



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Alexandre Cristiano Braga Dellatorre

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC EM PALMAS-TO

PALMAS-TO

2018

Alexandre Cristiano Braga Dellatorre

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC EM PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof(a). Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça.

PALMAS-TO

2018

ALEXANDRE CRISTIANO BRAGA DELLATORRE

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC EM PALMAS-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof(a). Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça

Orientadora

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.e Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.(a) Esp. Marcieli Coradin

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Aos meus pais

Cymara Cristiane Braga Sousa e

Jean Paulo Dellatorre.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão para todas as pessoas que diretamente e indiretamente contribuíram e participaram no desenvolvimento deste trabalho. Primeiramente a Deus por me dar o dom da vida e poder alcançar mais essa grande conquista em minha vida, a Minha orientadora Kênia Parente Lopes Mendonça por todo o acompanhamento e orientação assim como meu professor Mênfis Bernardes Alves por todas as dicas e ensinamentos da área.

Quero agradecer também ao meu primo Lucas Braga por todas as ajudas em formatação e edição do meu trabalho, aos meus pais Jean Paulo e Cymara Braga juntamente com todos os meus familiares que sempre estiveram me apoiando nas minhas escolhas, meus amigos que todas as vezes que eu recusava um convite por causa do meu TCC sempre me entendiam e apoiava, em especial a minha colega de faculdade, companheira e namorada Elaine Gastaldi por estar sempre ao meu lado.

Mas, não podendo esquecer dos administradores e funcionários da empresa usina Ambiental, aqui deixo o meu muito obrigado.

O que é escrito sem esforço em geral é lido sem prazer.

(Samuel Johnson)

RESUMO

Boa parte dos Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) do Brasil não são recicladas, a resolução nº 307 publicada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), obriga os municípios a implantar e elaborar uma gestão sustentável dos RCC's. As centrais de reciclagem (usina) têm o papel muito importante dentro dessa gestão, como a resolução incentiva ações de reinserção dos resíduos no ciclo de produção. Este trabalho tem como objetivo detalhar o processo de implantação da usina de reciclagem de resíduos da construção civil de Palmas-TO, assimilando cada equipamento instalado com a sua funcionalidade dentro da usina. Fazendo um levantamento de descarte nos três primeiros meses de funcionamento: janeiro, fevereiro e março de 2018 com os dados de descarte fornecidos pela associação ASTETER dos últimos três meses do ano de 2017, outubro, novembro e dezembro, foi comparado a média dos dois períodos. É apresentado o gerenciamento dos resíduos dentro da usina, e as sugestões para aprimoramento do funcionamento.

Palavras-chave: Reciclagem, Usina de RCC, Agregados.

ABSTRACT

Most of Brazil's Solid Waste from Construction (RCC) is not recycled. Resolution 307 issued by the National Environment Council (CONAMA) obliges municipalities to implement and develop a sustainable management of RCCs. The recycling plants (mill) have a very important role within this management, as the resolution encourages actions to reinsert the waste in the production cycle. This work aims to detail the implementation process of Palmas-TO civil construction waste recycling plant, assimilating each installed equipment with its functionality within the plant. In the first three months of January, February and March of 2018, with the disposal data provided by the ASTETER association for the last three months of the year 2017, October, November and December, the average of the two periods was compared. Waste management within the plant is presented, along with suggestions for improving the operation.

Keywords: Recycling, RCC plant, aggregates.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos resíduos da construção civil.....	16
Tabela 2. Perdas de materiais de construção.....	19
Tabela 3. Propriedades físicas dos agregados reciclados	28
Tabela 4. Descarte 4º trimestre de 2017 ASTETER.....	49
Tabela 5. Descarte 1º trimestre de 2018 usina ambiental.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Vibratório e detalhe da tremonha.....	29
Figura 02 – Britador e rebitador de impacto – Detalhe interno.....	30
Figura 03 – Peneira – vista lateral e detalhamento interno.....	31
Figura 04 – Transportadores de Correia – vista área e detalhamento interno.....	32
Figura 05 – Vista do local que será implantada a usina de RCC em Palmas-TO.....	36
Figura 06 – Licença Municipal de Operação.....	39
Figura 07 – Construção do muro a contenção.....	40
Figura 08 – Rampa de acesso para o alimentador vibratório.....	41
Figura 09 – Esteira de seleção.....	41
Figura 10 – Peneiras.....	42
Figura 11 – Instalação das esteiras.....	43
Figura 12 – Equipamentos da Usina.....	43
Figura 13 – Maquinas da usina.....	44
Figura 14 – Local de descarte dos resíduos a serem triados.....	45
Figura 15 – triagem dos resíduos.....	45
Figura 16 – Resíduos: madeira.....	46
Figura 17 – Construção do refeitório, vestiários e escritório.....	47
Figura 18 – Descartes do 4º trimestre de 2017.....	48
Figura 19 – Descarte 1º trimestre de 2018 usina ambiental.....	50
Figura 20 – Rampa.....	56
Figura 21 – Casa do gerador da usina.....	56
Figura 22 – Fundação do Muro de Arrimo da usina.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTETER	Associação Tocantinense de Empresas e Transportadoras de Entulhos, Reciclagem e Afins
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
PVC	Policloreto de Vinila
LMO	Licença Municipal de Operação
LMI	Licença Municipal de Instalação
ITR	Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
FMA	Fundação Municipal de Meio Ambiente
ARL	Área de Reserva Legal
ART	Anotação De Responsabilidade Técnica De Obras E Serviços
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
CTR	Controle de transporte de resíduo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 DEFINIÇÃO DE RCC.....	15
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL RCC.....	16
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.4 EXPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.4.1 Problemas gerado pelos RCC.....	21
2.4.2 Reutilização dos RCC.....	22
2.4.3 Impactos ambientais consequentes da geração de resíduos.....	23
2.5 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	24
2.5.1 As vantagens da construção sustentável.....	24
2.6 MODELOS DE PLANTA DE USINA DE RECICLAGEM DA CONSTRUÇÃO CIVIL-RCC	25
2.7 O BENEFICIAMENTO DO RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM	26
2.7.1 O processo de reciclagem dos RCC.....	26
2.7.2 Os métodos de reciclagem dos RCC	27
2.7.3 Vantagens geradas pela reciclagem de RCC.....	27
2.7.4 Agregados Reciclados.....	28
2.8 MODELOS DE EQUIPAMENTOS INDICADOS À USINA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	30
2.9 SEPARAÇÃO DOS PROCESSOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	34
2.9.1 A reciclagem dos resíduos da construção civil.....	34
2.9.2 Formas de proporcionar a reciclagem dos RCC	35
2.9.3 Reciclagem dos RCC no canteiro de obra	35
2.9.4 Separação dos RCC no canteiro de obra por meio de unidades de processamentos.....	36

