

## III-113 - COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DO RESÍDUO PRODUZIDO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MULTIFAMILIAR EM PALMAS-TO

**Tatiana Alves Gouveia<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus Palmas/TO e Pós-graduanda no MBA em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental pela Faculdade Laboro, Polo de Palmas/TO.

**Aurélio Pessoa Picanço<sup>(2)</sup>**

Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC/USP, Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Paraná-UFPR, Professor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins-UFT.

**Juan Carlos Valdés Serra<sup>(3)</sup>**

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e professor do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – UFT

**Thiago Costa Gonçalves Portelina<sup>(4)</sup>**

Mestre em Ciência - Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo–ESALQ/USP e professor assistente do curso da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Quadra 104 Norte, Rua NE 11, Lote 32 – Setor Nordeste - Palmas - Tocantins - CEP: 77.006-030 - Brasil - Cel: +55 (63) 98106-7410 - e-mail: [tatianaluz.luz@gmail.com](mailto:tatianaluz.luz@gmail.com).

### RESUMO

Os resíduos de construção civil, em especial aqueles provenientes do setor imobiliário, assim como os demais resíduos urbanos causam danos ao meio ambiente com poluição e degradação de seus compartimentos. O objetivo desse estudo foi caracterizar a composição dos resíduos de construção descartados em canteiros de obra, considerando as fases da construção de edifícios residenciais. O estudo foi realizado em na área urbana de Palmas, em canteiros de obras particulares. Foram realizadas amostragem do RCC, triagem, e pesagem dos componentes identificados segundo a Resolução CONAMA nº 307/02, para a determinação e análise da composição gravimétrica dos resíduos. Os componentes encontrados em maior quantidade nas amostras analisadas foram: solos e rochas (55%) e concreto (45%) na fase de fundação; argamassa (53%) e material cerâmico (30%) na fase de levante (superestrutura e vedação); e argamassa (83%) na fase de acabamento. Constatou-se a predominância de resíduos de Classe A na composição das amostras das três fases de construção dos edifícios. Não foram encontrados resíduos de Classe D nas amostras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos, Composição Gravimétrica, Construção Civil, Caracterização de RCC.

### INTRODUÇÃO

O setor da construção civil nos últimos anos tem sido citado como uns dos setores da economia que mais cresceram no Brasil. Junto desse crescimento a discussão sobre o desenvolvimento do setor como uma atividade sustentável, especificamente na produção de matéria prima, geração de resíduos, gerenciamento e destinação adequada dos mesmos, também tem sido levantada (IETEC, 2011).

Assim como os resíduos de outras atividades, o manejo incorreto e disposição inadequada dos resíduos gerados nas atividades do setor da construção podem provocar danos ao meio ambiente como poluição visual em áreas verdes urbanas, degradação e poluição de recursos naturais, a água e o solo. Danos esses que podem interferir nos processos naturais de ecossistemas e, também, afetar a saúde e bem-estar do homem.

De acordo com o CONAMA, na Resolução 307/02, os agentes geradores de resíduos oriundos das atividades do setor da construção civil devem assumir responsabilidades pelos resíduos gerados, quanto à caracterização, triagem, acondicionamento dos resíduos gerados em todas as etapas da obra (Brasil, 2002).

Segundo Almeida (2007), em seu estudo sobre a gestão de resíduos sólidos no município de Palmas, uma estimativa de 93,7% da composição do volume de RCC gerado no Município, nas atividades tanto de

construção como também de reforma e demolição, foi classificada como resíduos de Classe A, conforme a Resolução CONAMA 307/02, considerados resíduos recicláveis e reutilizáveis como agregado pela própria Resolução (Brasil, 2002).

Marques, Oliveira e Picanço (2013) estimaram uma geração de 52,6 toneladas de RCC para construção um condomínio residencial horizontal de 3.285,15 m<sup>2</sup>, considerando a taxa de geração de RCC, calculada pelos mesmos, de 16 kg/m<sup>2</sup> para edificação de uma unidade familiar de 86,97 m<sup>2</sup> (pequeno porte) em Palmas/TO, onde cerca de 90% do total dos resíduos produzido durante a obra dessa uma unidade familiar foi classificado como resíduos de Classe A.

Atualmente, grande parte desse volume produzido no Município é descartada em aterros de inertes, próprios para descarte de RCD (resíduos da construção e demolição) sem a realização de uma triagem prévia dos resíduos, por parte das empresas coletoras (Segato e Neto, 2010), ou realização inadequada da triagem, para separação daqueles componentes passíveis de serem reciclados, ocasionando diminuição do tempo de operação dos aterros. Além disso, pode-se considerar também uma perda econômica, já que poderiam ser dadas outras formas de destinação e agregação de valor para parte desses resíduos gerados (Marques, Oliveira e Picanço, 2013).

