3ª Ed. Resíduos Sólidos: Inovações e Tendências para a Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2014a.
- _____. Proposta de Implementação dos Instrumentos Econômicos Previstos na Lei nº 12.305/2010 por meio de Estímulos à Cadeia de Reciclagem e Apoio aos Setores Produtivos Obrigados à Logística Reversa. Brasília, 141 p. 2014b.
- _____. Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília, 220 p. 2014c.
- _____. Avanços da Indústria Brasileira Rumo ao Desenvolvimento Sustentável: Síntese dos Fascículos Setoriais: Brasília: CNI, 51p. 2012.
- DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS – DEFRA.Waste Composition Analysis Guidance for Local Authorities. DEFRA Publications: London, UK, 2004.
- DORMUSOGLU, E.; CORAPCIOGLU, M. Y.; TUNCAY, K. Landfill settlement with decomposition and gas generation, Journal of Environmental Engineering, ASCE, vol.131, nº9, pp. 1311-1321. 2005.
- ECOMARAPENDI. Projeto Recicloteca: Quem recebe recicláveis. 2013. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/quemrecebe.asp>>. Acesso em: 13 out. 2013.



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



- ETC/RWM – EUROPEAN TOPIC CENTRE ON RESOURCES AND WASTE MANAGEMENT. Municipal Waste Management and Greenhouse Gases. 2008.
- _____. Projections of Municipal Waste Management and Greenhouse Gases.2011.
- EHRIG, H.J. Prediction of gas production from laboratory scale tests, In: Proceedings Sardinia 1991. The Third International Landfill Symposium, Sardinia, Itália, Vol.1, pp.87-114.1991.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Gestão para Reaproveitamento de Materiais nas Indústrias do Rio. Súmula Ambiental, Edição Ambiental, Gerência de Meio Ambiente Rio de Janeiro, RJ. 2004.
- _____. Informações estratégicas para o desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro. Retratos Regionais,4 ed. Rio de Janeiro, RJ, 2011.
- _____. Cadastro industrial do Estado do Rio de Janeiro 2011-2012. Rio de Janeiro, RJ. 2012.
- _____. Cadastro industrial do Estado do Rio de Janeiro 2012-2013. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- _____. Indicadores Industriais. Resultado da Indústria de Transformação. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- _____. Comunicação pessoal com Ivan Silva em 17/10/2013.
- FEIRA FEITA. Disponível em:<www.feirafeita.com.br>. Acesso em: 14 jan. 2014.
- FÉRES, J. G.; THOMAZ, A.; REYNAUD, A.; SEROA DA MOTTA, R. Demanda por Água e Custo de Controle da Poluição Hídrica em Indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul. IN: Campos, José Nilson B. (Org.). Recursos Hídricos: Prêmio Jovem Pesquisador 2005. Fortaleza: ABRH, 2005. P. 277-304.
- FIBRASA. Disponível em: <<http://www.fibrasa.com.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- Fórum da Reciclagem – Disponível em <<http://forumdareciclagem.org.br>>. Acesso em 15 jan 2014.
- Fundação Centro Estadual de Estatísticas – CEPERJ Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Diagnóstico sobre a Economia Fluminense Baseado nos Projetos Contas Regionais do Brasil e PIB Municipal. 2010
- GOMES, L. P. (Coordenadora). Resíduos Sólidos: Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras. PROSAB 5, ABES, 2009.
- GUNASEELAN,V.N.Regression models of ultimate methane yields of fruits and vegetable solid wastes, sorghumandnapierrassonchemicalcomposition. 2007. Bioresource Technology, v. 98, p. 1270-1277.
- HARADA, T. M.; PHILIPPI, S. T. Padronização de medidas usuais de consumo de frutas das regiões Centro-Oeste e Nordeste Brasileiras. FSP/USP. 2006.
- HORTIFRUTI. Disponível em:<www.hortifruti.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Censo Demográfico 2010 – Aglomerados Subnormais – primeiros resultados, Rio de Janeiro, RJ. 2011.
- _____. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria. Índice base fixa da geração física da indústria de transformação por setor de atividade do município do Rio de Janeiro de 2002 até 2012. Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). 2012.
- _____.Introdução à Classificação Nacional de Atividades Econômicas. CNAE 2.0 2010. Disponível em: http://ibge.gov.br/concla/pub/revisao2007/PROPCNAE20/CNAE20_
Acesso em: agosto de 2013.
- _____.Pesquisa de Serviços de Tecnologia da Informação 2009 Nota Técnica. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/economia/psti/2009/notas_tecnicas.pdf>. Acesso em: 2 out. 2013.
- _____. Valor do rendimento nominal médio mensal, valor do rendimento nominal mediano mensal das pessoas com rendimento, responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, segundo as Áreas de Planejamento, Regiões Administrativas e Bairros – 2000/2010. In: Armazém de Dados – Instituto Pereira Passos, 2010. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/amdados800.asp?gtema=15>>. Acesso em: 05 dez. 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Diagnóstico dos ResíduosSólidos Industriais. Relatório de Pesquisa. Brasília, DF. 2012.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT/CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. D’Almeida, Maria Luiza Otero; Vilhena, André. 2 ed., São Paulo, SP. 2010.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Autos Emitidos em 2013. Disponível em:<http://www.inea.rj.gov.br/licenciamento/Autos_Emitidos.asp>. Acesso em: 24 set. 2013.
- _____. Banco de Dados. Disponível em: <<http://sistemas.inea.rj.gov.br/meioambiente/portal/login.aspx>>. Acesso em: 24 set. 2014.
- _____.Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) Volume 2: Diagnóstico de Resíduos Sólidos – Tomo II, Agosto, 2013.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS – IPP. Painel da Economia Carioca. 2013. Diretoria de Desenvolvimento Econômico Estratégico, Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.Disponível em: <<http://ipprio.rio.rj.gov.br/>>. Acesso em: 26 set. 2013.
- MACIEL, F.J.Estudo da geração, percolação e emissão de gases no Aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca/PE. Dissertação de Mestrado – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2003, 173p.
- McBEAN, E.A., ROVERS, F.A., FARQUHAR, G.J., Solid Waste Landfill Engineering and Design. PRENTICE HALL PTR, 1995.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- _____. Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
- _____. Resolução Conama nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002,incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.