3 METODOLOGIA.....	36
4 RESULTADOS.....	38
4.1 MAPEAMENTO DAS ETAPAS.....	38
4.1.1 Emissão de licenças.....	38
4.1.2 Execução de estudos preliminares.....	40
4.1.3 Instalação dos equipamentos.....	41
4.1.4 Início das operações.....	43
4.2 SITUAÇÃO DO MANEJO DOS RCC'S EM PALMAS-TO.....	47
4.3 GESTÃO DOS RCC'S NA USINA	49
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICES.....	56
APÊNDICES A.....	56
APÊNDICES B.....	58

1 INTRODUÇÃO

Dentre as capitais do Brasil, Palmas, no estado do Tocantins, foi uma das que mais teve o seu crescimento populacional acelerado. E junto a isso, a necessidade de construções residenciais e comerciais. Apesar da cidade ser planejada, com o passar do tempo e por mudanças de gestão na administração pública ou até mesmo por necessidades físicas, surgiram algumas mudanças nos planos. Entre elas, a construção da usina hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães na cidade de Miracema do Tocantins situada a cerca de 90 km da capital, que tornou o rio Tocantins em lago, com isso aumentando a preservação ambiental.

A cidade que já tinha uma delimitação de crescimento à leste pelo parque estadual do Lajeado, passa a ter uma única ponte de ligação leste-oeste dando acesso ao distrito de Luzimangues do município de Porto Nacional - Tocantins. Permitindo o seu crescimento apenas no eixo norte-sul. Os resíduos gerados pelas construções civis estão sendo utilizados para recuperação de áreas degradadas pelo meio ambiente ou por escavações de cascalho. O atual cenário é que a cidade não tem mais esse tipo de área, criando uma grande barreira para o destino desse material.

No Brasil, segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012) estima-se que anualmente no ano de 2008 que a população produz um total de 31 milhões t/ano que representa 230 – 760 kg/habitante/ano. De um total de 449 municípios avaliados da região norte apenas 293 possuem serviços de manejo destes resíduos.

Ainda conforme pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012), no Tocantins, de um total de 139 municípios, no ano de 2008, cerca de 71% possuíam serviços de manejo de resíduos sólidos da construção civil e apenas 0,7% com existência de processamento.

No Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins (2017, p. 47) é possível perceber que a estimativa da geração mensal de resíduos sólidos da construção civil por área programa é de 55.415,48 (ton/mês). Palmas, capital, é responsável por 27,9% da geração de resíduos deste tipo do Estado, Araguaína por 16,8%, Gurupi por 11,7% e Paraíso 7,8%. O plano ainda relata que “há frequente disposição irregular dos RCD nos chamados “bota-foras” clandestinos em quase todos os municípios do Tocantins”.

Em Palmas, cidade objeto deste estudo, de acordo com o Plano Municipal de Resíduos Sólidos (2014, p. 103), “são coletadas aproximadamente 1.762 caçambas/mês, o que

representa um volume estimado de 8.810 m³ de resíduos, se considerarmos o volume médio de cada caçamba de 5 m³”.

O Plano Municipal de Resíduos Sólidos de Palmas (2014), retrata que antes da implementação desta usina de reciclagem, a destinação final dos resíduos de construção civil, eram coletados pela Associação Tocantinense de Empresas e Transportadoras de Entulhos, Reciclagem e Afins (ASTETER), sendo destinados ao aterro de inertes, com prévia triagem manual de alguns materiais. Contudo, ressalta-se que antes da implementação da usina o município não havia atividade de reaproveitamento e reciclagem destes resíduos.

1.1 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar diagnóstico da implantação de uma usina de reciclagem de entulhos da construção civil produzidos na cidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Mapear as etapas de implantação inicial da usina de reciclagem na cidade.
- Analisar a situação do manejo dos resíduos sólidos da construção civil na cidade.
- Identificar como é feita a gestão dos resíduos da construção civil desta usina na cidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Resolução Conama n° 307 de 2002, todos os municípios brasileiros são obrigados a terem o seu Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil. A partir da dificuldade de área para descarte desse material, pela necessidade de ser distante de áreas residenciais e ter uma estrada de acesso que consiga atender a demanda de caminhões pesados transitarem juntamente com os demais usuários que utilizam a via diariamente ou com frequência.

Surge a importância de uma alternativa que possa resolver de forma sustentável esse problema. Diante de tais argumentos, faz-se necessário o acompanhamento da primeira usina de reciclagem da construção civil em Palmas-TO, da implantação de uma usina que receba esse material, processe e faça a reutilização adequada, transformando lixo em fonte de renda.

E assim, encontrar os possíveis materiais que essa usina irá processar e pontuar as possíveis reutilizações para cada tipo.

Na medida em que se verificam os graves impactos ambientais causados pela retirada de materiais brutos e pela disposição de resíduos da construção civil (RCC) na natureza, os quais apresentam insensatos perante a oportunidade de reciclá-los e substituí-los por matérias-primas naturais, amplia as pressões para que a indústria da construção civil mude práticas locais estabelecidas (LIMBACHIYA, 2003).

