

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS**

**Doutor: AURÉLIO PESSÔA PICANSO
Mestrando: JUAREZ PEREIRA DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE
PALMAS-TO**

**PALMAS-TO
2015**

JUAREZ PEREIRA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE
PALMAS-TO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Fundação Universidade Federal do Tocantins como requisito para a obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental. Orientador: Doutor Aurélio Pessoa Picanço.

**PALMAS-TO
2015**

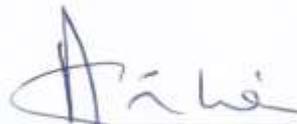
FOLHA DE APROVAÇÃO

JUAREZ PEREIRA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE
PALMAS - TO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Nível Mestrado Profissional, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. A presente dissertação foi aprovada pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo relacionados:

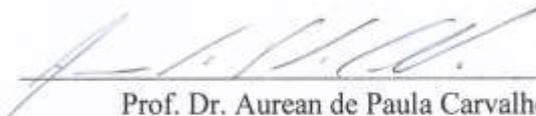
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Aurelio Pessoa Picanço
Universidade Federal do Tocantins (Presidente)



Prof. Dr. Juan Carlos Valdés Serra
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Aurean de Paula Carvalho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

Aprovada em: 25 de setembro de 2015

Local de defesa: Sala 35 do bloco III

Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586c Silva, Juarez Pereira da Silva .
Caracterização de resíduos de construção civil na cidade de Palmas - TO. /
Juarez Pereira da Silva Silva. – Palmas, TO, 2015.
72 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado)
Profissional em Engenharia Ambiental, 2015.

Orientador: Aurélio Pessoa Picanço Picanço

Coorientador: Gírlene Figueiredo Maciel Maciel

1. Caracterização.. 2. Resíduos.. 3. Construção.. 4. Gravimetria.
Granulometria.. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico à minha família, principalmente minha querida mãezinha Dona Lourença Oliveira da Silva, pela sua força, coragem e exemplo de amor e de dedicação que me servem de incentivo diariamente!

À minha querida esposa Edilma Barros da Silva, amiga de todas as horas, companheira, principalmente. Minha edi, amo você!

As minhas queridas filhas Débora Barros da Silva e Danielly Barros da Silva, pelos cheiros e abraços carinhosos que me ajudavam a relaxar e trouxeram mais força para superar os momentos mais difíceis. Minhas lindas, tudo o que eu faço é para que tenhas orgulho do Papai que tens e assim, que vocês o tenham como um bom exemplo a seguir! Eu amo vocês!

Aos meus irmãos Vianey, Edimilson, Edivaldo, Maria Cícera, Jonice e Maria de Fátima, que são meus incentivadores. Ao meu pai Plácido, pela minha existência. Muito obrigado a todos vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador professor Doutor Aurélio Pessôa Picanço, pelos incentivos, pela paciência, pelo aprendizado e pelo crescimento que a convivência contigo me proporcionou: Muito obrigado por tudo professor!

Ao membro da banca examinadora, professor Doutor Juan Carlos Valdés Serra, por aceitar ser membra avaliador deste trabalho: Muito obrigado professor!

Ao membro da banca examinadora, professor Doutor Aurean de Paula Carvalho, por aceitar ser membra avaliador deste trabalho: Muito obrigado professor!

Ao membro da banca examinadora, professor Doutor Emerson Adriano Guarda, por aceitar ser membra avaliador suplente deste trabalho: Muito obrigado professor!

Ao Professor Mestre Eduardo Quirino Pereira, do curso de Engenharia Ambiental da UFT, pelo apoio, incentivo e orientação. Muito obrigado!

A Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia – FINEP, pelo auxílio obtido.

Ao amigo Engenheiro Ambiental Paulo Rodrigues de Sousa, pela parceria mutua nas atividades de pesquisa ao longo do curso. Quero dizer que foi muito produtiva. Muito obrigado!

Aos colegas da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Palmas-TO, em especial ao Suarton Fernandes de Souza, pelo apoio na obtenção de dados junto a referida secretaria. Muito obrigada de coração!

E por fim, àquele que é o mais importante! Aquele que permitiu que todos os meus sonhos pudessem ser realizados, que pavimentou meu caminho até aqui, que me deu força nas horas de cansaço e desânimo, e que me torna a cada dia uma pessoa mais agradecida das coisas que já me deu e do mundo. Obrigada por tudo meu Deus!

RESUMO

A maioria dos resíduos gerados pela construção civil são passíveis de reaproveitamento, e considerando sua geração contínua, a reciclagem é indispensável no processo de retorno destes resíduos como matérias primas em substituição a extração de novas matérias e recursos. O objetivo do estudo foi caracterizar os Resíduos de Construção Civil (RCC) na cidade de Palmas-TO. O método utilizado para caracterização dos RCC constou de cinco etapas: realização de entrevistas, seleção de áreas potenciais utilizando o software Google Earth, seleção das áreas em campo, análise da composição gravimétrica dos resíduos e análise da granulometria de agregados. Foram identificados por meio do software Google Earth, 166 locais dispersos por toda área urbana e à margem das vias de acesso, com total de 54,2494 hectares. Por meio de entrevistas foram identificadas quatorze áreas de disposição de resíduos controladas pela prefeitura municipal. Para a realização da análise da composição gravimétrica e granulométrica foram selecionadas três áreas por meio de visitas de campo e considerando às características dos resíduos, constando de áreas de descarte de RCC da associação de coletores, área degradada por escoamento superficial e áreas de descarte clandestino. A composição gravimétrica apresentou os aglomerados com maior concentração, seguido pelos restos de concreto e restos de cerâmicas com 67,95%, 20,06% e 4,40%, respectivamente. A granulometria dos agregados graúdos apresentou massa mínima de 2,26g e 2,86g, para aberturas de peneiras de 4,8mm e 37,5mm, e massa retida máxima de 18,08g e 7,42g para abertura de peneira de 75mm, para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Enquanto que a granulometria dos agregados finos apresentou massa mínima de 10,29g e 11,86g, para aberturas de peneira de 1,20mm, e massa retida máxima de 33,43g e 36,11g para abertura de peneira de 0,30mm, para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Além disso, de acordo com o estudo, o RCC na cidade de Palmas-TO, mostrou-se com alta taxa de contaminação na composição gravimétrica pelos componentes aglomerados, concretos e cerâmicas, respectivamente.

Palavras-chave: Caracterização. Resíduos. Gravimetria. Granulometria. Construção.

ABSTRACT

Most of the waste generated by the construction are liable to reuse, and considering its continuous generation, recycling is essential in the process of return of this waste as raw materials replacing the extraction of new materials and resources. The objective of this study was to characterize the construction Waste (CW) in the city of Palmas-TO. The method used for characterization of the CW consisted of five steps: conducting interviews, selection of potential areas using the Google Earth software, selecting the field areas, gravity waste composition analysis and analysis of granulometry of aggregates. Have been identified through Google Earth software, 166 sites scattered throughout the urban area and the access roads, with a total of 54.2494 hectares. Through interviews were identified fourteen disposal areas of waste, controlled by City Government. To make the gravimetric and particle size composition analysis, were selected three areas through on-site visits and considering waste characteristics, consisting of Association of collectors, degraded areas cause superficial lavement of land fill waste and leveling of area. Gravimetric composition presented aggregates with more concentration, followed of concrete and ceramic reminds with 67.95%, 20.06% and 4.40%, respectively. The granulometry of the highest aggregates showed minimum mass of 2.26g and 2.86g, to 4.8mm and 37.5 mm openings sieves, and maximum retained mass of 18.08g, and 7.42g to open 75mm opening sieve, for dry and rainy laps, respectively. While the particle size study of fine aggregates showed minimum mass of 10.29g and 11.86g, to 1.20mm opening sieves and maximum retained mass of 33.43g and 36.11g, to 0.30mm opening sieve for dry and rainy seasons, respectively. The presence of the municipal public power in the control and monitoring of materials in landfills of CW, presents itself as one of the main actions of the local government for the management of this waste, in preventing and reducing the high rate of solid waste contamination to enter this system, besides contributing to the increase of the useful life of landfills of CW Palmas-TO city. In addition, according to the study, the CW in the city of Palmas-TO, proved with high contamination rate in the composition by pellets, concrete components gravimetric and ceramics, respectively.

Keywords: Characterization. Waste. Gravimetry. Granulometry. Building.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de gestão de resíduos sólidos.....	19
Figura 2. Equipamentos para segregação de RCC em canteiros de obras.....	25
Figura 3. Localização das áreas estudadas, Palmas – TO.	35
Figura 4. Fluxograma do processo metodológico utilizado para realização do estudo.....	36
Figura 5. Agitar elétrico para peneiramento de agregados graúdos.	39
Figura 6. Agitar elétrico para peneiramento de agregados finos.....	40
Figura 7. Localização de áreas potenciais de disposição de RCC.....	43
Figura 8. Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas-TO.....	46
Figura 9. Áreas selecionadas para caracterização de RCC na cidade de Palmas-TO.	48
Figura 10. Caracterização da A2, recuperação de voçoroca na cidade de Palmas-TO.	49
Figura 11. Caracterização da A8, aterro de RCC na cidade de Palmas-TO.....	50
Figura 12. Caracterização da A14, descarte irregular de RCC na cidade de Palmas-TO.	50
Figura 13. Evolução da disposição de RCC na cidade de Palmas-TO.....	51
Figura 14. Determinação da composição gravimétrica de RCC, Palmas-TO.....	52
Figura 15. Composição Gravimétrica para os períodos seco e chuvoso, Palmas-TO.....	55
Figura 16. Granulometria de agregados graúdos no período seco, Palmas-TO.	56
Figura 17. Granulometria de agregados graúdos no período chuvoso, Palmas-TO.....	57
Figura 18. Granulometria de agregados finos no período seco, Palmas-TO.....	58
Figura 19. Granulometria de agregados finos no período chuvoso, Palmas-TO.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição do RCC em relação ao tipo de obra.	21
Tabela 2. Composição dos RCC em algumas cidades brasileiras (em %).	23
Tabela 3. Geração de RCC em algumas cidades brasileiras.....	24
Tabela 4 Características das principais empresas coletoras de RCC em Palmas -TO.....	44
Tabela 5. Mais características das principais empresas coletoras de RCC em Palmas -TO. ..	44
Tabela 6. Conscientização ambiental das empresas coletoras de RCC em Palmas –TO.	45
Tabela 7. Áreas de deposição de RCC na cidade de Palmas-TO.	47
Tabela 8. Composição gravimétrica dos RCC no período seco, Palmas-TO.	52
Tabela 9. Composição gravimétrica dos RCC no período chuvoso, Palmas-TO.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTETER	Associação Tocantinense de Transportadoras de Entulhos, Recicláveis e Afins
CELP/ULBRA	Centro Universitário Luterano de Palmas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DIMAM	Diretoria de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MUDU	Plano Municipal de Manejo de Águas e Drenagem Urbana
NATURATINS	Instituto Natureza do Tocantins
NBR	Norma Brasileira
PMAE	Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
PMDU	Plano Municipal de Manejo de Águas e Drenagem Urbana
PMGRS	Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos
PMGRS	Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEDUM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
SEMASP	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Públicos
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Resíduos Sólidos	17
3.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos	17
3.1.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	18
3.2 Resíduos Sólidos de Construção Civil	20
3.2.1 Característica dos Resíduos de Construção Civil.....	21
3.2.2 Classificação dos Resíduos de Construção Civil	24
3.2.3 Destinação Final de Resíduos de Construção Civil	26
3.3 Aspectos Legais.....	27
3.3.1 Nível federal.....	28
3.3.2 Nível Estadual	30
3.3.3 Nível Municipal	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1 Localização da Área de Estudo	35
4.2 Realização de Entrevistas	36
4.3 Pré-seleção de Áreas.....	37
4.4 Seleção de Áreas	37
4.5 Análise da Composição Gravimétrica	37
4.6 Análise da Granulometria de Agregados.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42

5.1	Geração de Mapa Preliminar	42
5.2	Realização das Entrevistas	42
5.3	Seleção das Áreas de Estudo	47
5.4	Características das Áreas de Estudo	49
5.5	Composição Gravimétrica	52
5.6	Granulométrica dos Agregados	55
5.6.1	Agregados graúdos	55
5.6.2	Agregados finos	57
6	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	APÊNDICE I	68
	APÊNDICE II	72
	APÊNDICE III	74

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das atividades que mais gera impactos ao meio ambiente, por meio da grande quantidade de resíduos gerados em cada etapa do processo, constituindo um dos maiores problemas nos centros urbanos brasileiros. Na maioria das grandes cidades a problemática proveniente dos resíduos de construção e demolição (RCD), tem cada vez mais sido agravada, devido ao adensamento populacional crescente, a falta de aterros para disposição final destes resíduos, a deficiência do poder público e de todos os agentes envolvidos na gestão destes resíduos (CABRAL e MOREIRA, 2011).

A disposição inadequada de resíduos afeta a qualidade de vida da população, os serviços dos ecossistemas e a disponibilidade de recursos naturais, os resíduos oriundos das atividades de construção civil não são exceção, e podem se tornar parte desse problema caso não seja dado o correto gerenciamento (PERES, 2012, p. 09).

Neste sentido, para Lucio (2013), o adensamento populacional desordenado, a falta de planejamento na ocupação das áreas urbanas, a falta de conscientização ambiental dos geradores e também dos responsáveis pela gestão dos RCD, são as causas que ajudam na explicação da situação degradante em que se encontram as áreas irregulares de descartes.

No Brasil 90% dos resíduos gerados pela construção civil são passíveis de reciclagem, levando em conta a sua contínua geração, a reciclagem dos resíduos da construção civil (RCC) é de fundamental importância ambiental e financeira, pois, os referidos resíduos retornam para a obra em substituição a novas matérias primas que seriam extraídas do meio ambiente (LIMA e LIMA, 2011, p. 05). Os RCCs são gerados entre 0,4 e 0,7 toneladas por habitante dia e representa 2/3 da massa de resíduos sólidos municipais ou em torno do dobro dos resíduos sólidos domiciliares (PERES, 2012, p. 20).

A etapa de execução de obras é a atividade principal das empresas construtor deve ser o foco principal destas no exercício de suas responsabilidades sociais, ambientais, econômicas e culturais, resultando na sustentabilidade aplicada nos canteiros de obras (GEHLEN, 2009, p. 02).

No entanto, é habitual encontrar resíduos sólidos urbanos (RSU) acumulados em terrenos baldios, encostas, leitos de cursos d'água, ruas e calçadas, gerando problemas socioambientais, causando contaminação do solo, deslizamentos, poluição visual, proliferação de vetores, obstrução dos sistemas de drenagem provocando inundações de cidades inteiras e transtornos generalizados às populações instaladas em locais impróprios para habitação.

Convêm ressaltar que esta prática tem contribuído para o aumento dos gastos públicos na busca de soluções para a problemática proveniente da falta de habitação no país, ensejando no manejo ineficiente dos resíduos sólidos causando prejuízos para as administrações municipais que passam a se responsabilizar pela remoção e disposição adequada desses resíduos (AZEVEDO, KIPERSTOK e MORAES, 2006).

No entanto, é urgente a necessidade de adoção de medidas que venham a disciplinar as ações referentes à disposição irregular de resíduos de construção civil (RCC). Entre elas deve estar à criação de leis específicas que disciplinem e abranjam todo processo de gestão, com a implantação de aterros, preferencialmente localizadas em pontos estratégicos próximas aos pontos de geração de RCD com a finalidade de receber, segregar, reaproveitar e/ou reciclar estes materiais (BUCELLI, 2012).

De acordo com Lucio (2013), estas ações devem ser planejadas e baseadas em dados técnicos confiáveis para que alcancem soluções mais duradouras e sustentáveis, diferentemente das soluções adotadas atualmente pela maioria das gestões municipais, que em geral são paliativas e emergenciais.

A caracterização dos RCC traz benefícios por subsidiar o planejamento das atividades, avaliar o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação dos resíduos gerados, pois é a partir da caracterização que melhorias nas ações de gerenciamento já adotadas são realizadas (MOURA, LIMA e ARCHANJO, 2012, p. 05).

A cidade de Palmas está localizada na região norte, e está em pleno desenvolvimento e em constante transformação por meio de obras de infraestrutura, essas atividades, contribuem diretamente para o aumento do consumo dos materiais básicos, e são em parte responsáveis pelo agravamento da problemática dos RCD, uma vez que as disposições irregulares e a gestão ineficiente são de sobremaneira evidentes.