Centro Clima
CENTRO DE ESTUDOS INTEGRADOS SOBRE
MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS



- _____. Resolução Conama nº 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo nova classificação para o gesso.
- _____. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Versão Preliminar. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, DF, set. 2011.
- _____. Resolução Conama nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2012). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos 2010. Tabelas de informações e indicadores. Brasília. www.snis.gov.br Acesso em 27-09-2013.
- _____. (2013). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. 2013. Tabelas de informações. Brasília. www.snis.gov.br Acesso em 16-11-2014.
- MOURA, P.; HONAISSER, A.; BOLOGNINI, M. Avaliação do Índice de resto ingestão e sobras em unidade de alimentação e nutrição do colégio agrícola de Guarapuava – Paraná. Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). 2010.
- NEI – Revista especializada para profissionais da indústria. <http://www.nei.com.br/topfive/>. Norma NBR 10 004, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- PLASTIKERO. Disponível em: <http://www.plastikero.com.br/>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PNRS. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.
- PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (2012). Plano Municipal de Gestão Integrada de Gestão de Resíduos Sólidos – PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro – agosto de 2012 a agosto de 2016
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 313, DE 29 DE OUTUBRO DE 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
- REVISTA ESPECIALIZADA PARA PROFISSIONAIS DA INDÚSTRIA – NEI. Disponível em: <http://www.nei.com.br/topfive/>. Acesso em: 19 set. 2013.
- RECIO, MARIA ANGELES LOBO; CARRERA, LUIZ CARLOS MARQUES. Química Ambiental/Colin Baird. Trad., 2ed., Porto Alegre: Bookman. 2002.
- RIO DE JANEIRO (Município). Lei Municipal nº 3.273, de 6 de setembro de 2001, que dispõe sobre a gestão do sistema de limpeza urbana no Rio de Janeiro.
- ROMER, D. Advanced Macroeconomics. New York: McGraw-Hill, 1996. p. 5-25. ISBN 0-07-053667-8.
- ROVERE, Emilio Lèbre La; CARLONI, Flávia Beatriz; LOUREIRO, Saulo Machado; TURANO, Patrícia; SOLARI, Renzo; NADAUD, Gabriela; MALAGUTI, Gustavo; ARAGÃO, Raymundo; BREDARIOL, Tomás. III Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro e Atualização do Plano de Ação Municipal para Redução das Emissões. Rio de Janeiro: Centro Clima/COPPE/UFRJ, Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAC. Dez. 2013. 230 p.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SMAC. Comunicação pessoal com Paulo Carneiro em: 16 out. 2013, 21 out. 2013, 21 jan. 2014.
- _____. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Relação de empresas Licenciadas para a destinação ambiental de resíduos da construção civil. 2013. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/148105/4107003/Tabela_empresas_beneficiamento_RCC_09.08.2013.pdf. Acesso em: 09 ago. 2013.
- _____. Comunicação pessoal com Paulo Carneiro em 16/10/2013 e 21/10/2013.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. Disponível em: www.sebrae.com.br. Acesso em: 14 jan. 2014.
- SM Supermercado Moderno Top Five Fornecedores, Guia Prático de Sortimento. Disponível em: www.sm.com.br. Acesso em: agosto de 2013, Ano 20. 2013.
- SOARES, E. L. S. F. Estudo da caracterização gravimétrica e poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos. Dissertação (de mestrado). Programa de Engenharia Civil. COPPE/UFRJ. 2011.
- STUART, A. Basic Ideas of Scientific Sampling. Ed. Griffin. 1968.
- SUPERMERCADO MODERNO – SM. Top Five Fornecedores Ano 20. Guia Prático de Sortimento. Disponível em: www.sm.com.br. Acesso em: 30 ago. 2013.
- TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. Integrated Solid Waste Management – Engineering Principles and Management Issues. Ed. Irwin/Mc Graw-Hill, USA. 1993.
- UNIÃO EUROPEIA: Directiva 1999/31/CE do Conselho.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. International Reference Center for Waste Disposal. Methods of analysis of sewage sludge, solid waste and compost. Switzerland, 1997.
- WORLD BANK. What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. 2012.