Por se tratar de uma fonte alternativa que tem um custo relativamente alto para implantação, precisa-se que seja feito de forma planejada relacionando com as instruções das NBR's 15112/15113/15114 de instalação e gerenciamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE RCC

Alguns autores escolhem o termo RCD para resíduos de construção e demolição; outros utilizam o termo entulho. Quanto à determinação, há discursões não só quanto à amplitude das frações presentes, como também quanto às práticas geradoras dessas frações.

Levy (1997) define entulho de construção civil como a fração mineral dos resíduos originários das atividades de construção e demolição. Esta determinação não considera atividades envolvidas em infraestrutura (como sistemas de drenagens e estradas) e obras de arte e nem a parcela orgânica do entulho, como tubos de Policloreto de Vinila (PVC). Hong Kong Polytechnic (1993) apud Levy (1997) define entulho de construção civil de forma mais ampla que Levy (1997a), considerando atividades de obras de arte de engenharia civil.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL RCC

Cada cidade e região apresentam de forma concreta as características e particularidades da composição do RCC. A variação na constituição desse material ocorre em função da geologia, morfologia, disponibilidade de materiais de construção e da evolução tecnológica, entre outros elementos de influência na composição desses resíduos. Por essa grande diversidade na compostura dos resíduos fez o CONAMA editar a Resolução nº. 307/2002 em 2004, determinando uma divisão em classes específicas para os resíduos urbanos.

Os RCC são classificados em quatro classes (A – D), sendo de forma decrescente, aonde A representa os resíduos mais nobres para a reutilização e D os mais perigosos e prejudiciais a saúde humana e destrutivos ao meio ambiente.

A tabela 01, a seguir, contém as definições citadas na Resolução, além de apresentar exemplos de materiais para cada classe definida.

Tabela 1. Classificação dos resíduos da construção civil

CLASSE	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS	DESTINAÇÕES
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	- Resíduos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc), argamassa e concreto; Resíduos oriundos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc) produzidos nos canteiros de obras.	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhada às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações	- Plásticos, papel/papelão, metais,	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	Resíduos sem tecnologias desenvolvidas ou aplicações economicamente viáveis que permitam a reciclagem ou recuperação	Produtos sem tecnologia disponível para reciclagem ou recuperação	Armazenamento, transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas
Classe D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção	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	Armazenamento, transporte, reutilização e destinação final conforme normas técnicas específicas.

Fonte: Adaptado de Franklin, 2012.

Conforme Carelli (2002) apud Kamikawa (2002), apesar de toda a heterogeneidade do RCC, a maior parte desses resíduos geralmente é constituída por concreto, argamassa e cerâmica, ou seja, materiais que pertencem à Classe A de acordo a tabela 1. Com essa proporção significativa, pode-se notar que os resíduos oriundos de atividades de construção civil têm elevado potencial de reaproveitamento, e deve, dessa maneira, ser objeto de estudos com vistas à sua destinação e/ou aproveitamento adequados.

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

Resíduos sólidos e semissólidos, de acordo com a NBR 10.004/2004, são resultantes de atividades da população com origem: doméstica, comercial, industrial, hospitalar, agrícola, de serviço de varrição e os lodos procedentes dos sistemas de tratamento de água. Além da definição, a norma classifica em classes I, II e III em função das ameaças à saúde do ser humano e à natureza (GADELHA, 2010):

Classe I (Perigosos): resíduos que apresentam ameaças à saúde da população e ao meio ambiente quando são dispostos de forma indevida, com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Classe II (Não Inertes): são os resíduos que não estão enquadrados nas características dos resíduos de classe I (perigosos) e classe II (inertes), como por exemplo, os resíduos orgânicos.

Classe III (Inertes): está os resíduos que não oferecem risco ao meio ambiente e ao ser humano, como por exemplo, areia, ferro, pedra, entre outros minerais e minérios.

Entretanto, a edição da Resolução CONAMA N°. 307/02, de 05 de julho de 2002, decretou instruções, método e processos para a gestão dos resíduos da construção civil. Fazendo com que os municípios brasileiros se adequem com a sua gestão de resíduos sólidos, visando à redução do impacto ambiental.

Conforme Soilbelman (1993) apud Jadovski (2005), existem dois tipos de perdas de natureza oculta que são geradas por matérias que ainda permanecem no produto acabado, e as perdas de natureza aparente, que é o fato que acontece na construção civil gerando resíduos.

Resíduos da Construção Civil – RCC e Resíduos da Construção e Demolição – RCD, conhecidos como Entulho, são da classe de perdas aparentes que tem uma elevada perda na indústria da construção civil. Segundo John (2000) os resíduos gerados em uma obra estão ligados a diversas etapas do método construtivo, na elaboração, na execução e na própria aplicação. Quando está na etapa de execução da obra, as perdas se tornam notórias pelo fato do que foi planejado se tornarem medidas físicas, o destaque para a elevada geração de resíduos na obra é a demolição.

John e Agopyan (2003), em seus estudos sobre a geração de resíduos da construção civil, estima-se que a maioria das grandes cidades tem a geração de RCC idêntica ou igual em volumes a de resíduos domiciliares, essa quantidade elevada na geração se torna um grande problema para a cidade.

De acordo com Karpinsky (2009), as possíveis justificativas para desperdícios e perdas na indústria da construção civil, ocorrem derivadas das seguintes condições:

Superprodução: derivados da falta de cronograma de tarefas diárias a serem executadas, como por exemplo, fabricação de argamassa maior do que será utilizada no dia de trabalho.