Este trabalho contribui com a chamada pública MCT/MCIDADES/FINEP/Ação transversal - SANEAMENTO AMBIENTAL E HABITAÇÃO - número 6/2010 (Etapa 2) – Rede TECRESOL - PROJETO 1 – Metodologias e Tecnologias para a Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos: ênfase na redução e valorização em ambientes urbanos; SUB-PROJETO 4 – Gestão de Resíduos de Construção Civil Utilizando Ferramentas de Geoprocessamento para Apoio a Decisão.

O objetivo do estudo foi efetuar a caracterizar os RCC na cidade de Palmas-TO considerando as fontes geradoras e os locais de disposição existentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- ✖ Realizar a caracterização dos resíduos da construção civil na cidade de Palmas-TO considerando as fontes geradoras e os locais de disposição existentes.

2.2 Objetivos Específicos

- ✖ Realizar a identificação das áreas de disposição dos RCC na cidade de Palmas-TO;
- ✖ Realizar entrevistas junto ao órgão municipal responsável pela gestão e as empresas envolvidas no manejo dos RCC na cidade de Palmas-TO;
- ✖ Determinar a composição gravimétrica dos RCC na cidade de Palmas-TO;
- ✖ Determinar a composição granulométrica dos agregados das diferentes áreas de deposição de RCC na cidade de Palmas-TO.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Resíduos Sólidos

Pela definição da PNRS, os resíduos sólidos são (BRASIL, 2010):

[...]

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

[...]

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira (NBR) nº 10.004, define resíduos sólidos como os, conforme (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004):

[...]

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

[...]

3.1.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

A classificação dos resíduos sólidos foi outorgada com a publicação da lei federal nº 12.305, que instituiu PNRS, no Art. 13, incisos I e II, especifica a classificação quanto à origem em 11 (onze) categorias, e quanto à periculosidade, de acordo (BRASIL, 2010):

[...]

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
 - e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
 - f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
 - g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
 - h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
 - i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
 - j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
 - k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
- II - quanto à periculosidade:
- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
 - b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

[...]

Os resíduos sólidos também são classificados pela ABNT, por meio da NBR 10.004, de 31 de maio de 2004, com relação à periculosidade apenas, como sendo de classe I, perigosos e classe II, não perigosos, sendo este último subclassificados em: classe II A, não inertes e classe II B, inertes, segundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

3.1.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O gerenciamento de resíduos sólidos foi definido na PNRS como sendo o, (BRASIL, 2010):

[...]

conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo

com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
[...]

A PNRS estabelece em seu Art. 9º, uma hierarquia para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, na qual deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, segundo (BRASIL, 2010).

Neste contexto, considerando que os RCC foram classificação quanto à origem, como uma das onze categorias especificada pela PNRS, esta hierarquia com certeza se aplica aos resíduos desta categoria, como mostrado na **Figura 1**, para gestão dos resíduos, conforme estabelecido nos objetivos da PNRS, de acordo (BRASIL, 2010).

Figura 1. Esquema de gestão de resíduos sólidos.



Fonte 1. Autoria própria.

Porém, o que se observou no estudo, foi um desrespeito total com relação à aplicação e cumprimento correto das recomendações imposta pelas leis e normas, no que se refere à gestão adequada dos RCC. A geração de RCC no Brasil é contínua e crescente e, está diretamente ligada ao elevado desperdício de materiais na realização dos empreendimentos (NETO e SHALCH, 2010). O desperdício estimado com os RCC por metro quadrado, gera perda de aproximadamente 150 kg de material por metro quadrado construído (PUCCI, 2006).

Além disso, a reutilização e a reciclagem também não são práticas amplamente difundida no âmbito da administração pública, embora vários estudos comprovem o potencial elevado de aproveitamento dos RCC (NETO e SHALCH, 2010), (PUCCI, 2006), (FAGURY e GRANDE, 2007) e (INOJOSA, 2010).

A gestão dos RCC não é eficiente na grande maioria dos municípios, sendo apenas uma pequena parte deles que tratam ou destina corretamente, seus resíduos gerados em seus municípios (OLIVEIRA, 2008).

3.2 Resíduos Sólidos de Construção Civil

De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) por meio da resolução nº 307/2002, os RCC são definidos como aqueles que, conforme (BRASIL, 2002):

[...]

são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc.; comumente chamados de entulho de obras, caliça ou metralha.

[...]

Os resíduos da construção civil em geral, podem ser entendidos com sendo o resultado do incorreto dimensionamento da quantidade de matérias-primas necessárias, de materiais danificados, das perdas associadas às técnicas e soluções construtivas, qualidade da mão de obra, condição de saúde e estado emocional do ser humano envolvido no processo construtivo da obra como um todo.

Após longo tempo de discussão, foi criada em 2010 a lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei federal nº 12.305/2010, que além de outros instrumentos instituiu os Planos, os Inventários, o Sistema Declaratório Anual, o Fundo Nacional do Meio Ambiente, o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Sólidos Perigosos, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Pela perspectiva da PNRS os RCC são definidos como:

[...]

são os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.

[...]

3.2.1 Característica dos Resíduos de Construção Civil

A composição dos RCC quando comparados com resíduos de outras indústrias, são bastante heterogêneos e possuem características bastante distintas, considerando que sua composição contém resíduos de todos os materiais utilizados na construção da obra (PONTES, 2007).

A composição dos RCC corresponde diretamente sua fonte da qual foi originado, ou seja, manutenção, reformas, construções e demolições, ou pode, ainda, ser atribuída ao período, técnica de amostragem utilizada e ao local de coleta da amostra, como por exemplo, canteiros de obras, aterro de construção civil ou bota-fora (MORAIS, 2006).

A composição dos RCC produzidos nas atividades da construção civil é bastante heterogênea em cada uma das etapas que a compõem, embora exista sempre um componente que se destaca entre as outras, temos a caracterização média da composição dos RCC associados aos parâmetros específicos da região geradora dos resíduos e às técnicas construtivas locais (KARPINSKI, PANDOLFO, *et al.*, 2008).

Neste contexto, são apresentadas as categorias de RCC relacionados os tipos (ou etapas) de obras e a composição dos resíduos gerados em cada processo construtivo, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1. Composição do RCC em relação ao tipo de obra.

Categorias	Massa de RCC por Tipologia de Obras e/ou Atividades (%)				
	Rodoviárias	Escavações	Demolições	Diversas	Sobras de limpeza
Concreto	48,0	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolos	-	0,3	6,3	12,0	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira e lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5

Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,5	-	1,6	-	0,1
Metais	-	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	7,2	18,3	10,5
Matéria orgânica	-	1,0	1,6	2,7	3,5
Outros	-	-	0,9	0,9	2,0

Fonte: Adaptado de (MORAIS, 2006).

Os RCC são constituídos em sua maioria absoluta (90% em massa) de origem mineral, são compostos por concretos, argamassas, blocos e telhas (ÂNGULO, 2005). A seguir é apresentada a composição de algumas cidades brasileiras, conforme **Tabela 2**.

Observa-se que o somatório dos percentuais de concreto, argamassa e material cerâmico, para cada cidade apresentada na **Tabela 2**, da página 23, corresponde a mais de 60% do total de resíduos gerados, esses resíduos são potencialmente recicláveis como agregados (CABRAL e MOREIRA, 2011).

No entanto, referente aos dados de outros países mencionados em estudos que indicam a tendência para países desenvolvidos, de um aumento da participação de embalagens e componentes industrializados e diminuição na participação dos resíduos minerais (PINTO, 1999).

A indústria da construção civil é a principal fonte geradora de resíduos, as estimativas indicam que este setor é responsável pela geração de aproximadamente 40% dos resíduos de toda a economia brasileira (JHON, 2000).

A produção de resíduos do Brasil, provenientes das atividades de construção, manutenção e demolição possui uma estimativa bastante variada, entretanto, são encontrados valores de geração por hab./ano que variam entre 0,5 e 05 toneladas, conforme (JHON, 2000).

Também, a grande quantidade de massa de resíduos gerados pelos RCC, corresponde a valores que varia entre 41 a 70% da massa dos RSU e, essa grande quantidade de massa residual quando mal gerenciada, promove degradação na vida urbana e aumenta os serviços municipais de limpeza pública, de acordo (SCHNEIDER, 2003).

Tabela 2. Composição dos RCC em algumas cidades brasileiras (em %).

Municípios	Argamassa	Concreto	Cerâmica	Cerâmica polida	Rochas e solos	Outros	Autor
São Paulo/SP	25,2	8,2	29,6	n.d.	32,0	5,0	(FILHO, 1999)
Porto Alegre/RS	44,2	18,3	35,6	0,1	1,8	n.d.	(LOVATO, 2007)
Ribeirão Preto/SP	37,4	21,1	20,8	2,5	17,7	0,5	(ZORDAN, 1997)
Salvador/BA	53,0	53,0	9,0	5,0	27,0	6,0	(QUADROS e OLIVEIRA, 2001)
Campina Grande/PB	28,0	10,0	34,0	1,0	9,0	18,0	(NÓBREGA, 2002)
Maceió/AL	27,8	18,6	48,2	3,1	n.d.	2,3	(VIEIRA, 2003)
Fortaleza/CE	38,0	14,0	9,0	13,0	4,0	12	(OLIVEIRA, SALES, <i>et al.</i> , 2011)

Fonte 2. Adaptado de (CABRAL e MOREIRA, 2011).

Definindo a variabilidade dos RCC os resultados demonstram a necessidade do efetivo controle da composição gravimétrica já que os resíduos oriundos de obras de reforma apresentam características diferenciadas em sua formação uma vez que as áreas reparadas são bastante distintas e utilizam materiais de fontes diversificadas (CARMO, MAIA e CÉSAR, 2012).

Em estudo realizado na cidade de Belo Horizonte no ano de 2012, demonstrou que do total de 3.727 m³ de RCC avaliados o índice de entregas originadas de obras residenciais são maiores que os de obras comerciais e mistas, chegando ao percentual de 84,3% (CARMO, MAIA e CÉSAR, 2012).

Neste contexto, é apresentado um resumo da geração de RCC em algumas cidades brasileiras, as quais apontam para grande variação na porcentagem deste com relação aos RSU, conforme apresentado na **Tabela 3**, abaixo.

Tabela 3. Geração de RCC em algumas cidades brasileiras.

Municípios	RCC			Autor
	(ton./dia)	(ton./hab.ano)	(%)	
Jundiaí/SP	712	0,89	62	(PINTO, 1999)
São Paulo/SP	5.260	0,18	34	(NETO e SHALCH, 2010)
São Carlos/SP	381	0,70	n.d.	(NETO e SHALCH, 2010)
Salvador/BA	2.746	0,39	50	(FREITAS, 2003)
Feira de Santana/BA	276	0,21	50	(FREITAS, 2003)
Belo Horizonte/MG	1.200	0,22	51	(LEITE, 2001)
Maceió/AL	1.100	0,57	45	(VIEIRA, 2003)
Porto Alegre/RS	1.000	0,31	n.d.	(LOVATO, 2007)
Florianópolis/SC	636	0,81	n.d.	(XAVIER, 2000)
Blumenau/SC	331	0,45	n.d.	(SARDÁ, 2003)
Fortaleza/CE	702	0,11	53	(OLIVEIRA, SALES, <i>et al.</i> , 2011)

Fonte 3. Adaptada de (CABRAL e MOREIRA, 2011).

3.2.2 Classificação dos Resíduos de Construção Civil

Os RCC são classificados por classes, sendo de classe A os reutilizáveis ou recicláveis, classe B os recicláveis para outras destinações, classe C os que ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para suas reutilização e/ou reciclagem, e classe D os perigosos da construção civil (BRASIL, 2010), (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) e (BRASIL, 2002).

A **Figura 2**, apresenta a disposição adequada de coletores de RCC para canteiros de obras, conforme classificação recomendada pela legislação brasileira específica do setor de construção civil.

Figura 2. Equipamentos para segregação de RCC em canteiros de obras.



Fonte 4. Autoria própria.

Atualmente o método de disposição mais utilizado ainda são os aterros municipais de resíduos da construção civil, a legislação brasileira e ABNT definem esses aterros como sendo:

[...]

a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004) e (BRASIL, 2002).

[...]

Para os efeitos da PNRS, os resíduos da construção civil têm a seguinte classificação, conforme alinha “h”, segundo (BRASIL, 2010):

[...]

gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

[...]

Pela definição do CONAMA, os resíduos da construção civil são classificados 04 (quatro) em classes, a saber: classe A, classe B, classe C e classe D, sendo as classe B e C alteradas pela resolução 431/2011 e a classe D alterada pela resolução 348/2004 (BRASIL, 2002), (BRASIL, 2004) e (BRASIL, 2011).

[...]

I - Classe A - 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;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - 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.

[...]

3.2.3 Destinação Final de Resíduos de Construção Civil

A PNRS traz em suas definições que a disposição final dos resíduos sólidos tenha destinação ambientalmente adequada e, que deva incluir a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, observando com rigor normas operacionais específicas de modo a evitar riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Nesta direção são vários os estudos realizados em diferentes cidades brasileiras que indicam as disposições irregulares responsáveis pela maior parte da problemática relacionada aos RCD, sendo comum encontrá-los depositados de forma inadequada em locais como aterros clandestinos, acostamentos de estradas e rodovias, locais de fácil acesso, terrenos baldios, encostas de rios, áreas de preservação natural suprimindo vegetação nativa (KARPINSKI, PANDOLFO, *et al.*, 2008).

Com a implantação da PNRS, houve um aumento no interesse pelas políticas públicas voltada para gestão dos resíduos, e com isso o acirramento das discussões relacionadas as questões ambientais, contudo, apesar de toda a mobilização existente em relação à defesa do meio ambiente, pouco tem sido feito para melhorar a gestão desde a geração até a destinação final (GONÇALVES, 2011).

O CONAMA apresenta as orientações quanto aos procedimentos a serem adotados com relação à destinação dos RCC que deverão ser destinados conforme segue (BRASIL, 2002):

[...]

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

[...]

A área a ser utilizada para a implantação de aterros de resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes deve considerar: o impacto ambiental causado pela instalação do aterro; a aceitação da instalação pela população; e que esteja de acordo com a legislação ambiental da região (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Já com relação ao meio ambiente a avaliação da adequabilidade de uma área deve analisar os seguintes aspectos: geologia e tipos de solos existentes; hidrologia; passivos ambientais; vegetação; vias de acesso; áreas disponíveis; volume de resíduos; vida útil do aterro; e distância de núcleos populacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

As leis brasileiras proíbem a disposição de RCC em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos de água, lotes vagos e em áreas de preservação protegidas (BRASIL, 2002).

Porém, as disposições irregulares são constantes no Brasil em decorrência da falta de alternativas para a destinação e/ou disposição ambientalmente adequadas, o que provoca desperdício de materiais nobres e elevados custos com ações corretivas decorrentes da disposição inadequada (PERES, 2012, p. 18).

3.3 Aspectos Legais

Neste item foi realizada uma síntese de informações a respeito das legislações existentes, no âmbito federal, estadual e municipal aplicáveis ao assunto de gestão dos resíduos sólidos.

3.3.1 Nível federal

A Constituição Federal promulgada em 05 de outubro de 1988 como legislação suprema brasileira, traz diversos artigos de competência voltada à saúde, meio ambiente, poluição, direitos de todos, entre outros temas, como os destacados nos artigos, conforme (BRASIL, 2014).

[...]

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas.

[...]

Art. 30. Compete aos Municípios:

I - legislar sobre assuntos de interesse local;

[...]

Art. 196. A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação.

[...]

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

[...]

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela lei federal nº 6938/1981, teve um papel de grande relevância nas discussões sobre o tema dos RCC, buscando a preservação, a melhora e a recuperação do meio ambiente nacional, através de princípios e conceitos fundamentais para a proteção ambiental, além de trazer inovação com instrumentos até então inexistentes na legislação brasileira, sendo por isso, considerado um marco legal no país com relação as políticas voltadas para conservação biológica e preservação ambiental brasileira, de acordo (BRASIL, 1981).