Segundo Karpinski et al. (2009), não é possível um padrão de estudo para os resíduos de construção civil, pois estes são compostos por materiais de composição distinta, os quais possuem propriedades peculiares, e, para destinação correta dos mesmos deve ser realizada classificação do material. No entanto, para os autores, a verificação do volume de entulho gerado, o conhecimento de algumas características importantes como, a composição do material e o valor proporcional do volume desse material, são parâmetros importantes e necessários para dar início uma gestão eficiente dos resíduos gerados na construção civil.

Levando em consideração as práticas de gerenciamento dos resíduos provenientes da construção civil no Município de Palmas e as diretrizes e especificações recomendadas na legislação vigente referente à gestão desses resíduos, entendeu-se necessário a realização de estudo sobre a composição desses resíduos nos pontos de geração. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi determinar a composição gravimétrica do resíduo de construção civil produzido em canteiros de obra durante a edificação de edifícios residenciais multifamiliar na cidade de Palmas/TO, considerando as fases da construção: fundação, levante e acabamento.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado na área urbana do município de Palmas, capital do estado do Tocantins, localizado na região central do Estado.

Para desenvolvimento do estudo foram escolhidas três obras particulares administradas por construtoras diferentes e localizadas em setores distintos da cidade, sendo caracterizadas como construção de condomínio residencial multifamiliar destinado à habitação de famílias de classe média e alta. Em cada obra foi determinada a gravimetria da composição dos resíduos gerados em apenas uma fase, da seguinte forma: obra A – fase de fundação; obra B – fase de levante; e obra C – fase de acabamento.

Para determinação da composição gravimétrica dos resíduos gerados em cada fase de construção primeiramente realizou-se amostragem do resíduo conforme adaptação da NBR 10007 (ABNT, 2004), foram três amostragens para cada fase. Em seguida realizou-se a triagem manual para identificação e pesagem dos componentes presentes no volume amostrado (Figura 1a) e tabulação das massas dos componentes presentes no RCC, segundo metodologia adaptada adotadas por Falcão et al. (2012) e Silva (2015). Por último calculou-se o percentual gravimétrico, ou seja, o percentual da massa de cada componente em relação massa total do entulho armazenado no recipiente, como mostra equação 1 (Monteiro et al., 2001 e Rezende et al., 2013).

$$\% \text{ do componente} = \frac{\text{Massa do componente identificado (kg)}}{\text{Massa total da amostra (kg)}} \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

A identificação dos componentes presentes no RCC foi realizada com base no art. 3º da Resolução 307 do CONAMA (Brasil, 2002).

Foram utilizados os seguintes materiais e equipamento para execução do estudo: reservatório cilíndrico de polietileno de 250 L com tampa para amostragem; lona do tipo PAD de 16 m<sup>2</sup>, balde de 20 L e pá para segregação e triagem dos componentes presentes nas amostras; balança eletrônica com capacidade para medir massas de até 300 kg para quantificação da massa; prancheta e caneta para anotação dos dados. A figura 1 apresenta os materiais e equipamentos utilizados para determinação da composição gravimétrica do RCC nas fases de fundação, levante e acabamento.



Figura 1: Determinação da composição gravimétrica de RCC. (a) Componentes segregados, materiais e equipamento utilizados; (b) Contêiner de armazenamento de RCC.

Os resíduos manipulados durante os procedimentos desse estudo foram devolvidos aos contêineres de RCC alocados no canteiro da obra de propriedade de empresa licenciada por órgão licenciador para recolhimento e destinação adequada desses resíduos (Figura 1b).

## RESULTADOS

A seguir, no gráfico da figura 2, serão apresentados os resultados da análise gravimétrica dos componentes presentes nas amostras do RCC descartado nos canteiros de obras, considerando as fases de edificação e a classificação de RCC conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002.