Estoque e Espera: associadas com a falta de planejamento de estoque de materiais com as etapas que estão sendo executadas na obra, ocasionando interrupções de atividades e serviços em função da falta de material ou equipamento necessário para a etapa executada do dia. Já o estoque pode ser ocasionado pela inexistência de material necessário de acordo com a demanda do processo executivo, assim também como pelo excesso de material estocado causando dificuldade de armazenamento podendo ser danificado até a sua utilização.

Transporte e Movimentação: causada pelo manejo inapropriado dos materiais e obstáculos que possuem dentro da obra. A movimentação é decorrente da deslocação intensa supérflua, por meio dos funcionários, geralmente gerada em frentes de serviços mais distantes com difícil acesso.

Processamento: ocasionada pela falta de mão de obra qualificada, que não obedecem aos processos normatizados na execução de cada etapa.

Produtos defeituosos: suprimentos que são fornecidos sem o padrão de qualidade, ou por alguma falha teve um erro na produção e deixando o material com defeito, isso pode gerar um retrabalho se não for notado antes da utilização e podendo avariar até outros materiais.

Nesse sentido, Llatas (2011) fala que a quantidade de entulho gerada em uma obra tem grande influência na qualidade do projeto, os fatores mencionados anteriormente, a saber, produtos defeituosos, estoque, processamento de transporte, são contribuintes para a geração de resíduos da construção civil.

Nesta mesma linha de pensamento, Lima et al. (2009), explica os grandes impasses de projetos estão associados a falta de certeza nos memoriais descritivos, falta de definição e relato adequado, baixa qualidade dos materiais escolhidos, qualificação baixa de mão de obra, transporte e acúmulo inadequados de matérias, falta de administração durante a obra, falta de método de reutilização de resíduos no canteiro de obra, procedimento de demolição.

A Tabela 2, mostra as perdas medianas de alguns materiais utilizados na construção civil, relatados por diversos pesquisadores, os campos que não estão marcados ou com tracejados o pesquisador não relacionou em sua pesquisa.

Tabela 2. Perdas de materiais de construção

MATERIAS DE CONSTRUÇÃO	PERDAS DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS (%)				
	AGOPYAN ⁽¹⁾	ESPINELLI ⁽²⁾	PINTO ⁽³⁾	SOILBELMAN ⁽⁴⁾	SOUZA ⁽⁵⁾
Aço	11	11	26	19	11
Areia	--	--	39	44	44
Argamassa Interna	102	--	--	--	--
Argamassa Externa	53	--	--	--	--
Blocos e Tijolos	13	13	13	32	13
Cal	--	--	102	--	36
Cimento	--	--	33	83	56
Condutores	--	27	--	--	--
Concreto	9	9	1	13	9
Eletrodutos	--	15	--	--	--
Gesso	--	30	--	--	--
Placas Cerâmicas	--	14	--	--	--
Revestimento Têxtil	--	14	--	--	--
Tintas	--	17	--	--	--
Tubos Prediais	--	15	--	--	--

(1) – AGOPYAN, 2003. (2) – ESPINELLI, 2005. (3) – PINTO, 1989. (4) – SOILBELMAN, 1993 apud PINTO, 1999.

(5) – SOUZA, 1998 apud PINTO, 1999.

Fonte: Adaptado de Ricardo Franklin 2012

2.4 EXPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na Resolução de número 307, editada no ano de 2002, o CONAMA define que os resíduos da construção civil derivado de construções, reformas, demolições, reparos e os da escavação de terrenos, por exemplo: concreto, tijolos, madeiras, metais, tubulação hidráulica, forros, tintas, gesso, vidro, fiação elétrica, pavimento asfáltico, plásticos entre outros, são vulgarmente conhecidos como entulho de obra.

Certifica-se que nesta resolução, trata-se de um dispositivo legal que definiu de maneira bastante completa os RCC, sendo, portanto, está definição adotada neste trabalho. Outros autores também costumam utilizar, como sinônimos, RCD e, menos comumente, Entulho.

Os RCC são materiais totalmente heterogêneos, dependente da fonte que os originou. Aqueles materiais gerados de obras de reforma ou ampliação, em geral têm uma predominância de fração mineral, pela alta presença de blocos de concreto, provavelmente gerados de processos de demolição – RCD (PINTO, 1999).

Para Carneiro et al. (2001), a diversidade de material, é perfil deste tipo de resíduo, tendo uma grande possibilidade de reaproveitamento e reciclagem de material. Os materiais construtivos compõem os seguintes resíduos da construção civil:

- a) concreto, argamassa e rochas - apresentam elevado potencial de reciclagem;

- b) blocos, tijolos e cerâmicas - Possuem potencial de utilização, em necessitar de processo sofisticado de tratamento;
- c) areia e argila - podem ser separados dos demais materiais através de um processo de peneiramento;
- d) asfalto - material com elevado potencial de reutilização em obras viárias;
- e) metais ferrosos – possibilidade de reciclagem pelo setor de metalurgia;
- f) madeira – material parcialmente reciclável;
- g) plástico, borracha, papel, papelão, gesso e outros materiais semelhantes – quando separados, podem ser encaminhados a processos de reciclagem e reaproveitamento, dependendo, naturalmente, do seu estado.

Os RCC's gerados no Brasil têm predominância de um material muito heterogêneo, predominando a composição de argamassa, alvenaria, concreto armado, aço, cerâmica e plásticos, por serem matérias utilizados diariamente no canteiro de obra, sendo por embalagens até sobra de uma etapa construtiva da obra, com um grande acréscimo de gesso. No entanto, Pinto (1999) cita que em parte da Europa e nos Estados Unidos os resíduos têm semelhança com o Brasil contendo a presença do gesso.

2.4.1 Problemas gerado pelos RCC

Para Pinto (2001), os RCC formam um problema para as municipalidades de todo o mundo, em muitos casos está comprovado a falta de organização para lidar com esse tipo de resíduo. Frequentemente as condutas dos governantes locais são emergentes, próprias de um gerenciamento ambiental reacionária, ineficiente e inadequada. Essas práticas qualificam o que se convencionou chamar de “gestão corretiva”.