A Lei de Crimes Ambientais, lei federal nº 9.605/1998, instituiu as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, além de fazer menção aos depósitos irregulares de resíduos, como as penas previstas no Art. 54 que define crime para quem causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a

destruição significativa da flora. Da mesma forma que prevê pena de reclusão de 1 a 5 anos no inciso V do mesmo artigo, para os infratores envolvidos com crimes referentes aos resíduos sólidos de modo geral, conforme (BRAISL, 1998)

Com a publicação da política nacional de Saneamento Básico – PNSB instituída pela lei federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, foi estabelecida às diretrizes nacionais para o saneamento básico dos municípios e determinou a obrigatoriedade dos municípios de elaborarem seus Planos Municipais de Saneamento Básico, podendo incluir, neste documento, as diretrizes referentes aos resíduos sólidos municipais, de acordo (BRASIL, 2007).

Com a publicação da lei federal nº 12.305/2010, após 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, foi aprovada a PNRS regulamentada pelo decreto federal nº 7.404/2010, estabeleceu um novo marco regulatório para os resíduos no país, considerando as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, além de trazer a obrigatoriedade da necessidade de implantação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos para todos os entes federativos e para atividades potencialmente poluidoras, conforme (BRASIL, 2010) e (BRASIL, 2010).

Por outro lado, a PNRS trata ainda das questões relacionadas com a gestão de resíduos da construção civil, apresentando, uma visão sistêmica quanto a gestão dos resíduos sólidos, como: a ecoeficiência; a redução dos impactos ambientais e do consumo de recursos naturais; o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda também como promotor de cidadania, de acordo (BRASIL, 2010).

Da mesma forma que a referida lei tem em vista à aprovação de um conjunto de normas técnicas relacionadas ao manejo, reciclagem e utilização de agregados derivados da transformação dos resíduos. Além disso, trouxe um conjunto de ações que deve ser realizada pelos envolvidos na cadeia destes resíduos, ou seja, geradores e administração pública, objetivando: a destinação adequada aos grandes volumes; a preservação e controle das opções de aterro; a criação de políticas que facilitem a disposição de pequenos volumes; a melhora na limpeza e na paisagem urbana; preservação do meio ambiente; ao incentivo de parcerias e ao incentivo da redução de resíduos na fonte, a fim de reduzir custos municipais.

Neste contexto, em 2002, a resolução CONAMA nº 307, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão ambientalmente correta dos resíduos da construção civil,

disciplinando as ações necessárias à minimização dos impactos e efeitos ambientais relacionados a estes resíduos, posteriormente a homologação da PNRS (BRASIL, 2002).

Por outro lado, vale ressaltar as alterações realizadas na resolução do CONAMA nº 307/2002, pela resolução nº 348/2004, com a inclusão do amianto na classe de resíduos perigosos; pela resolução nº 431/2011, que alterou a classe do gesso, passando-o da classe C para classe B; pela resolução nº 448/2012, que alterou conceitos, instrumentos de gestão, etc.; e pela resolução nº 431/2011, que alterou o Art. 3º que define matérias para cada uma das classes, ambas do CONAMA, trazem alterações importantes principalmente no que se refere aos conceitos e definições estabelecidos (BRASIL, 2002), (BRASIL, 2004), (BRASIL, 2011), (BRASIL, 2012) e (BRASIL, 2013).

3.3.2 Nível Estadual

Na esfera Estadual, a Assembleia Estadual Constituinte, instalada em Miracema do Tocantins, promulgou a Lei Estadual nº 71, de 31 de julho de 1989, que estabelece as normas de proteção ao meio ambiente e dá outras providências, conforme (TOCANTINS, 1989).

[...]

Art. 2º. Para assegurar o cumprimento desta Lei, incumbe ao poder público:

- e) controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnica, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, sua qualidade e meio ambiente;
- f) proteger a fauna e a flora, vedadas na forma desta Lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem ou possam provocar a extinção de espécies e que submetam os animais e pássaros à crueldade ou cativeiro.

Parágrafo único. Qualquer pessoa física ou jurídica residente ou estabelecida no Estado do Tocantins, ou que aqui preste serviço, é parte legítima para representar às autoridades, denunciando a ocorrência ou a iminência de ocorrer atos danosos ao meio ambiente.

[...]

Art. 110. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Estado, aos Municípios e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo, para as presentes e futuras gerações, observando o seguinte.

[...]

Art. 146. A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos.

Parágrafo único. O direito à saúde implica na garantia de:

I - condições dignas de trabalho, saneamento básico compatível com as peculiaridades e necessidades específicas de todos os cidadãos: moradia, alimentação, educação, transporte, lazer;

III - respeito ao meio ambiente e controle da poluição ambiental;

[...]

Da mesma forma, a Lei Estadual nº 261/1991 e o decreto estadual nº 10.459, de 08 de julho de 1994, que dispõe sobre a Política Ambiental do Estado do Tocantins, destaca-se sua elaboração, implementação e acompanhamento, instituindo princípios, fixando objetivos e normas básicas para proteção do meio ambiente e melhorias da qualidade de vida da população, conforme (TOCANTINS, 1991).

[...]

Art. 28. A coleta, transporte, tratamento e disposição final do lixo processar-se-ão em condições que não tragam malefícios ou inconveniência à saúde, ao bem-estar público ou ao meio ambiente.

§ 1. Fica expressamente proibido:

I - deposição de lixo em locais inapropriados, em áreas urbanas ou rurais;

II - a incineração e a disposição final de lixo a céu aberto;

III - a utilização de lixo "*in natura*" para alimentação de animais e adubação orgânica;

IV - lançamento de lixo em água de superfície, sistemas de drenagem de águas pluviais, poços, cacimbas e áreas erodidas.

§ 2º. É obrigatória a incineração do lixo hospitalar, bem como sua adequada coleta e transporte, sempre obedecidas as normas técnicas pertinentes.

§ 3º. O NATURATINS poderá estabelecer zonas urbanas onde a seleção do lixo deverá ser necessariamente efetuada em nível domiciliar.

§ 4º. O NATURATINS promoverá, diretamente ou em regime de concessão, a instalação de unidade de tratamento de lixo Usinas de Compostagens aos centros urbanos que comportem tais unidades.

[...]

Além disso, foi criado o Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), como órgão do Estado responsável pela aplicação da Política Ambiental do Estado, exerce o controle das atividades industriais, comerciais, de prestação de serviços e outras fontes de qualquer natureza que produzam ou possam produzir alteração adversa às características do meio ambiente, como descrito, conforme (TOCANTINS, 1991).

[...]

Art. 8º. O Estado do Tocantins, através da NATURATINS, adotará todas medidas legais e administrativas necessárias à proteção do meio ambiente e à prevenção da degradação ambiental de qualquer origem e natureza.

§ 1º - Para os efeitos do disposto neste artigo:

III - estabelecerá as diretrizes de proteção ambiental para as atividades que interfiram ou possam interferir na qualidade do meio ambiente;

XIII - estabelecerá normas e padrões de qualidade ambiental, inclusive fixando padrões de emissão e condições de lançamento e disposições para resíduos, rejeitos e efluentes de qualquer natureza;

XIV - estabelecerá normas relativamente à reciclagem e reutilização de materiais, resíduo, subprodutos e embalagens em geral resultantes diretamente de atividades de caráter industrial, comercial e de prestação de serviços.

[...]

3.3.3 Nível Municipal

Na cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins, onde foi realizado o presente estudo, com criação da Lei Orgânica municipal nº1.011 de 04 de junho de 2001, sancionada por meio do Decreto nº 244 de 05 de março de 2002. Foi instituída a Política Ambiental, Equilíbrio Ecológico, Preservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências, conforme (PALMAS, 2001).

A publicação desta foi recebida como um marco regulatório para área ambiental no Município de Palmas, por contribuir para a solução de problemas ambientais, além de outros pontos relevantes destacados nos objetivos desta lei, que traz, conforme (PALMAS, 2001):

[...]

Art. 4º São objetivos da Política Municipal de Meio Ambiente:

I - articular e integrar as ações e atividades ambientais desenvolvidas pelos diversos órgãos e entidades do Município, com aqueles dos órgãos Federais e Estaduais, quando necessário;

II - articular e integrar ações e atividades ambientais intermunicipais, favorecendo outros instrumentos de cooperação;

III - compatibilizar o desenvolvimento econômico, social e cultural com a preservação ambiental, a qualidade de vida e o uso racional dos recursos ambientais;

IV - controlar a produção, extração, comercialização, transporte e o emprego de materiais, bens e serviços, métodos e técnicas que comportem risco ou não para a vida ou comprometam a qualidade de vida e o meio ambiente;

V - estabelecer normas, critérios e padrões de emissão de efluentes e de qualidade ambiental, bem como normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais,

naturais ou não, adequando-os permanentemente às inovações tecnológicas e em face da lei;

VI - estimular a aplicação da melhor tecnologia disponível para a constante redução dos níveis de poluição;

VII - preservar e/ou conservar os recursos naturais do Município de Palmas;

VIII - incentivo ao estudo científico e tecnológico, direcionados para o uso e a proteção dos recursos ambientais;

IX - promover a educação ambiental na sociedade e especialmente na rede de ensino municipal;

X - promover o zoneamento ambiental.

[...]

Da mesma forma, que esta lei trouxe uma grande contribuição no que se refere à regulamentação do uso do solo, com a finalidade de garantir a proteção do solo no Município, por meio dos artigos a seguir destacados, de acordo (PALMAS, 2001):

[...]

Art. 93. A proteção do solo no Município visa:

I - garantir o uso racional do solo urbano e rural, através dos instrumentos de gestão competentes, observadas as diretrizes ambientais contidas no Plano de Desenvolvimento Sustentável;

II - garantir a utilização do solo cultivável, através de adequados planejamento, desenvolvimento, fomento e disseminação de tecnologias e manejos;

III - priorizar o controle da erosão, a contenção de encostas e a recuperação das áreas degradadas;

IV - priorizar a utilização de controle biológico de pragas;

V - estabelecer estudos de áreas permeáveis a fim de permitir a infiltração das águas pluviais.

[...]

Art. 94. O Município deverá implantar adequado sistema de coleta, tratamento e destinação dos resíduos sólidos urbanos, incluindo coleta seletiva, segregação, reciclagem, compostagem e outras técnicas que promovam a redução do volume total dos resíduos sólidos gerados.

[...]

Art. 95. A disposição de quaisquer resíduos no solo e subsolo, sejam líquidos, gasosos ou sólidos, só será permitida mediante comprovação de sua degradabilidade e da capacidade do solo de autodepurar-se levando-se em conta os seguintes aspectos:

I - capacidade de percolação;

II - garantia de não contaminação dos aquíferos subterrâneos;

III - limitação e controle da área afetada;

IV - reversibilidade dos efeitos negativos.

[...]

Por último, foi decretado em 15 de janeiro de 2014, pelo Decreto Municipal nº 700/2014, que institui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Palmas e adota outras providências. O PMSB foi concebido com quatro anexos, assim distribuídos: Volume I – Considerações Iniciais; Volume II – Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (PMAE); Volume III - Plano Municipal de Manejo de Águas e Drenagem Urbana (PMDU) e Volume IV – Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos (PMGRS), conforme (PALMAS, 2014):

Neste sentido, foi estabelecida pelo o PMSB, obrigatoriedade para garantir a proteção do solo no Município, a partir dos novos contratos de prestação de serviços que serão firmados entre o Município e as empresas prestadoras desses serviços, referente ao manejo dos resíduos sólidos, conforme descrito no Art. 5º do PMGRS a seguir (PALMAS, 2014):

[...]

Art. 5º No caso específico do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PMGRS, suas disposições deverão ser consideradas nos próximos contratos de prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, garantindo-se o equilíbrio econômico-financeiro, nos termos do art. 25, § 8º, do Decreto Federal 7.217/10.

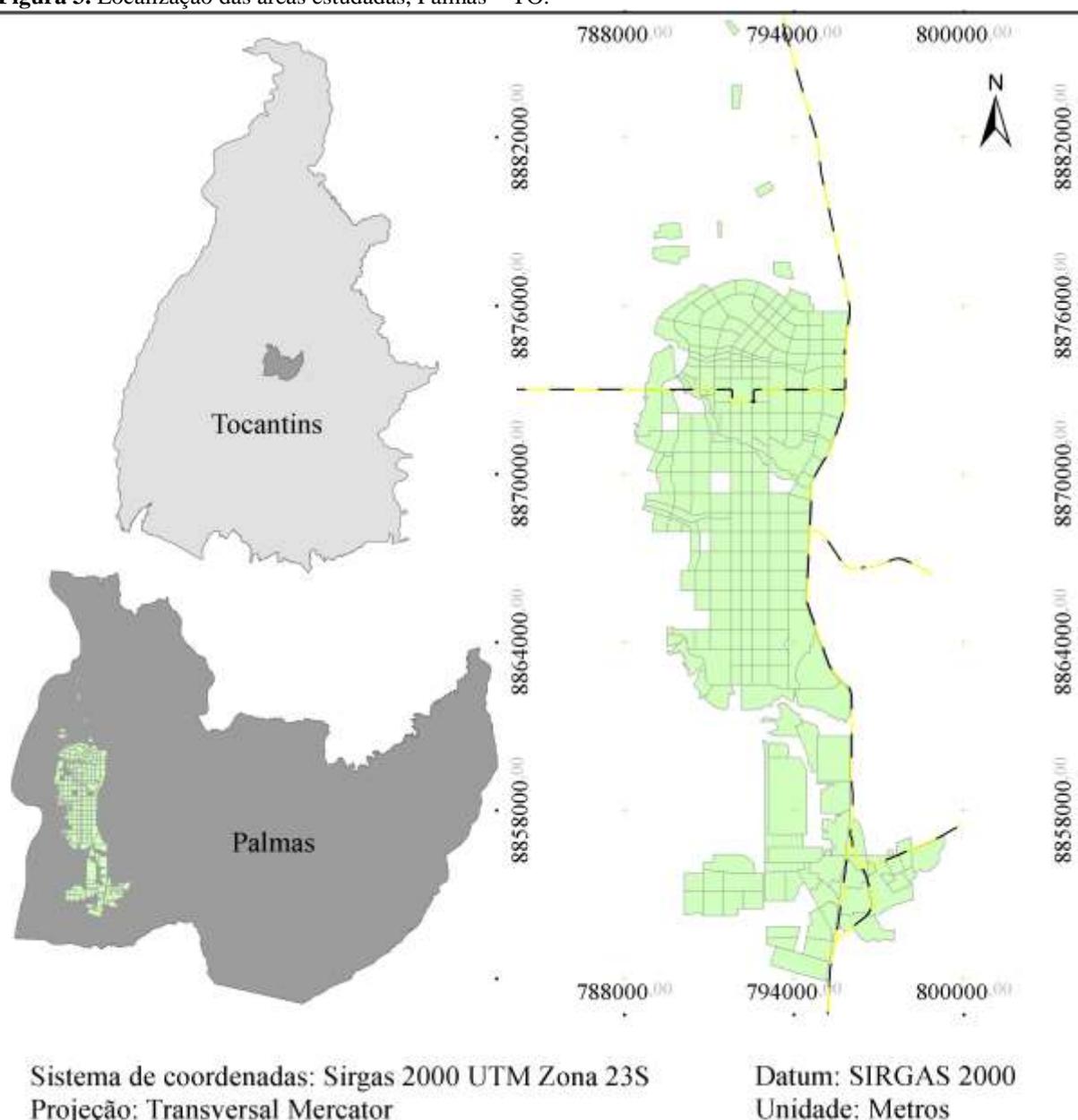
[...]

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização da Área de Estudo

O Município de Palmas está localizado na região central do Tocantins, Norte do Brasil (**Figura 3**), à margem direita do rio Tocantins, possui 249.019 habitantes, área de 2.218,94 km², correspondente a 0,79% do Território Estadual, limitando ao Norte com os Municípios: Aparecida do Rio Negro, Novo Acordo, Lajeado, Tocantínia e Miracema do Tocantins, ao Sul com os Municípios de Monte do Carmo e Porto Nacional, Leste com os Municípios de Santa Tereza e Novo Acordo e a Oeste com os Municípios de Porto Nacional e Miracema do Tocantins (PALMAS, 2014).

Figura 3. Localização das áreas estudadas, Palmas – TO.



O método utilizado para caracterização dos RCC constou de 05 (cinco) etapas, conforme segue nos itens 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, e 4.6, abaixo.

A **Figura 4**, apresenta o fluxograma com as diferentes etapas do processo metodológico utilizado para realização deste estudo.