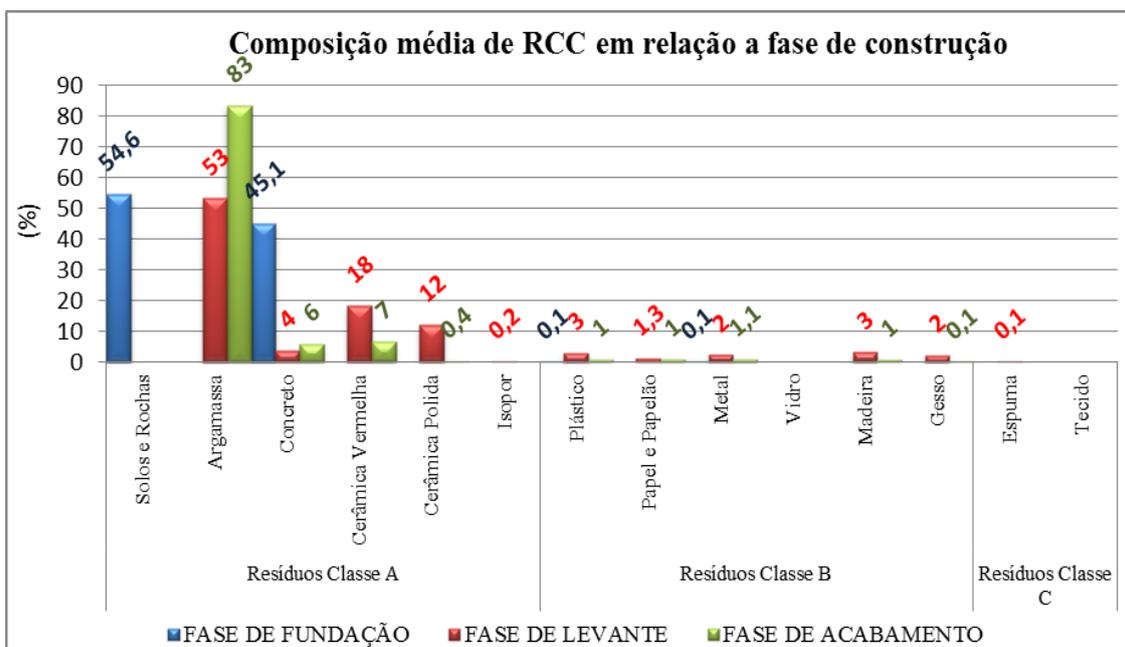


Figura 2: Composição do RCC gerado nos canteiros de obras.

- **Fase de fundação**

Dos componentes presentes nas amostras da fase de fundação, uma média de 99,7% é classificada como resíduos de Classe A (solos e rocha, cerâmica polida, concreto e isopor). Os demais componentes identificados (plástico, metal e madeira) também foram encontrados na amostra, em percentuais menores que 0% em relação à composição total das amostras, juntos compondo uma média de 0,2% da amostra.

Na fase de fundação não foram encontrados resíduos de Classe C, aqueles que não possuem meios de serem reciclados ou recuperados, como por exemplo, couro, espuma e tecido (Lima e Cabral, 2013), e resíduos de Classe D, aqueles considerados perigosos tais como embalagens e recipientes contaminados com tinta fresca, solventes, óleos, ou materiais que contenham amianto e ou componentes radioativos, segundo a Resolução CONAMA nº 307/02 (Brasil, 2002).

- **Fase de levante**

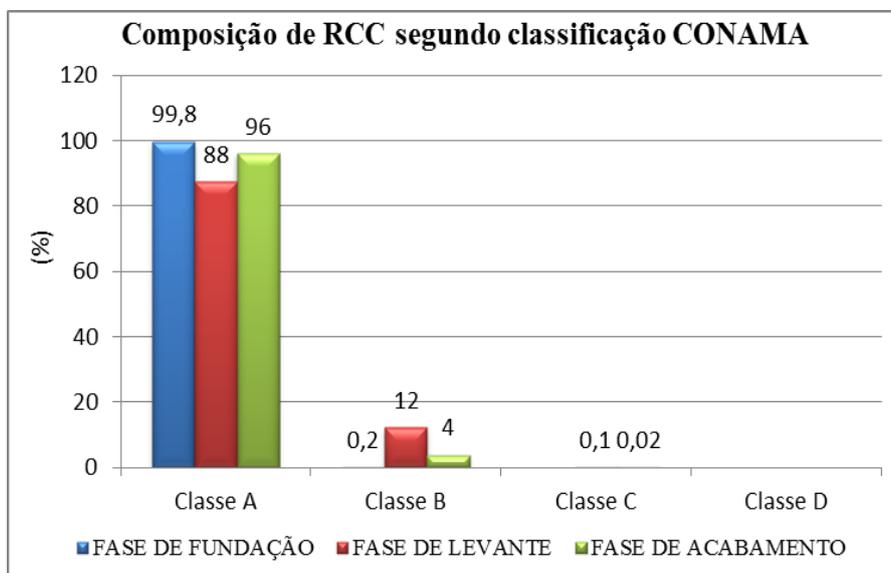
Nas amostras dessa fase houve predominância de uma média de 87,2% resíduos de Classe A (argamassa, cerâmica vermelha, cerâmica polida, concreto e isopor), seguido de 11,3% de resíduos de Classe B (papel e papelão, metais, plásticos, madeira e gesso), onde os componentes plásticos e madeira representam maior composição em relação aos demais, ambos com 3% da composição do RCC amostrado, conforme apresentado no gráfico da Figura 2. Também foi identificado resíduo de Classe C (espuma), porém com percentuais inferiores a 0% em relação à composição total das amostras. Nessa fase não foram identificados resíduos de Classe D nas amostras.