Pinto apud John e Agopyan, (2000) identifica que o Brasil tem casos numerosos de “gestão corretiva” de RCC. A maioria dos municípios do país não possui sistema de captação e local para destino desses resíduos, (quando estão delineados de maneira incapaz de atender a demanda), elevando o índice de descarte ilegal dos RCC em terrenos baldios, beira de estradas e nas margens de cursos d'água. Estudos realizados em cinco cidades brasileiras de médio porte contabilizaram que 10 a 47% de todo o RCC localmente produzido é disposto de maneira ilegal.

Essas atitudes ilegais resultam na aparição de problemas, ambientais, sanitários, econômicos, sociais, desvalorização de áreas, poluição visual, enchentes, degradação do solo e das águas, interdição de vias (GÜNTER apud KAMIKAWA et al, 2003; PINTO, 2001).

Pinto apud John e Agopyan (2000) estima que essas atitudes contribuem para que outras pessoas tenha o mesmo comportamento, por estarem vendo esse descarte ilegal tornando mais prático e cômodo, descartando até resíduos não-inertes, aumentando ainda mais o impacto ambiental e os índices de descarte irregular. Para retirar o RCC e outros resíduos amontoados inapropriadamente, o poder público assume gastos que podem variar entre 5,4 e 14,8 dólares por tonelada, dependendo do município e da técnica de recolhimento.

Os aterros sanitários têm estrutura projetada para recebimento de resíduos inertes, muitos governantes municipais adotam como medida de solução o descarte dos resíduos não-inertes nessas áreas. Essa prática é totalmente errada, pois pode gerar grandes contaminações ambientais e sérios riscos de acidentes, além do grande acúmulo de resíduos (alguns deles perigosos). Na intenção de reduzir esses riscos, os instrumentos de normatização de aterros permitem a cobrança de taxas de disposição desses resíduos, a medida adotada é aumentar essas taxas com o intuito de evitar o recebimento desse material.

Segundo John e Agopyan (2000), na grande São Paulo, essas taxas não raro excedem o valor de 100 reais por tonelada. Ademais, quando são estabelecidos em zonas urbanas, os aterros de resíduos impedem a melhor utilização de um solo cada vez mais escasso e valorizado, além de gerar o aborrecimento dos moradores vizinhos. Afastados das regiões urbanas, os aterros demandam um uso mais acentuado do transporte rodoviário, o qual contribui, dentre outros aspectos, para a poluição atmosférica e o encarecimento do processo de descarte.

Habitualmente os RCC são descartados também em áreas abandonadas e lotes baldios de forma de aterramento sem nenhum controle técnico de processo. O grande problema é que quando tiver a necessidade de uma construção na área esse material deverá ser totalmente retirado e levado para o destino correto, tendo uma despesa inesperada pelo proprietário do imóvel (JOHN E AGOPYAN, 2000).

2.4.2 Reutilização dos RCC

A reutilização pode ser compreendida como o “processo de reaplicação dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química” (BRASIL, 2002).

Frequentemente a reutilização do RCC vem sendo mais usual em fases da edificação tendo um ótimo resultado, as reformas e remoção de estruturas são casos de ótimas oportunidades de reutilização.

Frequentemente, a retirada de edificações (ou parte delas) é realizada através da demolição, esse processo que gera a mistura dos resíduos, muitos deles contaminados (tintas, madeira tratada e asbestos, por exemplo). Como é quase que impossível separar esses materiais de maneira economicamente viável, a demolição impede ou impossibilita por completo o reaproveitamento e a reciclagem dos RCC (MERRILL, 1997).

A desconstrução é o novo método que vem substituindo o procedimento de demolição da estrutura, tornando a reutilização uma maneira mais eficiente e proveitosa de recuperar os materiais. A desconstrução é feita por meio de desmontagem de seus componentes com o intuito de manter os materiais em tactos, de forma que recupere a maior quantidade de material de uma obra, estabelecendo condições para uma reutilização da melhor forma possível.

A desmontagem seletiva envolve as seguintes etapas:

- a) Retirada de materiais que podem ser diretamente aplicados em novos projetos.
- b) Remoção de janelas, portas, cabos elétricos, tubos de instalação e outros componentes que poderão ser reutilizados após a execução de simples reparos.
- c) Retirada de pisos, materiais de acabamento, ferragens e outros itens passíveis de reciclagem.
- d) Desmontagem do telhado e das fachadas, com classificação dos materiais segundo a possibilidade de reciclagem.
- e) Demolição das estruturas de alvenaria, seguida da triagem dos resíduos (NUNES, 2004).

Algumas edificações já estão sendo projetadas com métodos que facilitam a uma suposta desmontagem, para atender o conceito de sustentabilidade na indústria da construção civil, aumentando os índices de reaproveitamento de materiais sem necessitar de passar por nenhum processo.

2.4.3 Impactos ambientais consequentes da geração de resíduos

Os impactos ambientais gerados pela construção civil são decorrentes dos descartes ilegais dos entulhos derivado dessa indústria. A construção civil produz resíduos nas etapas de extração de recursos naturais, atividades de canteiro, execução de manutenções e reformas, produção de matérias-primas e associados e na remoção de edificação ou de infraestruturas (JOHN, 2000).

Desde o momento em que a matéria prima é retirada da jazida é gerado resíduos que não podem ser utilizados no processo de fabricação dos produtos finais, em etapa de produção as matérias primas que são disponibilizadas na fabrica passaram por processo de fabricação até a conclusão do produto final esse processo também gera resíduos, e por fim de forma mais representativa na etapa de execução da obra a utilização desses produtos industrializados e matéria prima bruta são consequentemente desperdiçados ou mal instalados gerando muitos resíduos.