Figura 4. Fluxograma do processo metodológico utilizado para realização do estudo.



4.2 Realização de Entrevistas

A primeira etapa constou da realização de entrevistas de caráter informativo no ano de 2013, com a direção da Associação Tocantinense de Transportadoras de Entulhos, Recicláveis e Afins (ASTETER); 05 (cinco) empresas prestadoras de serviços de coleta, transporte e destinação final de RCC; e o departamento de licenciamento ambiental da Diretoria de Meio Ambiente (DIMAM) da então Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Públicos (SEMASP), conforme APÊNDICE I.

As entrevistas foram realizadas por meio da distribuição de questionário composto por 19 (dezenove) questões junto a ASTETER, e órgãos públicos responsáveis e corresponsáveis pela gestão integrada de resíduos sólidos. Foram disponibilizados pelo período de uma semana 11 (onze) questionários entre o público alvo mencionado na metodologia, sendo recolhidos 05 (cinco) questionários 45,45% respondidos destas obteve se as informações descritas nos próximos parágrafos.

4.3 Pré-seleção de Áreas

A segunda etapa consistiu de levantamento, análise e seleção de áreas de disposição de RCC por meio de imagens de satélites do Google Earth do mês de setembro dos anos de 2009, 2011 e 2014, com posterior geração de mapas preliminares de áreas prováveis de disposição de RCC. A análise foi realizada em arquivo digital on-line utilizando a interpretação e seleção de cores como critério de diferenciação dos pixels e do padrão espectral para a identificação de áreas recobertas por RCD.

4.4 Seleção de Áreas

A terceira etapa constou da verificação *in loco* das áreas provisionadas na análise das imagens de satélite e nas entrevistas utilizando veículo adequado e sistema de posicionamento global (GPS).

4.5 Análise da Composição Gravimétrica

A quarta etapa constou da realização da composição gravimétrica dos resíduos *in loco* nas 03 (três) áreas selecionadas para realização do estudo, conforme método descrito abaixo:

- ✖ Selecionar e/ou formar amostras conforme área de estudo:
 - para as áreas A2 e A8, foi selecionado 1,00 m² de área para retirada da amostra; e
 - para a área A14 foram selecionados 04 (quatro) amontoados com características distintas de resíduos para retirada e formação da amostra;
- ✖ foi selecionada área/espço estabilizado/nivelado próximo da amostra selecionada;
- ✖ foi disposta lona de polietileno do tipo PAD de 16,00 m², para disposição dos resíduos para triagem;
- ✖ foi instalada tenda de polietileno de 16,00 m², sobre a lona, com a finalidade de proporcionar a triagem dos resíduos e proteger os equipamentos e a equipe de pesquisadores das intemperes ambientais;
- ✖ foi instalado kit de energia constituído por motor gerador monofásico do modelo TG 2500MX da marca TOYAMA Power Products, próximo a tenda;
- ✖ foi instalada e tarrafada balança eletrônica modelo 2098 da marca Toledo com capacidade para medir a massa total das amostras, sob a tenda;

- ✖ foram coletadas e transportadas as amostras, utilizando coletor de 250 litros, 01 (uma) caixa d'água de polietileno no formato cilíndrico e carrinho de mão do tipo plataforma de 1,50 m x 0,80 m, e disponibilizado os resíduos sobre a lona para realização de triagem; e
- ✖ foram triados os resíduos sob a tenda instalada por meio dos seguintes procedimentos:
 - foram separados em 04 (quatro) partes iguais os resíduos coletados em cada um dos amontoados, selecionando 1/4 para composição da amostra e descartando os 3/4 restantes no amontoado de origem, somente para os casos em que a amostra for proveniente de mais de um amontoado, caso da amostra A14, conforme (PINTO, 1999);
 - foram separados os resíduos da amostra por tipologia de resíduos;
 - foram pesados os resíduos utilizando balança elétrica;
 - foi preenchida a ficha de coleta de informações de campo, conforme APÊNDICE III;
 - foi realizado descarte dos resíduos provenientes dos procedimentos de triagem;
 - foi realizado o desmonte dos equipamentos e da tenda de proteção.

Todas as amostras foram coletadas nos dois períodos climáticos característicos da região, seco e chuvoso, para possibilitar a análise da influência da umidade nos resíduos.

4.6 Análise da Granulometria de Agregados

A quinta etapa consistiu da análise laboratorial da granulometria dos resíduos coletados nas 03 (três) áreas estudadas, de onde foi originado as 3 (três) amostras de aglomerados, que foram posteriormente analisados, conforme metodologia descrita pela NBR NM 248 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

Somente uma caracterização sistemática dos agregados produzidos a partir de RCD permitirá melhor difusão do seu uso, conhecer bem o comportamento do material reciclado dentro das características de uso resultará em produtos de melhor qualidade e romperá possíveis barreiras para o completo reaproveitamento do resíduo.

O material foi analisado em duas (02) etapas, levando em consideração a série de peneiras e a tipologia dos resíduos, como segue:

Na primeira etapa foi utilizada as séries normal e intermediária de peneiras de 4,8; 6,3; 9,5; 12,5; 19; 25; 31,5; 37,5; 50; 63 e 75 mm, e processado uma amostra de 9 kg de aglomerados por meio do peneiramento mecânico realizado por agitador de peneiras quadradas vibratório com timer e controle de intensidade granuteste, para determinação de

granulometria modelo "g" , acionada por motor monofásico de 1/2" hp , 220 volts , equipadas com polia de 3 canais para aumentar ou diminuir a intensidade das vibrações , relógio automático eletromecânico de 60 minutos, capacidade para 06 peneiras de 500x 500 x 100 mm, com tampa e fundo; Balança Eletrônica de precisão Marte, modelo AD 16K - 16kg X 0,1g, com microprocessador, possui tara subtrativa, mostrador digital de cristal, sistema de contagem de peças. Temperatura de operação de 10°C à 40°C. Tensão de trabalho 110V ou 220V, com tolerância de +/- 10%, frequência 60Hz.

O método utilizado constou da verificação da massa da amostra proveniente do campo utilizando balança elétrica e bandeja de aço galvanizado medindo 70x50x5 cm, disposição da amostra sobre a primeira peneira do agitador, acionamento do agitador por 1,5 (um e meio) minuto; verificação da massa retida em cada uma das 11 (onze) peneiras e no fundo utilizando balança elétrica e banja de armazenamento.

A **Figura 5** apresenta o equipamento utilizado no processamento de granulometria dos agregados graúdos em laboratório por meio de agitação mecânica.

Figura 5. Agitar elétrico para peneiramento de agregados graúdos.



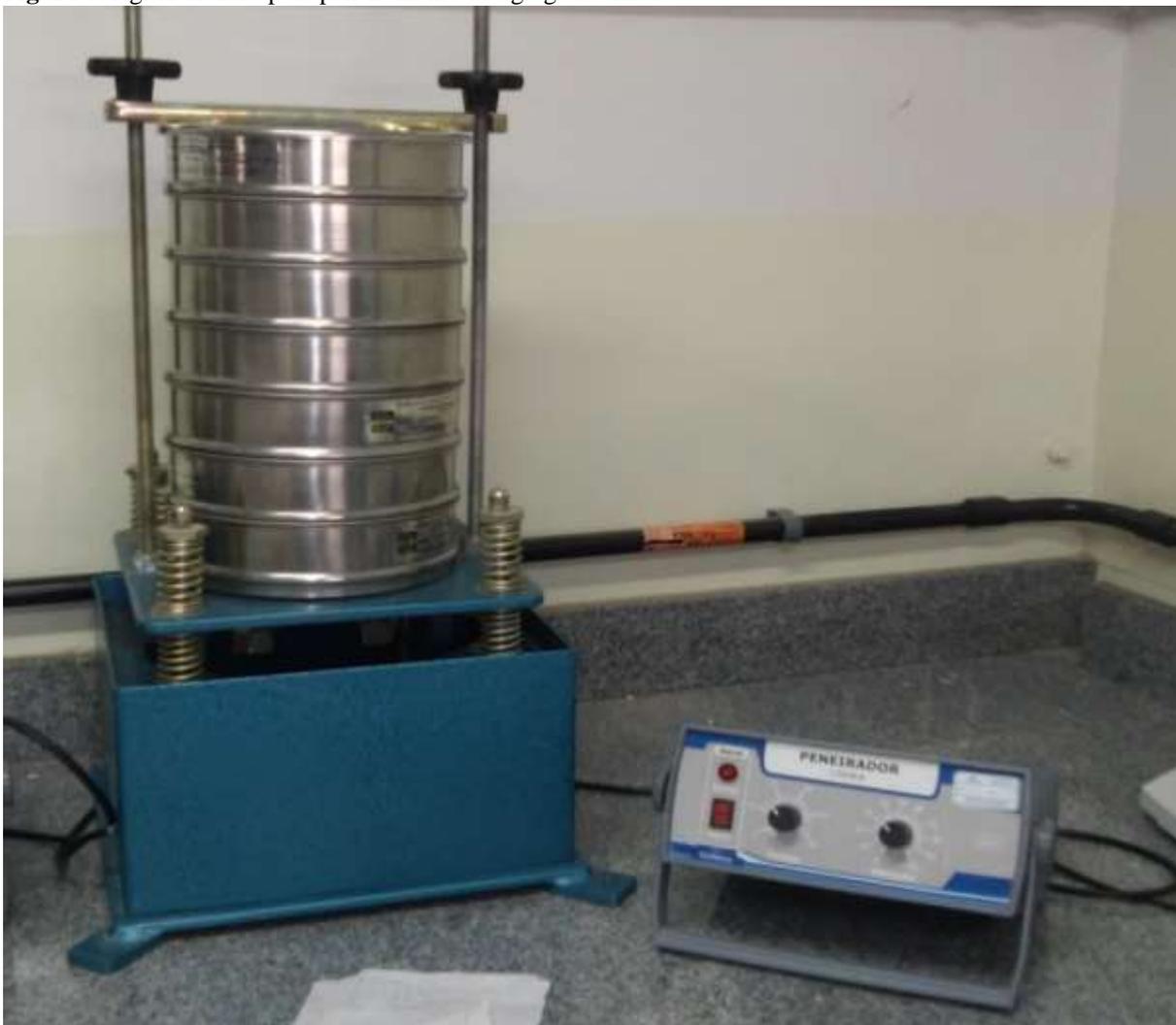
Na segunda etapa foi utilizada série de peneira intermediária de 0,15; 0,30; 0,60; 1,20 e 2,40 mm, e processado uma amostra de 0,5 kg proveniente do material de fundo da série anterior, por peneiramento mecânico realizado por Peneirador Eletromecânico, Marca Pavitest, Modelo: I-1016-A, com capacidade para 8 (oito) peneiras com diâmetro 8x2 mm com tampa, com relógio digital para controlar eletronicamente o tempo (até 30 minutos) e o variador de velocidade (com frequência de vibração de 0 a 100); Balança digital de precisão

de 5000g 0,1g – TF, com alta resistência a impacto, com calibração externa e tara automática e display LCD; e Estufa para Secagem e Esterilização da marca DeLeo – Equipamentos Laboratoriais, com controlador de temperatura de 50° a 250°C, confeccionada em chapa de aço com tratamento anticorrosivo e pintada internamente em tinta alumínio resistente a altas temperaturas e externamente em pintura eletrostática, com isolamento térmica e voltagem de 110 e/ou 220V.

O método utilizado constou da verificação da massa da amostra proveniente do fundo do agitador da etapa anterior utilizando balança elétrica e bandeja de aço galvanizado cilíndrica medindo 68x8 cm, disposição da amostra sobre a primeira peneira do agitador, acionamento do agitador por 1 (um) minuto; verificação da massa retida em cada uma das 5 (cinco) peneiras e no fundo utilizando balança elétrica e banja de armazenamento.

A **Figura 6** apresenta o equipamento utilizado na granulometria dos agregados finos.

Figura 6. Agitar elétrico para peneiramento de agregados finos.



Foi utilizado o pacote de software Microsoft Office 2013, para edição de texto, elaboração e edição de planilhas, o software Google Earth versão 7.1.5.1557 gratuita para identificação de áreas potenciais de disposição de resíduos, e software ArcGis 10.2, versão de teste para elaboração de mapas e os demais materiais e equipamentos descritos no APÊNDICE II.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Geração de Mapa Preliminar

A geração do mapa preliminar de identificação de possíveis áreas de disposição de RCC ocorreu por meio do uso de tecnologia computacional para analisar a área urbana de Palmas-TO, com a interpretação de imagens de satélite do software Google Earth. Foram identificados inúmeros pontos de concentração de resíduos distribuídos em todo o plano diretor e região metropolitana da cidade de Palmas-TO, conforme **Figura 7**, abaixo.

As áreas potenciais identificadas como possíveis depósitos de RCC totalizaram 166 (cento e sessenta e seis) locais com áreas que totalizaram 54,2494 hectares e encontram-se distribuídas por quase todo o Plano Diretor de Palmas, região sul e nas áreas periféricas da cidade, principalmente margeando as principais Vias Públicas Urbanas em áreas destinadas a pequenas propriedades rurais (chácaras) espalhadas no entorno da cidade.

Nestas áreas estão incluídos o aterro Sanitário Municipal e alguns Ecopontos licenciados para este fim, os quais operam com procedimentos que visam a destinação adequada dos RCC, para Aterros de RCC Licenciados e recuperação de voçorocas.

5.2 Realização das Entrevistas

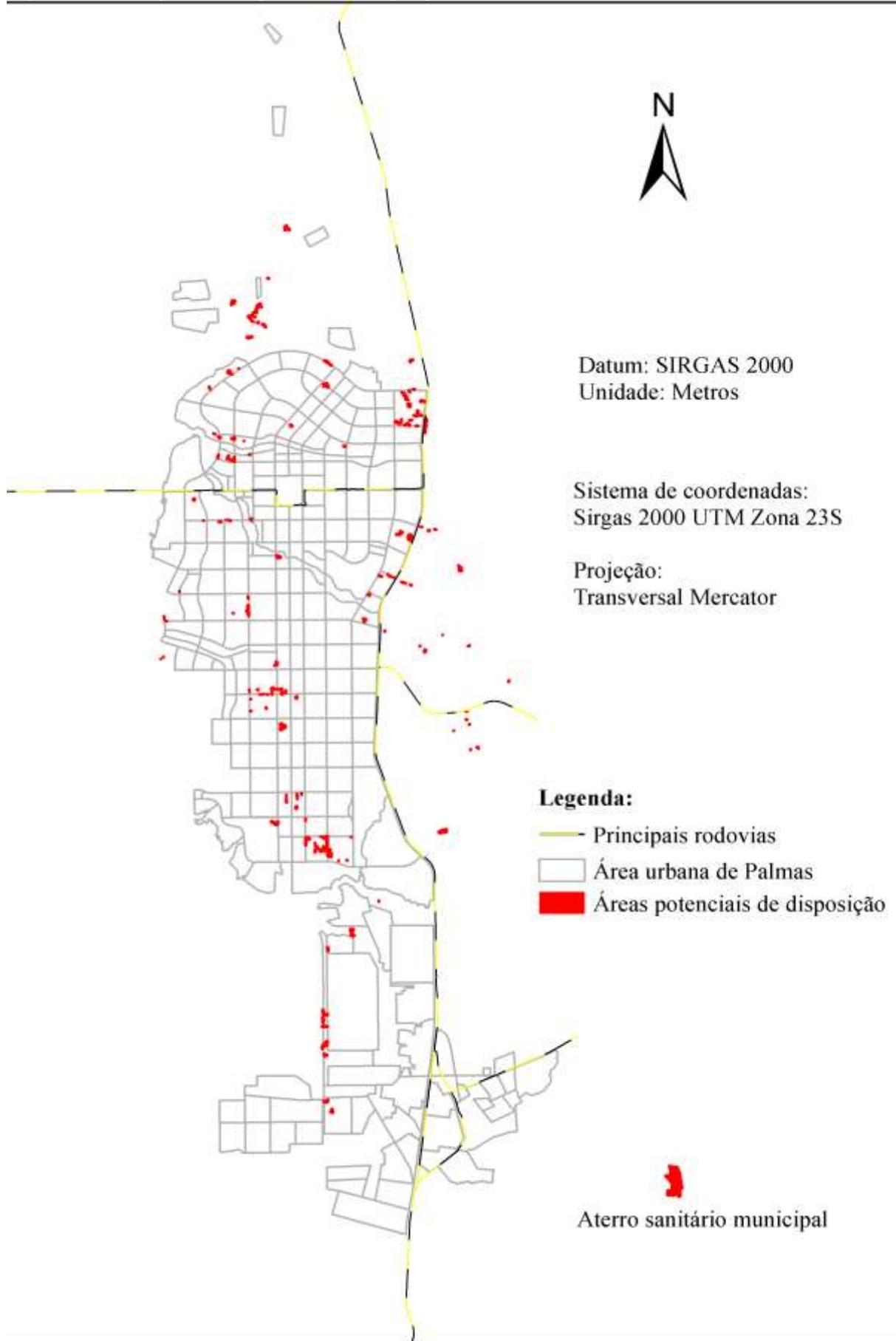
As entrevistas foram realizadas por meio da distribuição de questionário composto por 19 (dezenove) questões junto a ASTETER, e órgãos públicos responsáveis e corresponsáveis pela gestão integrada de resíduos sólidos, conforme APÊNDICE I.