- **Fase de acabamento**

Na fase de acabamento, uma média de 96,4% dos resíduos identificados nas amostras foram caracterizados como resíduo de Classe A (argamassa, cerâmica vermelha, cerâmica polida, concreto e isopor), 4,2% foram caracterizados como Classe B, e um percentual médio inferior a 0% de resíduo de Classe C, representado pelo componente tecido. Não foram encontrados resíduos de Classe D nas amostras da fase de acabamento.

- **Composição segundo classificação Resolução CONAMA nº 307/2002**

Na Figura 3, visualiza-se o gráfico geral da composição média percentual das amostras de RCC coletadas nas três fases de construção, considerando a classificação de RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002.



**Figura 3: Composição média percentual do RCC conforme classificação Resolução CONAMA nº 307/2002.**

Conforme a Figura 3, os resíduos de Classe A predominaram nas amostras das três fases de construção, e na fase de levante houve destaque dos resíduos de Classe B.

Segundo informações dadas pelas construtoras, na fase de levante e fase de acabamento são retirados do canteiro de obra em média cerca de 150 m<sup>3</sup> e 40<sup>3</sup> de RCC por mês, respectivamente, sendo 30 contêineres/mês na fase de levante e 8 contêineres/mês na fase acabamento, considerando um contêiner com volume de 5 m<sup>3</sup>.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na fase de fundação a maior quantidade de solos e rochas na composição dos resíduos gerados deve-se principalmente ao processo de escavação para construção de pilares de sustentação dos edifícios e/ou garagem subterrânea.

Na fase de levante o valor da composição média percentual do material cerâmico (30%) determinada nesse estudo, foi igual ao encontrado por Marques et al. (2013) em seu estudo sobre RCC gerado em canteiro de obra de pequeno porte no município de Palmas, onde determinou uma composição média percentual de 30% de cerâmica vermelha na etapa de superestrutura, correspondente a etapa de levante nesse estudo.

Notou-se que a argamassa é o resíduo mais abundante na fase de acabamento, ocupando 83% da composição do RCC amostrado, e se sobressaindo significativamente em relação aos outros resíduos nessa fase. Segundo Falcão et al. (2012), o concreto e argamassa são materiais nobres e podem ter alta representatividade no abatimento do custo final das construções se os mesmos forem aproveitados no processo construtivo no canteiro de obra.

Marques *et al.* (2013), em seu estudo, caracterizou os resíduos em 90% de Classe A, e 10% de Classe B, enfatizando serem esses resíduos materiais com grande potencialidade para serem reciclados como agregados, e também, segundo Silva (2015), para a reutilização na fabricação de materiais para construção. Pode-se afirmar o mesmo sobre os resíduos analisados nas amostras coletadas nas três fases de construção nesse estudo, pois grande parte desses foi caracterizada como resíduos reutilizáveis, recicláveis com agregado, ou recicláveis para outros fins, conforme Resolução CONAMA n° 307 (Brasil, 2002).

A partir das informações dos volumes resíduos retirados das obras nos contêineres, verificou-se que há uma diferença de volume de RCC produzido em cada fase de construção dos edifícios, sendo a fase de levante a que ocorre maior produção de RCC durante os processos construtivos. De acordo com Marques *et al.* (2013) as fases de construção com maior destaque na produção de resíduos e a de superestrutura e revestimento, sendo a fase de superestrutura correspondente a fase de levante desse estudo.