2.5 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Segundo Gottfried (2003), no fim da década de 1980, onde a construção sustentável começou a ser incorporada na construção civil, após a conscientização dos impactos ambientais gerados pela construção civil, na intenção de reportar os impactos feitos por essa indústria. O conjunto dessas iniciativas ajustou em apelidar de construção “verde”, “sustentável” ou “construção de alto desempenho”.

2.5.1 As vantagens da construção sustentável

Já está claro que as estruturas que estão ecologicamente apropriadas garantem um bem-estar e saúde dos habitantes, além de trazer uma contenção nos gastos operacionais. As despesas com energia podem ser reduzidas de 30 a 50%, o consumo de água pode ter uma economia de 30% ou mais (GOTTFRIED, 2003). Com esse tipo de projeto tem o diferencial para facilidade de financiamentos, contratação de seguros, preço de venda do imóvel e em negociação com o governo.

As grandes fábricas que tem a estrutura harmônica com a natureza, geralmente tem um local de trabalho agradável e produtivo, gerando um ambiente participativo entre os seus funcionários, simultaneamente contribuindo para a preservação do meio-ambiente (McDONOUGH; BRAUNGART, 2003).

Em vários países o poder público que executa a construção sustentável, em geral, a construção de edificação sustentável não é tão cara quanto às construções tradicionais, enquanto o período de vida útil de uma edificação pública é longo. Isso torna a construção de estruturas de alto desempenho bastante vantajosa para os governos (GOTTFRIED, 2003).

O setor privado está começando a dar mais atenção para esse assunto, dando início as construções com sustentabilidade. A maior dificuldade desse setor é quantificar as vantagens econômicas de edificar suas instalações de maneira sustentável, outra objeção é feita por outras empresas privadas que constroem dispensando cuidados com o meio-ambiente e o bem-estar dos moradores há longo prazo (GOTTFRIED, 2003).

2.6 MODELOS DE PLANTA DE USINA DE RECICLAGEM DA CONSTRUÇÃO CIVIL-RCC

Os modelos de plantas de usina de beneficiamento de RCC estão basicamente divididos em três modelos, cada qual com propriedades contrária ao outro modelo especialmente nas formas de instalação, sendo elas Plantas Fixas, Plantas Móveis, Plantas Semi-Móveis.

As usinas de Plantas Fixas, esse modelo a usina é instalada em uma determinada área de forma fixa, geralmente distante de residências e necessitando de uma área consideravelmente grande para manejo de entradas e saídas de caminhões, armazenamento de material processado. Nesse modelo podem ser processados bem melhor os materiais em diversos tipos, pois o modelo utiliza de grandes equipamentos, além do britador e das peneiras que faz a classificação dos materiais e retirada de impurezas. A maior dificuldade desse modelo é a necessidade de uma área grande para implantação que ao mesmo tempo precisa ser distante de residências e o valor do investimento em equipamentos ser altíssimo.

As usinas com Plantas Móveis têm o modelo utilizado principalmente em construções de estradas por necessitarem da mobilização frequente. Para permitir essa mobilidade essas usinas são construídas em reboques que são rebocadas de acordo a necessidade acompanhando o trecho da obra, os materiais processados nesse modelo de usina têm a qualidade inferior ao da usina de planta fixa, por não tem os mesmos equipamentos da planta fixa.

O modelo das usinas com Plantas Semi-Móveis possui flexibilidade de acomodação de funcionamento, com praticidade na montagem. Indicada para as obras de curto e médio prazo

exemplo: hidrelétricas e pedreiras para construção de estradas, esse tipo de usina é fixado em bases metálicas que ao término do trabalho pode ser transportada por caminhões sem necessidade de desmonte.

2.7 O BENEFICIAMENTO DO RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM

As usinas de reciclagem são locais planejados e equipados com máquinas e equipamentos necessários para atender a demanda, com a intenção de processar vários tipos de resíduos. Manipulando equipamentos refinados como: britador, peneiras, imãs, essas usinas são preparadas para processar quase todo o RCC recebido no pátio da usina. Por terem um espaço maior e um grande potencial em processar os resíduos, esse modelo de usina apresenta uma ampla desvantagem perante as outras por receber os materiais misturados dificultando a segregação total, comumente os resíduos processados na usina já tem valor consideravelmente baixo aumentando o tempo de retorno do investimento (BURGOYNE, 2005).

Mesmo assim a usina de reciclagem é a melhor saída, para a gestão dos RCC dos municípios, podendo ser aprimorado com o fortalecimento em ideias aplicadas para a população de reutilização de resíduos, classificação, separar e em último caso dar o descarte correto para uma usina de reciclagem, intensificando a fiscalização dos descartes ilegais em áreas baldias.

2.7.1 O processo de reciclagem dos RCC

O beneficiamento pode ser compreendido como “o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria prima ou produto” (CONAMA, 2002).

Segundo Vázquez (2001), a principal utilização dos resíduos processados do RCC, são como cota mineral no uso da construção civil e subsequente em sub-base de pavimentos asfáltico ou como agregado graúdo na fabricação do concreto não estrutural.

Em Nunes (2004), vê-se que os processos necessários em centrais de reciclagem, estão subdivididos nas seguintes etapas:

- a) Triagem dos materiais recicláveis e remoção de material contaminante;
- b) Britagem dos resíduos separadamente por categorias;

c) Direcionamento dos agregados reciclados.

Para o RCC se transformar em agregado reciclado, passa por alguns procedimentos: primeiramente o transportador coleta o RCC no local de origem se deslocando até a usina após chegar o material, é vistoriado visualmente. Essas centrais de reciclagem recebem só materiais de boa qualidade, rejeitando resíduos contaminados com plásticos, orgânicos entre outros. Passados nessa vistoria são encaminhados para local dentro da usina para descarga, onde passam por uma inspeção para a remoção de contaminantes como ferragens; seguido desse processo, são transportados onde são peneirados e britados, esse processo de britagem e peneiramento pode ser repetido caso sejam necessárias outras dimensões de granulometria, chegando ao resultado do agregado reciclado (NUNES, 2004).