Após serem disponibilizados por de uma semana foram recolhidos 05 (cinco) respondidos dentre os 11 (onze) distribuídos entre o público alvo, correspondendo a 45,45% do total.

Neste levantamento verificou-se que até 2014, a existência de várias áreas requeridas para disposição final ambientalmente adequada de resíduos, junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEDUM), além das áreas já licenciadas, o aterro Sanitário Municipal de Palmas e 06 (seis) Ecopontos, sendo 05 (cinco) já utilizados e desativados e o outro uma área degradada (voçoroca) onde já havia sido autorizada a disposição final de resíduos objetivando sua recuperação.

A **Figura 7**, apresenta as áreas potenciais de disposição de RCC, distribuídas pela cidade e região metropolitana.

Figura 7. Localização de áreas potenciais de disposição de RCC.



Foram identificadas 11 (onze) empresas coletoras e transportadoras de RCC, sendo 10 (dez) destas vinculadas a ASTETER. Segundo dados repassados pela ASTETER são coletadas aproximadamente 1.762 caçambas/mês, o que representa um volume estimado de 8.810,00 m³ de resíduos, considerando o volume médio de cada caçamba de 5,00 m³.

As informações cadastrais dos colaboradores deste estudo foram por razões morais excluídas desta descrição, entretanto os dados obtidos foram disponibilizados dentro de um enquadramento didático adequado para mostrar suas peculiaridades.

Dentre as 05 (cinco) empresas que se disponibilizaram a contribuir com a pesquisa, foram levantadas diversas informações relacionadas a gestão dos RCC, as quais se encontram dispostas nos parágrafos/tabelas abaixo.

A **Tabela 4**, apresenta as informações relacionadas ao número de equipamentos, área/região de atuação, os maiores deslocamentos com resíduos, e média de viagens realizadas por dia para as 05 (cinco) empresas.

Tabela 4 Características das principais empresas coletoras de RCC em Palmas -TO.

Empresa	Poliguindastes Simples-S/Duplo-D	Atuação	>Deslocamentos	Transporte Média
Empresa 1	5 (3D e 2S)	Plano Diretor	35 %	20 viagens por dia
Empresa 2	2 (1D e 1S)	Centro	22%	5 a 10 viagens por dia
Empresa 3	4D	Centro	65%	12 viagens por dia
Empresa 4	4 (2D e 1S)	Centro	22%	5 a 10 viagens por dia
Empresa 5	4D	Não respondeu	Não respondeu	20 viagens por dia

A **Tabela 5**, apresenta os resultados verificados da relação de RCD e RCC, ao controle e registro de coletas, e ao valor cobrado aos clientes finais para remoção de entulhos por container para as 05 (cinco) empresas estudadas.

Tabela 5. Mais características das principais empresas coletoras de RCC em Palmas -TO.

Empresa	RCD/RCC	Registro de Coleta	Valor da locação por semana (R\$)
Empresa 1	95%	500 por ano	R\$ 80,00
Empresa 2	90%	Não possui	R\$ 80,00

Empresa 3	70%	Não possui	R\$ 80,00
Empresa 4	90%	Não possui	R\$ 80,00
Empresa 5	90%	Não possui	R\$ 80,00

As empresas também foram questionadas quanto a suas áreas de disposição (AD), ao conhecimento de áreas clandestinas de disposição (CACD), ao apoio à reciclagem, pesquisa e extensão (ARPE), e o interesse em aderir ao mercado de reciclagem de materiais (AMRM).

Tabela 6. Conscientização ambiental das empresas coletoras de RCC em Palmas –TO.

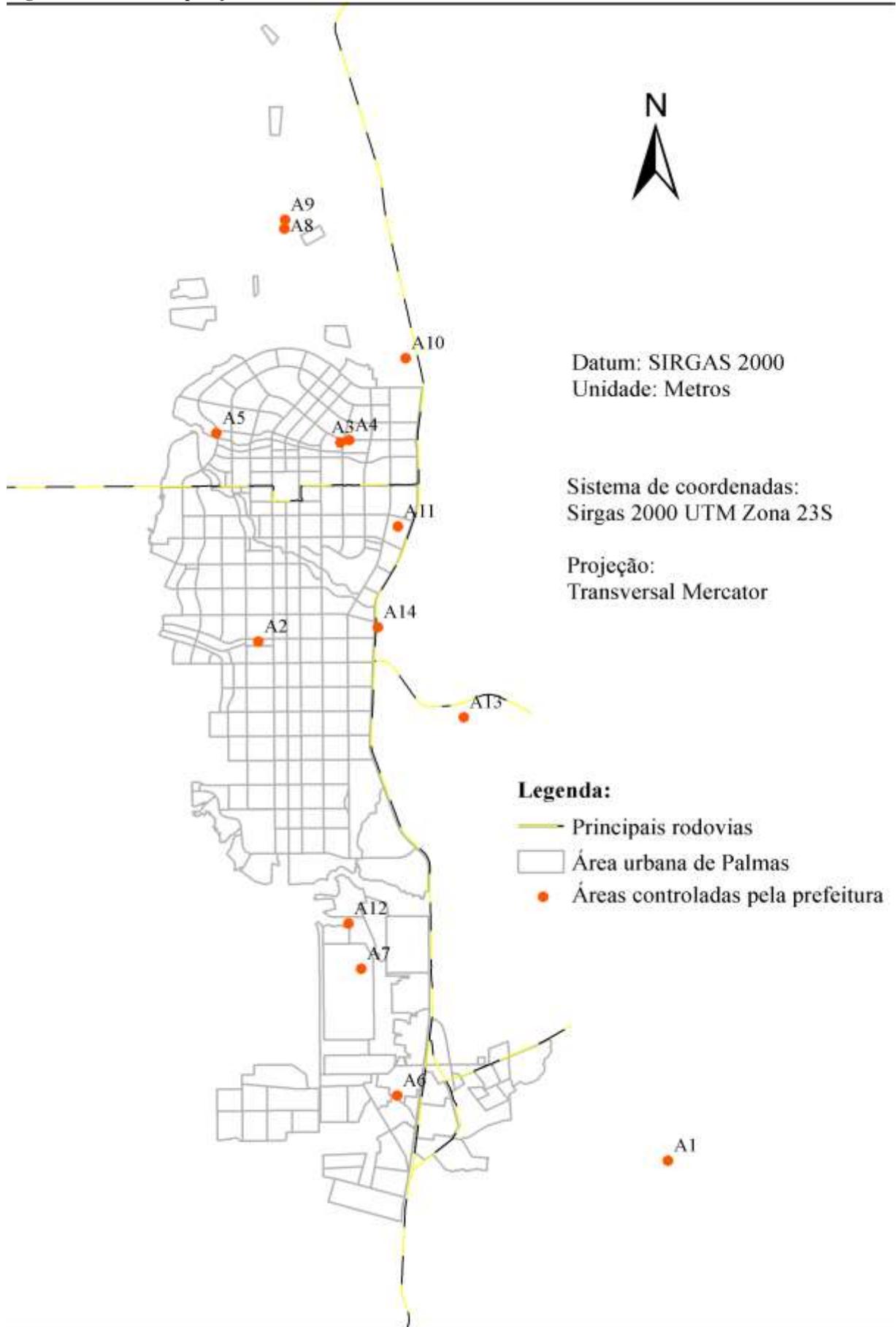
Empresa	AD	CACD	ARPE	AMRM
Empresa 1	Aterro e lotes autorizados	Sim: Quadra 112 Sul	Favorável	Não manifestou
Empresa 2	Área da ASTETER	Não	Favorável	Manifestou
Empresa 3	Área licenciada	Não	Favorável	Não manifestou
Empresa 4	Área da ASTETER	Não:	Favorável	Não manifestou
Empresa 5	Área da ASTETER	Sim: Área Norte Taquaralto	Favorável	Não manifestou

Correlacionando os resultados apontados acima com as imagens de satélite analisadas do ano de 2013, pode-se verificar diferenças nos locais apontados como sendo de disposição de RCC, estas diferenças, se dão em decorrência do crescimento populacional e consequente demanda por novas infraestruturas habitacionais no Município, em consonância com a última pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) concernente aos investimentos Municipais (BRASIL, 2015).

A seguir são apresentados os resultados obtidos por meio da colaboração das instituições Municipais ligadas a gestão ambiental com disponibilização de dados e informações referentes aos RCC na cidade Palmas-TO.

Foram identificadas 14 (quatorze) áreas de descartes de RCC na região Metropolitana de Palmas e seu entorno, licenciadas, encerradas, em operação, embargadas e/ou em processo de licenciamento junto a DIMAM, dentre estas estão o Aterro Sanitário Municipal de Palmas, Ecopontos e áreas particulares, sendo de responsabilidade da Prefeitura Municipal, ASTETER e/ou de seus proprietários, conforme **Figura 8**.

Figura 8. Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas-TO.



A **Tabela 7**, apresenta as informações relacionadas ao tipo, a responsabilidade, a condição atual para a disposição de resíduos e a localização das áreas de disposição de RCC identificadas, conforme segue.

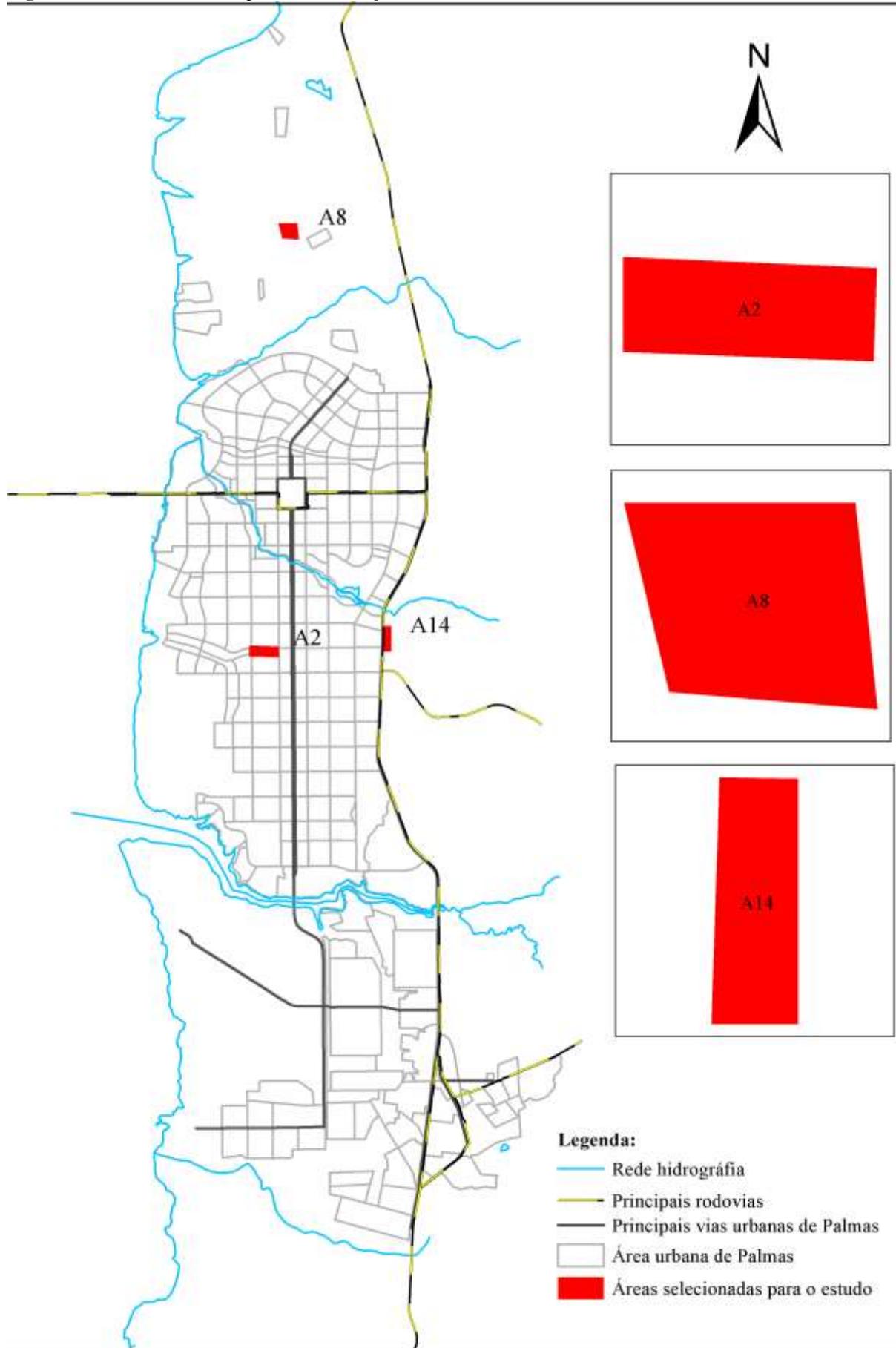
Tabela 7. Áreas de deposição de RCC na cidade de Palmas-TO.

Área	Tipo	Responsável	Status	Localização
A1	Aterro Sanitário	PMP	Licenciada	BH do ribeirão São João
A2	Ecoponto	PMP	Licenciada	LO15 entre a 601S e a 701S
A3	Ecoponto	PMP	Encerrada	AV. LO12 com QD 206 N
A4	Ecoponto	PMP	Encerrada	AV. LO12 com QD 306 N
A5	Ecoponto	PMP	Encerrada	AV. NS15 com QD 307 N
A6	Ecoponto	PMP	Encerrada	Rua Rafael Beles, Santa Barbara
A7	Ecoponto	PMP	Encerrada	AP 03, Aurenny III
A8	Particular	Chacareiro	Encerrada Terceirizada	Antiga estrada de Miracema, Norte de Palmas
A9	Particular	Empresa 1	Embargada	Chácara Especiais Lote 550 Gleba Água Boa, 2º Etapa
A10	Particular	Empresa 1	Licenciando	Chácara 383, Gleba córrego Jaú Próximo a TO-050
A11	Particular	Empresa 2	Encerrada	TO -050, entre AV. JK e LO-05 Quadras ASRSE 15 e 25
A12	Particular	Empresa 2	Licenciada	Chácara 18, Setor Irmã Dulce Próximo a ETE IV
A13	Particular	Empresa 3	Licenciada	Saída para Aparecida do Rio Negro
A14	Particular	Empresa 4	Licenciada	TO 010, atrás do SEST/SENAT

5.3 Seleção das Áreas de Estudo

A seleção das 03 (três) áreas do estudo, foi realizada por meio de visitas *in loco* a partir das informações geradas por meio da análise de imagens de satélite e das entrevistas, tendo como suporte a utilização de veículo adequado e sistema de posicionamento global (GPS), selecionadas as áreas A2, A8 e A14, conforme **Figura 9**.

Figura 9. Áreas selecionadas para caracterização de RCC na cidade de Palmas-TO.



5.4 Características das Áreas de Estudo

A área A2 é caracterizada por ser um aterro de RCC licenciado pela ASTETER junto a SEDUM, instalado em uma chácara particular ao lado da estrada vicinal de acesso a cidade de Lajeado-TO, próxima ao bairro Sonho Meu na Região Norte da cidade de Palmas-TO, nas coordenadas E 791.160,2809 m N 8.868.376,2597 m, representadas no sistema de localização Universal Transversa de Mercator (UTM), referenciadas ao meridiano central 51° WGr, tendo como sistema geodésico de referência o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, SIRGAS 2.000.