Os resultados apresentados nas três fases de edificação revelam que os agentes geradores estão atendendo a Resolução CONAMA n° 307/2002 no que se refere ao armazenamento e destinação dos resíduos de Classe D, não sendo constatada a presença desses nos contêineres de acondicionamento de RCC a ser transportado para os aterros de inertes do Município, sendo armazenados separadamente e recolhidos por empresas especializadas e licenciadas para recolher e destinar adequadamente esses resíduos, conforme especificações dadas pela legislação vigente.

## CONCLUSÕES

O estudo da composição dos resíduos gerados nas atividades da construção civil em Palmas mostrou que grande parte do volume produzidos nas obras tem potencial para serem reinseridos nas atividades de construção civil, o que possibilita aos geradores a redução de uso de novos materiais através da reutilização e reciclagem, contribuindo assim com a redução de custos para setor, bem como a redução dos volumes dispostos nos aterros de inertes licenciados no município de Palmas.

Recomenda-se a realização desse estudo considerando as três fases de edificação em uma mesma obra, para determinação de dados mais exatos da composição gravimétrica dos resíduos gerado no processo construtivo de um edifício residencial, a fim de que esses dados sejam determinantes para adoção ou melhoramento de ações e práticas de gerenciamento dos resíduos de construção civil nos canteiros de obras, que visem

preferencialmente a minimização da geração desses resíduos durante o processo construtivo, gerando assim, redução dos custos com o recolhimento e destinação do RCC e prolongamento da vida útil dos aterros de resíduos inertes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, P. C. Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição do Município de Palmas – TO. 2007. Monografia (TCC) – Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Ambiental. Palmas, 88 p. 2007.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 21 p. 2004. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>>. Acesso em 22 fev. 2015.
3. BRASIL. Resolução do CONAMA Nº 307, de 05 julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil In: MMA Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília-DF. 17 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 19 jul. 2015.
4. FALCÃO, N. C. B.; FARIAS, A. B.; SUKAR, S. F.; GUSMÃO, A. D. Diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil no município de Olinda/PE – Estudo de Caso. In: ENCONTRO TÉCNICO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS – ENAOP, 2012, Palmas. Artigo Técnico... Palmas: Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Pública, 2012, p.11. Disponível em:< [http://www.ibraop.org.br/enaop2012/docs/arquivos\\_tecnicos/diagnostico\\_gestao\\_residuos\\_construcao\\_civil\\_mun\\_olinda\\_noemi.pdf](http://www.ibraop.org.br/enaop2012/docs/arquivos_tecnicos/diagnostico_gestao_residuos_construcao_civil_mun_olinda_noemi.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2016.
5. IETEC - INSTITUTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. Construção Civil: mercado cresce no país e aponta grandes desafios no setor. Revista online Techoje. Belo Horizonte: Instituto de Educação Tecnológica, 2011. Disponível em: < [http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1157](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1157)>. Acesso em: 21 fev. 2015.
6. KARPINSKI, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHR, R.; KUREK, J.; PANDOLFO, L.; GUIMARÃES, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163 p. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/gestaoderesiduos.pdf>>. Acesso em: 10 Maio 2015.
7. LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v.18, n.2, p. 169-176, 2013. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n2/a09v18n2.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.
8. MARQUES, O. B.; OLIVEIRA, R. M. S.; PICANÇO, A. P. Resíduos de construção civil: Geração e Alternativas para reciclagem em um canteiro de obras de pequeno porte. Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v.10, n. 2, p. 143-156, 2013. Disponível em: <<file:///c:/users/esta%c3%a7%c3%a3o/downloads/eapt-2012-842.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
9. MONTEIRO, J. H. R.; ZVEIBIL, V. Z. Manual de Gerenciamento de Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, p. 200, 2001. Disponível em: <[www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf](http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf)>. Acesso em: 01 jan. 2016.
10. RESENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; CAPPS, A. L. A. P.; TEIXEIRA, H. L.; SIMÕES, G. T. C.; RUSSI, R. R.; LOURENÇO, B. L. R.; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos de Jaú (SP). Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v.18, n.1, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n1/a01v18n1.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2015.
11. SEGATO, I. G.; NETO, J. L. S. Caracterização da geração, destinação final e do gerenciamento dos resíduos da construção civil no município de Palmas – TO. p. 10, 2010. Disponível em: <<http://www.cenedcursos.com.br/upload/gerenciamento-residuos-construcao-civil.pdf>>. Acesso em: 10 Jun. 2016.
12. SILVA, J. P. Caracterização de resíduos de construção civil na cidade de Palmas-TO. Dissertação (Mestrado profissional em Engenharia Ambiental) – Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, p. 37-55. 2015. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11612/88>>. Acesso em: 01 mar. 2015.