2.7.2 Os métodos de reciclagem dos RCC

Vázquez e John (2001) e Agopyan (2000) têm a visão de que a preparação dos RCC e a sua categoria de qualidade estão diretamente relacionadas à compostura do entulho, que podem ser pré-selecionados na primeira vistoria de chegada do material na usina e na inspeção de retirada de contaminantes, e esses passos forem atendidos com precisão, a usina conseguirá atingir um material de qualidade, que tem aplicação desde aterro de áreas até a produção de concreto.

De forma bem resumida, a qualidade do material final é totalmente inversa ao processo de materiais heterogêneos, criando restrições na utilização do material final reciclado (MERRILL, 1997; LIMBACHIYA, 2003).

Especificamente, os resíduos processados pela usina de reciclagem são usuais em forma de agregados graúdo e miúdo para produção de concreto não estrutural e em sub-base e base de obras de pavimentação (VÁZQUEZ, 2001). Como esse método de reciclagem de RCC está em desenvolvimento e aperfeiçoamento tecnológico pelos avanços das pesquisas, acredita-se que daqui alguns anos consiga ser melhorada a valorização desse produto e a potencialidade do RCC reciclado.

2.7.3 Vantagens geradas pela reciclagem de RCC

As vantagens da reciclagem dos RCC são grandes e estende-se pelo plano econômico, ambiental e social, alcançando a todos os agentes que de algum jeito convivem com o setor

edificante: geradores de resíduos, governos, empreiteiros e a comunidade em geral. Essas vantagens estão relacionadas da seguinte forma:

No aspecto ambiental a utilização dos RCC de forma correta, destinando para locais apropriados como as usinas, dando a eles o processamento necessário para a sua reutilização e evitando o descarte ilegal e aumentando a vida útil dos aterros, essa conduta também influencia no abatimento dos problemas de saneamento público, diminuindo os custos de limpeza urbana (ÂNGULO; ZORDAN, 2005). Outro ponto favorável é a redução no impacto ambiental associado à exploração de jazidas naturais, pois esses materiais reciclados podem ser trocados por muitos recursos naturais tipicamente usados como matéria-prima na construção civil (ÂNGULO; JOHN, 2001).

Da concepção econômica e social, as obras que podem utilizar os resíduos processados pela usina alcançam diretamente uma economia no custo da obra. Com a utilização de produtos reciclados pode-se economizar também diretamente no gasto com locação de contêiner que transportam os resíduos (ÂNGULO; JOHN, 2001).

2.7.4 Agregados Reciclados

Agregados reciclados estão definidos como materiais provenientes do beneficiamento de resíduos da construção por meio de métodos de reciclagem. O material reciclado tem origem através das matérias-primas de composição dos resíduos das práticas construtivas (RCD da classe A) e dos materiais heterogêneos como, por exemplo, argamassa, blocos, concreto, areia, tijolos cerâmicos, asfalto, solos entre outros. Conforme Angulo (2001), os agregados gerados tem maior porosidade quando é comparado com os convencionais. Na sua estrutura microscópica, tem possibilidade de existência de partículas disponíveis a novas reações químicas, impulsando a criação de redes cristalinas, e grãos finos, com potencial pozolânico. Segundo Cassa, Valois e Carneiro, (1998), precisa-se ter muita atenção à origem da matéria-prima dos resíduos se caso ela originar de um concreto em que sua composição, tenha sido usada escórias com elevado teor de metais pesados, o agregado produzido pode por em risco a saúde de quem estiver manuseando e o meio ambiente.

A NBR 15116/2004 descreve que a granulometria e o teor de contaminantes devem atender determinados limites, assegurando o bom desempenho nas diversas aplicações.

As propriedades dos agregados reciclados estão associadas ao seu modo de produção, seleção prévia e etapas de limpeza, trituração, homogeneização, eliminação de contaminantes,

estocagem e extração de materiais metálicos (LEVY, 1997). Para o estudo da viabilidade do destino desse novo material, torna-se necessário demonstrar suas características, esboçada na tabela 03.

Tabela 03. Propriedades físicas dos agregados reciclados

PROPRIEDADES	DESCRIÇÃO
Porosidade	Grande porosidade.
Composição	Grande Variabilidade, influenciando na resistência mecânica, absorção de água e massa específica.
Granulometria	Depende do tipo de resíduo processado, britador, peneiramento. Granulometria continua (finos, que podem oferecer fissuras em argamassas, porém bom desempenho em concretos, em razão do rearranjo entre partículas do agregado e suas superfícies).
Massa específica e massa unitária	Geralmente menor que as dos agregados naturais. Influência na dosagem do concreto (para um traço unitário, em que o volume do concreto reciclado equivale ao concreto convencional, deveser feita uma compensação da quantidade do reciclado).
Absorção de água	Varia em função do resíduo e faixa granulométrica. Alta absorção, interferindo na permeabilidade do concreto (aderência entre agregado e a pasta).
Forma e textura superficial das partículas.	Maior angulosidade e superfície áspera.
Resistência a compressão	Influenciada pela porosidade.
Módulo de elasticidade	Mais baixo.
Substâncias deletérias	Prejudica as propriedades mecânicas e durabilidade.

Fonte: Levy (1997)

Hoje em dia, o agregado não é considerado um material inerte, pois suas qualidades e características têm atuação no desempenho do concreto: resistência, durabilidade e estabilidade dimensional. As características decorrem da composição da rocha que deu principio ao agregado, dos equipamentos usados na fabricação do agregado e do tipo de operação. Mehta e Monteiro (1994) afirmam que é “fundamental conhecer a natureza dos

agregados na previsão do comportamento, pois pequenas quantidades de rochas ou minerais presentes como contaminantes no agregado poderão comprometer a qualidade do concreto”.