Figura 10. Caracterização da A2, recuperação de voçoroca na cidade de Palmas-TO.



A área A8 é caracterizada por ser degradada na forma de voçoroca e está localizada na avenida LO 15 entre as quadras 603 e 703 Sul na Região Sudoeste da cidade de Palmas-TO. É decorrente de erosão formada pelo escoamento superficial das águas das chuvas, devido à ausência da rede de drenagem pluvial nesta região da cidade.

Foi autorizada para o descarte de RCC pela Prefeitura Municipal de Palmas-TO, para as empresas associadas da ASTETER.

Fica localizada nas coordenadas E 791.374,7614 m e N 8.868.544,3054 m, representadas no sistema de localização UTM, referenciadas ao meridiano central 51° WGr, tendo como sistema geodésico de referência o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, SIRGAS 2.000.

Figura 11. Caracterização da A8, aterro de RCC na cidade de Palmas-TO.



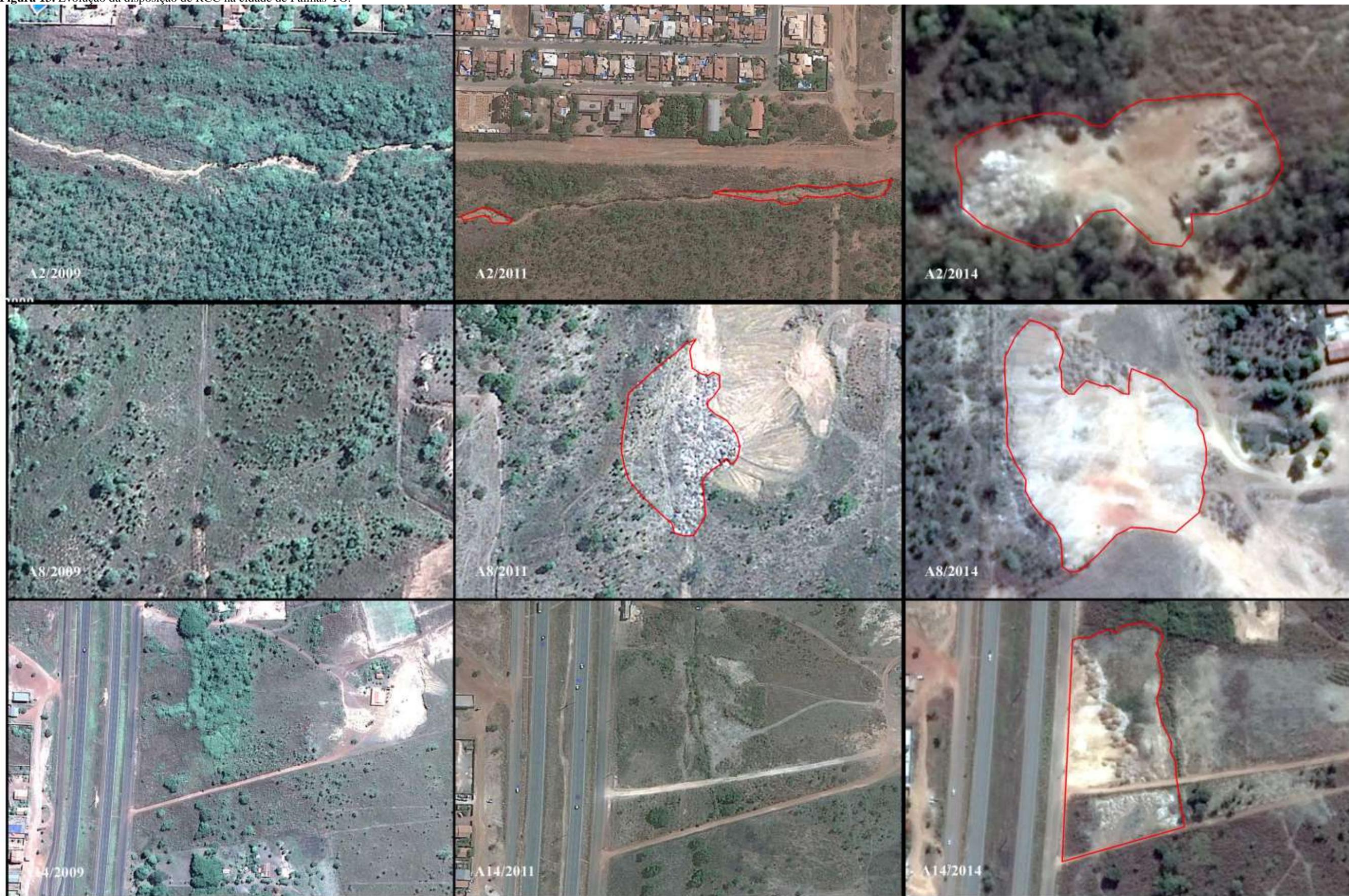
A área A14 é caracterizada por ser uma área particular utilizada para descarte de RCC para aterramento do canal de drenagem de águas das chuvas, não é autorizada pela Prefeitura Municipal, fica localizada à margem esquerda da TO 010, em frente a região central do Plano Diretor, nas coordenadas E 794714,1685 m e N 8868862,4013 m, representadas no sistema de localização UTM, referenciadas ao meridiano central 51° WGr, tendo como sistema geodésico de referência o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, SIRGAS 2.000.

Figura 12. Caracterização da A14, descarte irregular de RCC na cidade de Palmas-TO.



A **Figura 13**, apresenta o processo de evolução da disposição de RCC, para as 03 (três) áreas no horizonte temporal, tendo como referência os anos de 2009, 2011 e 2014.

Figura 13. Evolução da disposição de RCC na cidade de Palmas-TO.



5.5 Composição Gravimétrica

A composição gravimétrica dos resíduos foi realizada conforme descrito na metodologia para os períodos seco e chuvoso.

A **Figura 14** apresenta parte da metodologia utilizada no processo de determinação da composição gravimétrica dos RCC.

Figura 14. Determinação da composição gravimétrica de RCC, Palmas-TO.



A **Tabela 8**, apresenta os resultados obtidos para o período seco nas 03 (três) áreas de estudo.

Tabela 8. Composição gravimétrica dos RCC no período seco, Palmas-TO.

Materiais	A2	A8	A14	Média	Desvio Padrão
Alumínio	0,07 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,15
Cerâmica	2,11 %	2,84 %	8,39 %	4,45 %	2,11
Concreto	12,22 %	20,30 %	13,44 %	15,32 %	3,91
Ferro	0,26 %	1,37 %	0,06 %	0,56 %	0,75
Gesso	1,97 %	3,25 %	4,46 %	3,23 %	1,80
Isopor	0,02 %	1,37 %	0,03 %	0,48 %	0,69
Madeira	2,66 %	2,59 %	1,67 %	2,31 %	1,52
Massa corrida	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00

Papel	0,00 %	1,68 %	0,38 %	0,69 %	0,83
Pedras ornamentais	0,00 %	10,06 %	1,76 %	3,94 %	1,98
Plástico	1,52 %	1,65 %	0,47 %	1,21 %	1,10
Rocha	0,00 %	2,60 %	0,00 %	0,87 %	0,93
Aglomerados	79,17 %	52,28 %	69,33 %	66,93 %	8,18
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	

Os resultados apontam para grande concentração de aglomerados, indicando seu forte potencial para reutilização em processos de fabricação de produtos e matérias de construção, minimizando o uso de matéria-prima, advindo diretamente do meio ambiente.

Os resíduos da classe A em Palmas (TO) são a maioria na composição gravimétrica, assim como em Fortaleza (CE) com percentual médio de 93,40% (LIMA e CABRAL, 2013, p. 171). Já os materiais: plástico, madeira, papelão, vidro e metais, apresentam percentuais que variam de 0 a 3,0% do total em ambas as cidades.

Análise gravimétrica feita neste trabalho mostra a caracterização do RCC de classe A, porém já existiu um estudo (COSTA, JÚNIOR e OLIVEIRA, 2014) por meio de pesquisas em obras na cidade de João Pessoa (PB) que determinou a taxa de geração de RCC da classe A em função da área construída da edificação, e seus limites inferior e superior, assim ofereceu mais uma ferramenta para a fiscalização dos resíduos em Palmas.

A **Tabela 9**, apresenta os resultados obtidos para o período chuvoso também para as 03 (três) áreas de estudo.

Tabela 9. Composição gravimétrica dos RCC no período chuvoso, Palmas-TO

Materiais	A2	A8	A14	Média	Desvio Padrão
Alumínio	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00
Cerâmica	0,08 %	0,04 %	10,06 %	3,39 %	1,84
Concreto	7,77 %	21,00 %	45,58 %	24,79 %	4,98
Ferro	0,21 %	0,05 %	0,22 %	0,16 %	0,40
Gesso	0,58 %	0,06 %	0,94 %	0,53 %	0,73

Isopor	0,00 %	0,05 %	0,06 %	0,03 %	0,19
Madeira	2,28 %	0,06 %	0,72 %	1,02 %	1,01
Massa corrida	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00
Papel	0,09 %	0,00 %	1,72 %	0,60 %	0,78
Pedras ornamentais	0,00 %	0,28 %	0,00 %	0,09 %	0,31
Plástico	0,11 %	0,03 %	0,25 %	0,13 %	0,36
Rocha	0,00 %	0,00 %	0,86 %	0,29 %	0,54
Aglomerados	88,87 %	78,43 %	39,60 %	68,96 %	8,30
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	

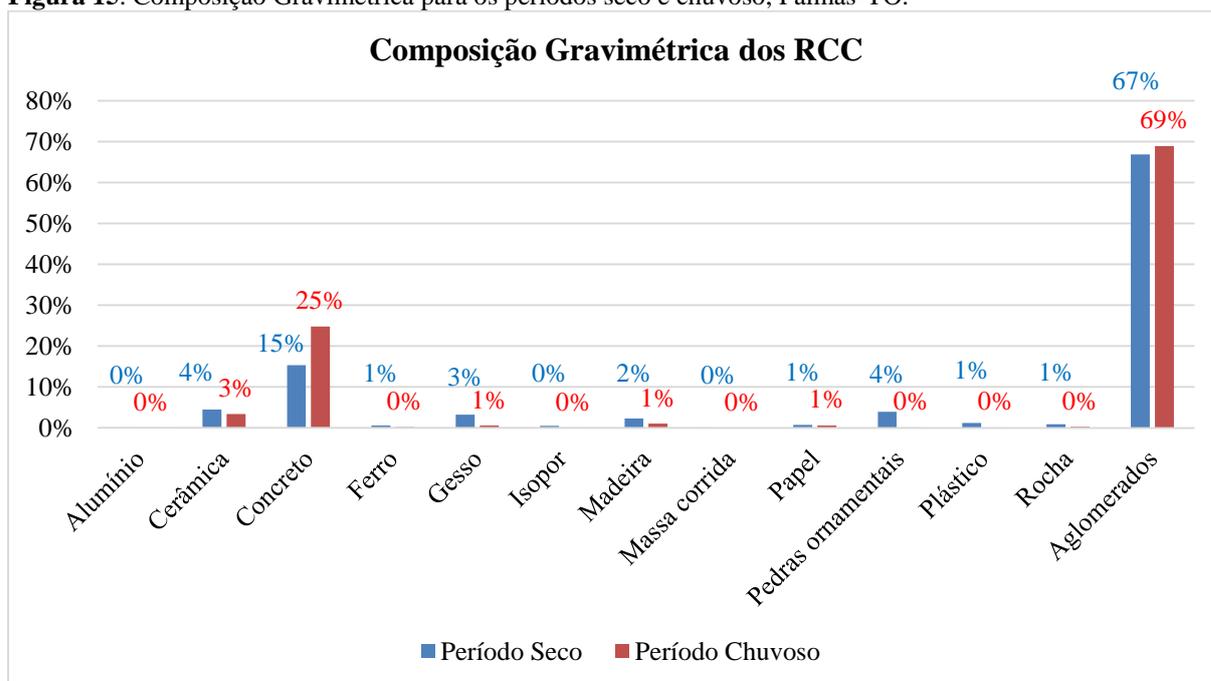
Os aglomerados foram os materiais mais presentes dentro dos RCC analisados, com média de 68,93% de massa por amostra. Por outro lado, materiais constituídos de isopor e ferro apareceram em baixa quantidade nas amostras, enquanto que alumínio e massa corrida não apareceram nas amostras.

Os concretos foram os materiais que apareceram em segundo com presença nas amostras somando 20,06%, percentual muito próximo ao verificado para a cidade de Fortaleza-CE, em estudo realizado no ano de 2013, por (LIMA e CABRAL, 2013).

As cerâmicas foram os materiais que apareceram em terceiro com presença nas amostras somando 3,92%, sendo esta estimativa bastante próxima a verificada em Fortaleza-CE, de 4,4% para o ano de 2013, conforme (LIMA e CABRAL, 2013).

O desvio padrão apresentado na **Tabela 9**, dos materiais constituintes da composição gravimétrica dos RCC no período chuvoso, variou de 0,00% (alumínio e massa corrida) a 8,30% (aglomerados), que corresponde uma concentração absoluta deste último material, na composição variando de 88,87%, 78,43% e 39,60%, nos três locais amostrados, respectivamente.

A **Figura 15**, abaixo correlaciona a composição gravimétrica dos RCC verificada para os períodos seco e chuvoso.

Figura 15. Composição Gravimétrica para os períodos seco e chuvoso, Palmas-TO.

Os resíduos da classe A são a maioria na composição gravimétrica, com percentual médio de 93,40%; os de classe B apresentaram percentual médio de 6,40%; os de classe C apresentam cerca de 0,02%; e os de classe D apresentam cerca de 0,20%; sendo que: plástico, madeira, papelão, vidro e metais, apresentam percentuais que variam de 1,2 a 2,0% do total para a cidade de Fortaleza–CE (LIMA e CABRAL, 2013, p. 171).

Já em estudos realizados no município de Novo Horizonte, com aproximadamente de 36.300 habitantes na Região Noroeste do Estado de São Paulo, a composição gravimétrica foi de 91% para classe A e de 09% para classe B não sendo determinado para as classes C e D, conforme (ANGULO, TEIXEIRA, *et al.*, 2011, p. 305).

5.6 Granulométrica dos Agregados

A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Luterana de Palmas (CELP/ULBRA), para os agregados graúdos e no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal do Tocantins (UFT), para os agregados finos, conforme descrito na metodologia.

5.6.1 Agregados graúdos

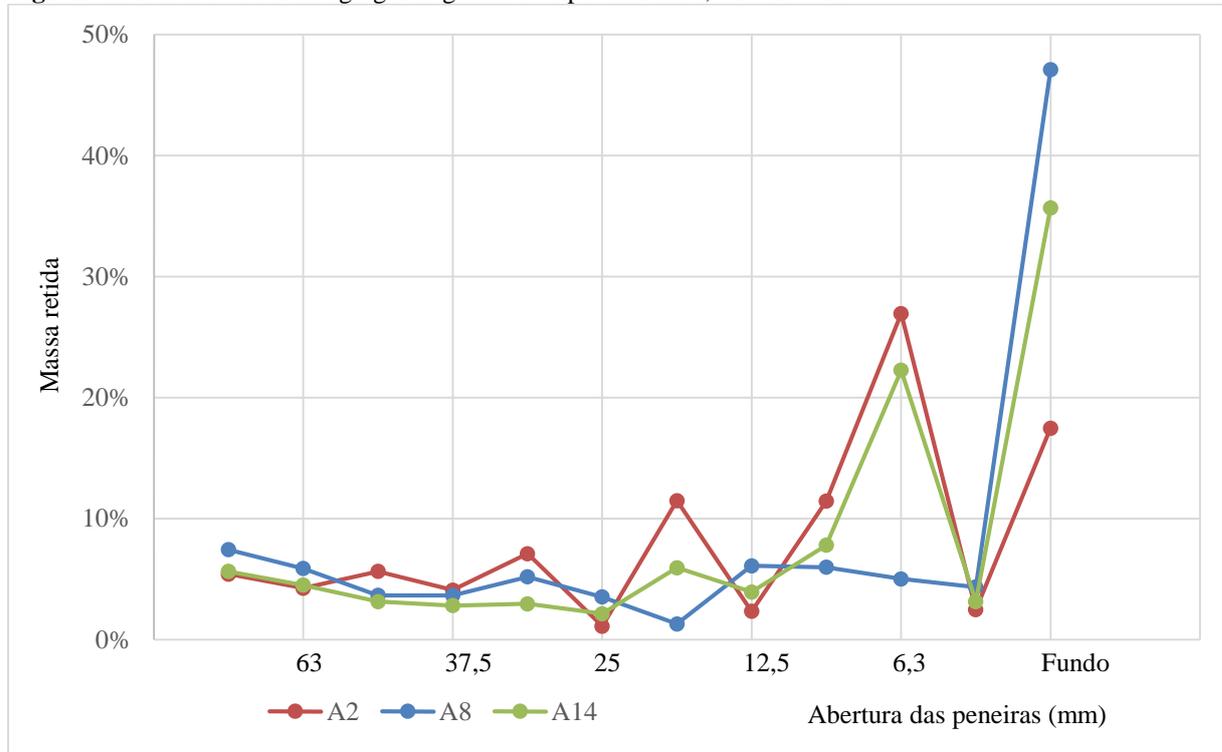
Para a análise dos agregados graúdos foram utilizadas amostras de 9,00 kg de massa utilizando equipamento agitador elétrico de motor trifásico 220W com peneiras do tipo latão.

Verificou-se para o período seco e agregados graúdos que as amostras A2, A8 e A14, apresentaram massa retida mínima de 1,11; 1,30 e 2,14% para aberturas de peneiras de 4,8;

50; e 4,8mm, e massa retida máxima de 26,95; 7,43 e 22,26% para aberturas de peneiras de 75; 12,5; e 75mm, respectivamente, e fundo de 17,47; 47,11 e 35,69% para as amostras A2, A8 e A14, respectivamente.

A **Figura 16**, apresenta a dinâmica da variação percentual para as amostras com relação as aberturas das peneiras e ao fundo verificado.

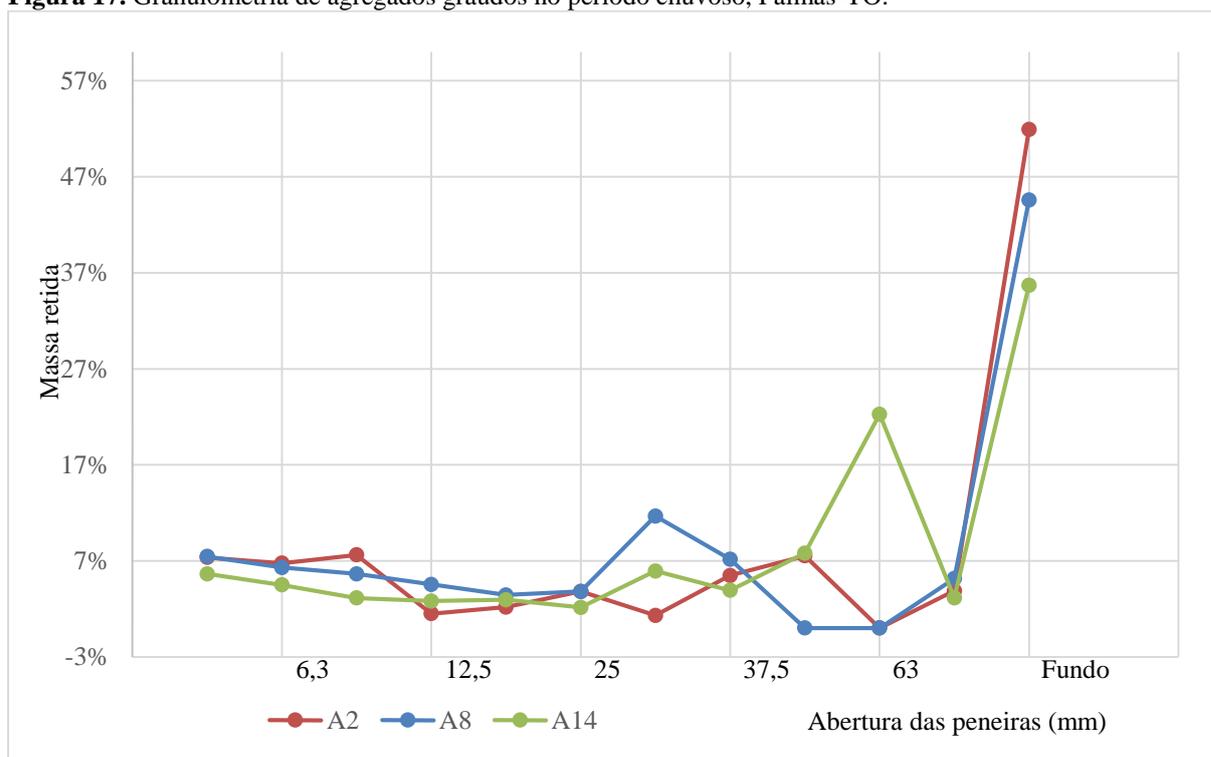
Figura 16. Granulometria de agregados graúdos no período seco, Palmas-TO.



Verificou-se que a amostra A2 apresentou menor fundo (1,57 kg), por ter mais massa retida na peneira de abertura de 6,3 mm, chegando a um percentual próximo a 30% de massa retido. A amostra A14 também apresentou bastante massa retida na peneira de abertura de 6,3 mm, e fundo de 3,21 kg, ficando a amostra A8 em condição intermediária com maior massa retida na peneira de abertura de 12,5 mm.

Já para o período chuvoso e agregados graúdos verificou-se que as amostras A2, A8 e A14, apresentaram massa retida mínima de 0,00; 0,00 e 2,14% para aberturas de peneiras de 75; 75 e 63; e 4,8mm, e massa retida máxima de 7,63; 11,66 e 22,26% para aberturas de peneiras de 25; 50; e 75mm, respectivamente. O fundo verificado para o período seco foi de 51,93; 44,57 e 35,69% para as amostras A2, A8 e A14, respectivamente.

A **Figura 17**, apresenta a dinâmica da variação percentual para as amostras com relação as aberturas das peneiras e ao fundo verificado.

Figura 17. Granulometria de agregados graúdos no período chuvoso, Palmas-TO.

Verificou-se que as maiores massas retidas foram de 0,69; 1,05 e 2,00 kg, para as amostras A2, A8 e A14, para as aberturas de peneiras de 25; 50; e 75 mm, respectivamente, porém não alcançando o percentual de 23%.

5.6.2 Agregados finos

Para a análise dos agregados finos foram utilizadas amostras de 0,5 kg de massa utilizando equipamento agitador elétrico de motor trifásico 220W com peneiras do tipo latão.

Verificou-se para o período seco e agregados finos que as amostras A2, A8 e A14, apresentaram massa retida mínima de 9,18; 9,82 e 8,84% para aberturas de peneiras de 1,20; 0,15; e 1,20mm, e massa retida máxima de 37,04; 28,22 e 35,34% para aberturas de peneiras de 0,30; 0,60; e 0,30mm, respectivamente. O fundo verificado para o período seco foi de 9,48; 3,92 e 10,32% para as amostras A2, A8 e A14, respectivamente.

Para o agregado miúdo, os módulos de finura calculados foram 2,87 para a amostra A8, 2,43 para a amostra A2 e 2,38 para a amostra A14. De acordo a ABNT NBR 7211:2009, conforme a tabela 4 inserida nessa norma, que defini os limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo, os valores acima calculados classificam os agregados de ambas as amostras na zona ótima, zona em que o valor do modulo de finura varia entre 2.2 a 2.9.

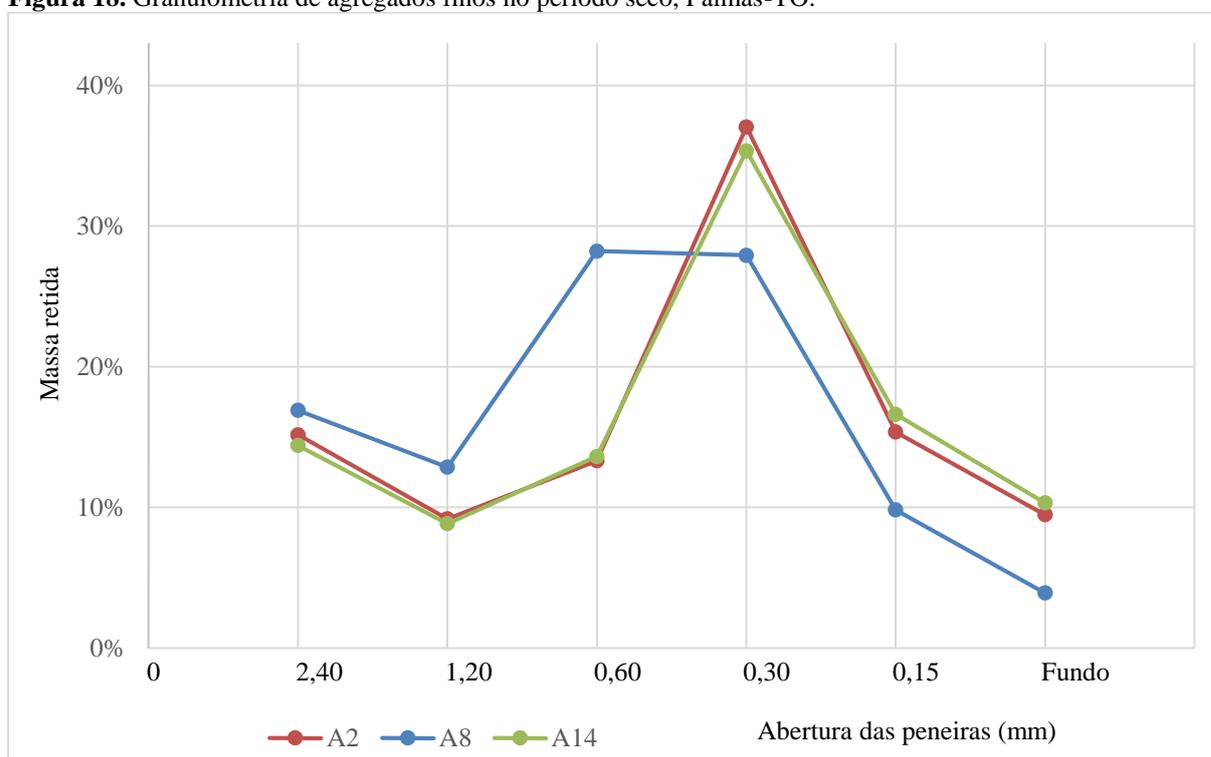
Segundo Freitas (2003), o modulo de finura é útil para classificação dos agregados e como informação para alguns métodos de dosagem para preparo de massa para construção.

A dimensão (diâmetro) máxima característica do agregado das amostras foi definida como a malha da peneira na qual ficou retido o percentual acumulado igual o imediatamente inferior a 5%, conforme ABNT NBR 15116: 2004a. Para FREITAS (2003) esse requisito é útil para verificação do tamanho adequado do agregado para ser incorporado em concretos de elementos estruturais com dimensões especificadas em normas técnicas.

A dimensão máxima característica calculada para as amostras das três áreas analisadas foi o mesmo, 4,75 mm. De acordo a tabela 1 da ABNT NBR 15116: 2004b - Requisitos gerais para agregado reciclado destinado a pavimentação, as amostras das três áreas de descarte estudadas atende ao requisito dimensão máxima que deve ser ≤ 63 mm.

A **Figura 18**, apresenta a dinâmica da variação percentual para as amostras com relação as aberturas das peneiras e ao fundo verificado.

Figura 18. Granulometria de agregados finos no período seco, Palmas-TO.



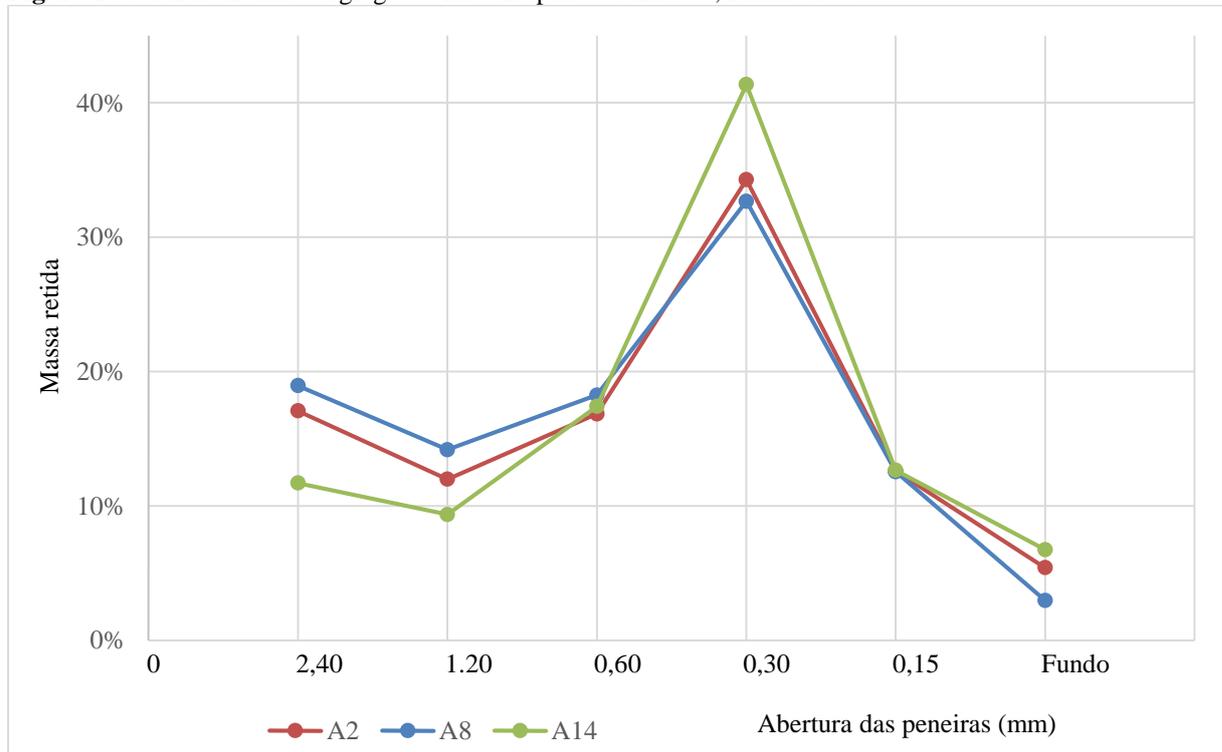
Verificou-se que a abertura de peneira com maior massa retida foi de 0,30 mm, para todas as amostras, enquanto que para a menor massa retida foi a 1,20 mm, para as amostras A2 e A14, e de 0,15 mm, para a amostra A8.

Já para o período chuvoso e agregados finos verificou-se que as amostras A2, A8 e A14, apresentaram massa retida mínima de 12,00; 12,56 e 9,38% para aberturas de peneiras de 1,20; 0,15; e 1,20mm, e massa retida máxima de 34,28; 32,68 e 41,36% para aberturas de

peneiras de 0,30; 0,30; e 0,30mm, respectivamente. O fundo verificado para o período seco foi de 5,42; 2,98 e 6,76% para as amostras A2, A8 e A14, respectivamente.

A **Figura 19**, apresenta a dinâmica da variação percentual para as amostras com relação as aberturas das peneiras e ao fundo verificado.

Figura 19. Granulometria de agregados finos no período chuvoso, Palmas-TO.



Verificou-se que a amostra A14, apresentou a menor e a maior massa retida do conjunto de amostras para as aberturas de peneiras de 1,20 mm e 0,30 mm, respectivamente. Ficando as amostras A2 e A8 em condição intermediária com relação a massa retida, porém com ambas apresentando pico de massa retida também na abertura de peneiras de 0,30 mm.

Em comparação a estudo realizado na cidade Recife, somente a abertura de peneira de 0,30 mm, apresentou maior quantidade de massa retida (36,57 para 18,40), enquanto que todas as outras aberturas de peneiras apresentaram massa retida menor (PAULA, 2010, p. 88).

A utilização de agregado miúdo de concreto britado com granulometria controlada em substituição a 25% do agregado natural parece não afetar a massa específica do concreto e não altera de forma significativa a resistência mecânica aos 28 dias (SOUZA, 2006, p. 90).

6 CONCLUSÕES

* Concluiu-se que não foi atendida a obrigatoriedade e/ou responsabilidade trazidas pela PNRS ao poder Público, empresas e sociedade na cidade de Palmas-TO;

* Os aglomerados, concretos e cerâmicas, compõe os maiores percentuais entre o material contaminante do RSU na cidade de Palmas-TO;

* O processo de tratamento dos RCC utilizado é ineficiente, favorecendo o desenvolvimento de vetores, contaminação dos corpos hídricos, além de promover o desequilíbrio ambiental na cidade de Palmas-TO;

* Os RCC podem ser utiliza para prevenir a formação e promover a recuperação de voçorocas urbanas, como uma alternativa adequada de destinação final dos resíduos produzidos na de cidade de Palmas-TO;

* A presença do poder Público Municipal no controle e fiscalização dos materiais que entram nos aterros de RCC se apresenta como uma das principais ações do governo local na gestão destes resíduos, na prevenção e redução da alta taxa de contaminação dos resíduos sólidos que entra neste sistema, além contribuírem para o aumento da vida útil dos aterros de RCC da cidade de Palmas-TO;

* O descarte irregular de RSU encontrado ao longo das Áreas Públicas e Região Metropolitana da cidade de Palmas-TO, se mantem pela ausência de consciência ambiental dos atores envolvidos diretamente e indiretamente com destinação final, falta de áreas regularizadas e disponibilizadas pelo Governo Municipal as Entidade e Empresas responsáveis pela coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados no Município; e

* A instalação de Ecopontos contribui diretamente para minimizar a contaminação do solo, dos corpos hídricos e os impactos visuais negativos das áreas verdes Urbanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características nos Comportamentos de Concretos**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

ANGULO, S. C. et al. Resíduos de Construção e Demolição: Avaliação de Métodos de Quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 16, n. 03, p. 299 - 306, Julho/Setembro 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 248**. Determinação da composição granulométrica: Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007**. Amostragem de Resíduos Sólidos: Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.520**. Informação e documentação: citações em documentos: apresentação: Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.023**. Informação e documentação: referências: elaboração: Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.027**. Informação e documentação: sumário: apresentação: Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.028**. Informação e documentação: resumo: apresentação: Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.113**, Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes - Aterros - Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**, Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**. Resíduos Sólidos - Classificação: Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.724**. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação: Rio de Janeiro, 2005.

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. Resíduos da Construção Civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Salvador, BH, 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 de fevereiro de 1998.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de setembro 1981.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 307, de 05 de julho de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 de Janeiro de 2002.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 348, de 16 de agosto de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, página 70**, Brasília, DF, de agosto 2004.

BRASIL. Lei federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de janeiro 2007.

BRASIL. Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 03 de agosto de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 431, de 24 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de maio 2011.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 431, de 24 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil n 99, de 25 de maio de 2011, p. 123**, Brasília, DF, de maio 2011.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 448, de 18 de janeiro de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 14, de 19 de janeiro de 2012, p. 76**, Brasília, DF, de janeiro 2012.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 441, de 30 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil nº 02, de 03 de janeiro de 2012**, Brasília, DF, de janeiro 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal - Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**, 2015. Disponível em:
<<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=172100&search=%7Cpalmas>>. Acesso em: 30 Abril 2015.

BUCELLI, A. A. P. T. **Proposta de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 171 p.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. D. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Construção-CE. Fortaleza, CE. 2011.

CARMO, D. D. S.; MAIA, N. D. S.; CÉSAR, C. G. Avaliação da Tipologia dos Resíduos de Construção Civil Entregues nas Usinas de Beneficiamento de Bolo Horizonte. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Belo Horizonte, v. 17, n. 02, p. 187 - 192, Abril/Junho 2012.

COSTA, R. V. G. D.; JÚNIOR, G. B. A.; OLIVEIRA, M. M. D. Taxa de Geração de Resíduos da Construção Civil em Edificações na Cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 01, p. 127-137, Jan/Mar 2014.

FAGURY, S. C.; GRANDE, F. M. Gestão de Resíduos da Construção e Demolição: aspectos gerais da gestão pública de São Carlos. **Revista Exacta**, São Paulo, v. 05, n. 01, p. 35 - 45, 2007.

FILHO, J. A. B. **Cidades x Entulho**. IBRACON. São Paulo. 1999.

FREITAS, I. M. **Os Resíduos de Construção Civil no Município de Araraquara, SP**. Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2003.

GEHLEN, J. **Aplicando a Sustentabilidade e a Produção Limpa aos Canteiros de Obras**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

GONÇALVES, R. R. **Tratamento dos Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município de Ibitaré, MG**. Ouro Preto-MG: Universidade Federal de Ouro Preto, 2011.

INOJOSA, F. C. P. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição: a resolução CONAMA nº 307 no Distrito Federal**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2010.

JHON, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

KARPINSKI, L. A. et al. **Gestão de Resíduos da Construção Civil: uma abordagem prática no município de Passo Fundo, RS**. **Estudos Tecnológicos**, Passo Fundo, v. 04, p. 69 - 87, 2008. ISSN 02.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. **Caracterização e Classificação dos Resíduos de Construção Civil da Cidade de Fortaleza (CE)**. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Fortaleza, CE, v. 18, n. 02, p. 169 - 176, Abril/Junho 2013.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Curitiba: Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná, 2011. 31 p.

LOVATO, P. S. **Verificação dos Parâmetros de Controle dos Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição para Utilização em Concreto**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

LUCIO, R. F. **Diagnóstico do Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 121 p.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da Deposição Clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em Bairros Periféricos de Uberlândia-MG**: subsídios para gestão sustentável. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

MOURA, A. A. D.; LIMA, W. S. D.; ARCHANJO, C. D. R. Análise da Composição Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de caso - município de Itaúna - MG. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 03, p. 04-16, abril de 2012.

NETO, J. D. C. M.; SHALCH, V. Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: um estudo da situação do município de São Carlos. **Revista de Engenharia Civil**, São Paulo, n. 36, p. 41 - 51, 2010.

NÓBREGA, A. R. S. **Contribuição ao Diagnóstico da Geração de Entulho da Construção Civil no Município de Campina Grande, PB**. Campina Grande-PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

OLIVEIRA, D. M. **Desenvolvimento de Ferramentas para o Apoio a Gestão de Resíduos de Construção e Demolição com o Uso de Geoprocessamento**: casa Bauru. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, M. E. D. et al. Diagnóstico da Geração e da Composição dos RCDRCC de Fortaleza, CE. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Fortaleza, v. 16, n. 03, p. 219 - 224, 2011.

PALMAS. Lei Municipal nº 1.011, de 04 de junho de 2001. **Diário Oficial [do] Município de Palmas**, Palmas, TO, 04 de junho de 2001.

PALMAS. Decreto Municipal nº 700, de 15 de janeiro de 2014. **Diário Oficial [do] município de Palmas**, Palmas, TO, de janeiro 2014.

PAULA, P. R. F. D. **Utilização dos Resíduos da Construção Civil na Produção de Blocos de Argamassa sem Função Estrutural**. Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2010.

PERES, Z. M. D. L. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo: Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2012.

PINTO, T. D. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1999.

PONTES, G. C. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição em Empresas Construtoras do Recife, PE em Conformidade com a Resolução nº do CONAMA**. Recife, PE: Universidade Católica de Pernambuco, 2007.

PUCCI, R. B. **Atendendo Logística de Resíduos da Construção Civil à Resolução do CONAMA nº 307**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

QUADROS, B. E. C.; OLIVEIRA, A. M. V. **Gestão Diferenciada de Entulho na Cidade de Salvador, BH**. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BH. 2001.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil Gerado no Município de Blumenau, SC: potencialidade de uso em obras públicas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SCHNEIDER, D. M. **Deposição Irregular de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade Federal de São Paulo, 2003.

SOUZA, C. A. D. **Utilização de Resíduos de Concreto como Agregado Miúdo para Argamassa de Concretos Estruturais Convencionais**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

TAJIRI, C. A. H. et al. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo: Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2012.

TOCANTINS. Lei Estadual nº 071 de julho de 1989. Estabelece normas de proteção ao meio ambiente e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado do Tocantins**, Palmas, TO, de julho 1989.

TOCANTINS. Lei Estadual nº 261, de 20 de fevereiro de 1991. **Diário Oficial [do] Estado do Tocantins nº 60**, Palmas, TO, 20 de fevereiro de 1991.

VIEIRA, G. L. Estudo do Processo de Corrosão sobre a Ação de Íons Cloreto em Concretos Obtidos a Partir de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

XAVIER, L. L. Subsídios para Tomada de Decisão Visando a Melhoria do Gerenciamento do Resíduos Urbano em Florianópolis, SC: enfoque no resíduo da construção civil. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

ZORDAN, S. E. A Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Campinas, 1997.

APÊNDICE I**ENTREVISTA APLICADA ÀS EMPRESAS DE RCC DA CIDADE DE PALMAS-TO****01 - Informações cadastrais.**

CNPJ: _____

Endereço: _____

Inscrição Estadual: _____

Serviços Prestados: _____

02 - Solicitação dos modelos e quantidades de veículos coletores.

Poliguindastes () Quantidades ()

Caminhões basculantes () Quantidades ()

Caçambas intercambiáveis () Quantidades ()

Outros ()

Quais? _____

03 - Solicitação de itinerário de coleta de resíduos de construção e demolição (RCC).

Número de funcionários: _____

Número de caçambas: _____ Capacidade: _____ Modelo: _____

Regiões atendidas: _____

Áreas ou bairros onde os serviços são mais requisitados: _____

04 - Possível solicitação de todos os investimentos em cada componente setorial (construção, demolição, obras viárias, limpeza urbana e outros itens) dos serviços prestados (coleta e destinação).

Observações: _____

Total de resíduos de construção e demolição (RCC): _____

05 - Defina aqui os principais clientes envolvidos (físicos, jurídicos, públicos, privados) e particularize-os em atuação como geradores dos RCC:

06 - Apresente o número de caçambas por dia que são retiradas das obras, em média?

07 - Ocorre redução na geração de entulho em que período? Se existem mudanças significativas no equacionamento das rotas de coleta e disposição?

Seca () ou Chuva () Sim () ou Não ().

Observações: _____

08 - Proponha o ordenamento crescente dos campos abaixo, preferencialmente em porcentagens, referente às relevantes origens dos resíduos coletados.

Construção: _____

Reformas e ampliações: _____

Limpeza de terrenos: _____

Restos de jardinagem: _____

Coleta em indústrias e outros locais comerciais: _____

Demolições: _____

Obras viárias: _____

Escavações: _____

Outros: _____

09 - A empresa coletora possui um banco de dados de registro das quantidades de resíduos coletados em anos anteriores?

Sim () ou Não ()

10 - Quais os locais frequentemente utilizados para disposição dos resíduos coletados?

Terrenos particulares ():

Aterro sanitário ():

Bota-foras ():

Outras ()

Explicitar: _____

11 - Quais os principais problemas e/ou dificuldades encontradas para a execução da atividade de coleta de entulho?

Percurso para a coleta e disposição dos RCC ()

Custo por viagem (aproximado) ()

Disponibilidade de locação adequada para destinação dos RCC ()

Outros ()

Citar: _____

12 - A prefeitura tem iniciado e/ou fomentado novos planos de educação ambiental que sirvam de substrato para o envolvimento dos variados segmentos envolvidos na geração de resíduos de construção e demolição? O que poderia ser feito, tanto pelo poder público quanto pela população, para melhorar as atividades da empresa?

Sim () ou Não ()

13 - Existe fiscalização da prefeitura com relação à coleta de entulho?

Sim () ou Não ()

14 - Existe alguma legislação específica sobre coleta de entulho em Palmas? Caso não exista, favor expor o argumento legislativo que propulsiona as atividades essencialmente descritas na presente entrevista.

Sim () ou Não ()

15 - Existem projetos e ou estabelecimentos empresariais que praticam a reciclagem de resíduos de construção civil em parceria pública privada, separada ou juntamente com a prefeitura. Tal órgão se compadece ou assume esta responsabilidade universal?

Sim () ou Não () e Sim () ou Não ()

Observações:

16 - A presente entidade tem pretensão de orientar suas estratégias para com o investimento em pesquisa, tecnologias, projetos e novas idealizações, e extensão no aproveitamento e/ou destinação dos RCC. Se sim exponha alguns exemplos:

Sim () ou Não ()

17 - Atualmente, existe alguma procura por esses resíduos (controle de erosão, utilização em valas ou aproveitamento em construções)?

Sim () ou Não ()

Observações:

18 - Existe algum procedimento para separação e destinação ambientalmente adequada para os resíduos sólidos perigosos que apresentam risco à saúde pública, de construção como em exemplo a toxicidade dos materiais trabalhados com tintas, óleos e solventes ou a demolição e/ou reparo de clínicas radiológicas ou empreendimentos industriais? Caso contrário, estabeleça as condições normais de disposição dos mesmos:

Sim () ou Não ()

19 - A presente organização possui claro entendimento de todas as regiões de disposição irregular dos resíduos de construção e demolição?

Sim () ou Não ()

Quais?

APÊNDICE II

FICHA DE MATERIAL DE CAMPO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE RCC

I - Ações administrativas:

O Planejamento dos serviços a serem executados em deve ser elaborado com antecedência, incluindo classificação e separação de equipamentos, materiais e outros, conforme sugerido a seguir.

II - Equipamentos:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Veículo com combustível | <input type="checkbox"/> GPS com bateria extra |
| <input type="checkbox"/> Kit energia com combustível (gerador) | <input type="checkbox"/> Lanterna com bateria |
| <input type="checkbox"/> Câmera fotográfica com bateria extra | <input type="checkbox"/> Balança |

III - Material de anotações:

- | | |
|---|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Caderneta de campo | <input type="checkbox"/> Lápis |
| <input type="checkbox"/> Prancheta | <input type="checkbox"/> Borracha |
| <input type="checkbox"/> Papel A4 | <input type="checkbox"/> Apontador |
| <input type="checkbox"/> Caneta | <input type="checkbox"/> Pincel |

IV - Equipamento de Proteção Individual (EPI's)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Botina antiderrapante | <input checked="" type="checkbox"/> Óculos de proteção |
| <input type="checkbox"/> Camisa manga longa | <input checked="" type="checkbox"/> Luvas |
| <input type="checkbox"/> Chapéu com aba | <input type="checkbox"/> Repelente |
| <input type="checkbox"/> Perneira ou Caneleira | <input type="checkbox"/> Capa de chuva |
| <input type="checkbox"/> Protetor solar | <input type="checkbox"/> Outros... |

V - Materiais para coleta:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Caixa de d'água 250 L | <input type="checkbox"/> Pá |
| <input type="checkbox"/> Carrinho de plataforma | <input type="checkbox"/> Enxada |
| <input type="checkbox"/> Balde de ferro 10L | <input type="checkbox"/> Tenda de 3x3m |
| <input type="checkbox"/> Lona 4mX4m | <input type="checkbox"/> Vassoura |

V - Materiais de apoio atividades de campo:

- | | |
|---|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Garrafa térmica com água | <input type="checkbox"/> Enxada |
| <input type="checkbox"/> Papel higiênico | <input type="checkbox"/> Lança |
| <input type="checkbox"/> Kit Alimentação | <input type="checkbox"/> Trena 50m |
| <input type="checkbox"/> Alicates | <input type="checkbox"/> Martelo |
| <input type="checkbox"/> Facão | <input type="checkbox"/> Marreta |
| <input type="checkbox"/> Lima | <input type="checkbox"/> Outros |
| <input type="checkbox"/> Esmeril | |

Equipe: _____

APÊNDICE III

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE RCC EM PALMAS-TO
GESTÃO DE RCC UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA APOIO A DECISÃO
PLANILHA DE QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Data	Local	Executor	Coordenadas	Tipologias de RCC (Kg)																			
				CER	PLA	MAD	ISO	CONC	GES	PEO	FE	ALU	AGLO	PAP	ROC	ORG	ELE	PNE	Total	T	O	SOL	Out

Legenda 1. GES – Gesso; PLA - Plástico, garrafas pet...; PAP - Papeis; MAD – Madeiras; FE – Ferro; CONC – Concreto; ROC – Rochas; PNE - Pneus e borrachas em geral; ISSO - Isopor; CER – Cerâmicas; ALU - Alumínio; AGLO – Aglomerados e outros; SOL – Solventes; ORG - Material orgânico; T – Tintas; PEO - Pedras ornamentais; O – Óleos; e OUT – Outros.