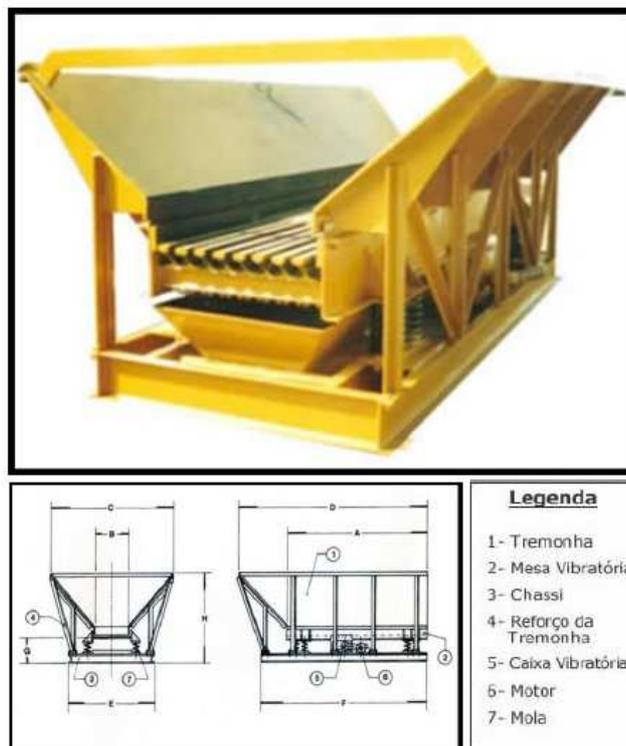
2.8 MODELOS DE EQUIPAMENTOS INDICADOS À USINA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na parte fixa da usina existem equipamentos indispensáveis para o seu funcionamento como: o britador, a peneira vibratória, o imã, alimentador vibratório e as correias transportadoras.

O alimentador vibratório é construído por uma mesa vibratória que tem regulação de abertura nas grelhas e trilhos que facilita a separação de segmentos menores. Tem uma variação de capacidade de alimentação entre 15 a 250 m³/h, e com potência variando de 5 a 30 Cv, a sua função é alimentar o britador. Por mais que esse equipamento seja relativamente robusto, tem facilidade de manuseio e uma manutenção consideravelmente barata, e é responsável pelo fracionamento de agregados menores.

A figura 1, mostra um modelo de alimentador vibratório dotado de uma tremonha de carga, apresentando na mesma figura, os detalhes internos deste equipamento.

Figura 1. Vibratório e detalhe da tremonha



Fonte: Maqbrit (2010)

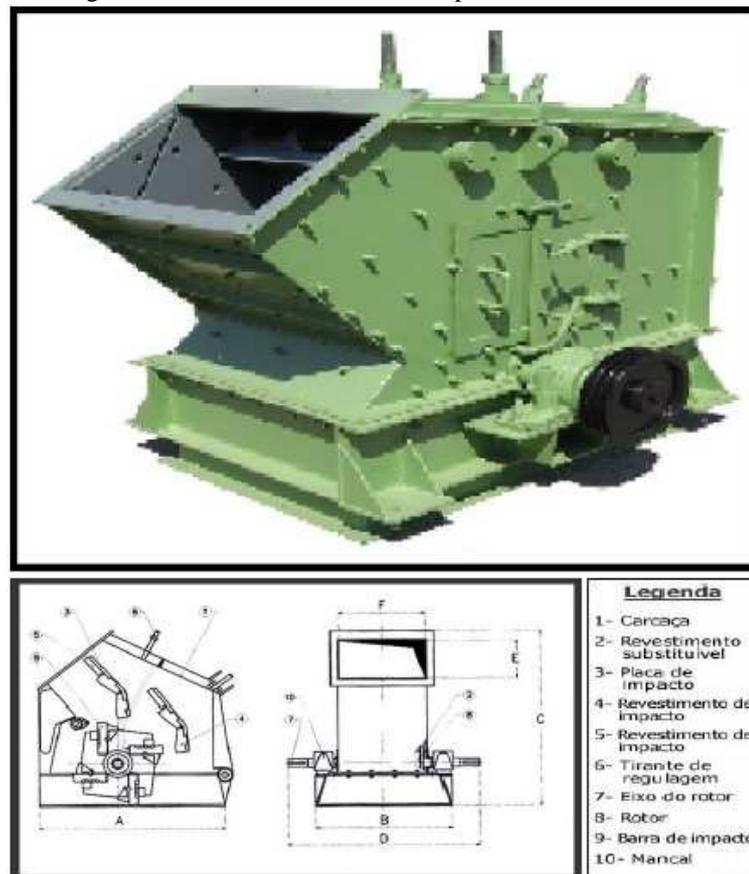
O britador de impacto é um equipamento imprescindível para o funcionamento da usina, ele é responsável pela fragmentação dos resíduos. Ele que é encarregado pela qualidade dos agregados processados, geralmente esse equipamento tem a funcionalidade de fazer a britagem e rebitagem. Existem quatro tipos de britadores sendo: mandíbulas ou giratórios, de cones ou rolos.

Os britadores de mandíbulas que se associam com um martelo no mesmo equipamento, têm a desvantagem do alto custo de operação, manutenção e gasto com energia, em contrapartida apresenta a melhor produção de agregados, quando se trata de materiais de origem do concreto (MAQUIBRIT, 2010).

Os britadores e rebitadores de impacto, apresenta as seguintes vantagens de: economia no consumo de energia, alto índice de produção e o seu alimentador aceita tamanhos grandes, são usualmente em minérios com materiais duros, por exemplo: carvão, calcário e entulho da construção civil. É o que tem o melhor potencial de produção de matérias finas e cubicidade (MAQBRIT, 2010).

A figura 2 mostra um britador e rebitador de impacto, contendo, ao lado, detalhes construtivos deste equipamento.

Figura 2. Britador e rebitador de impacto – Detalhe interno



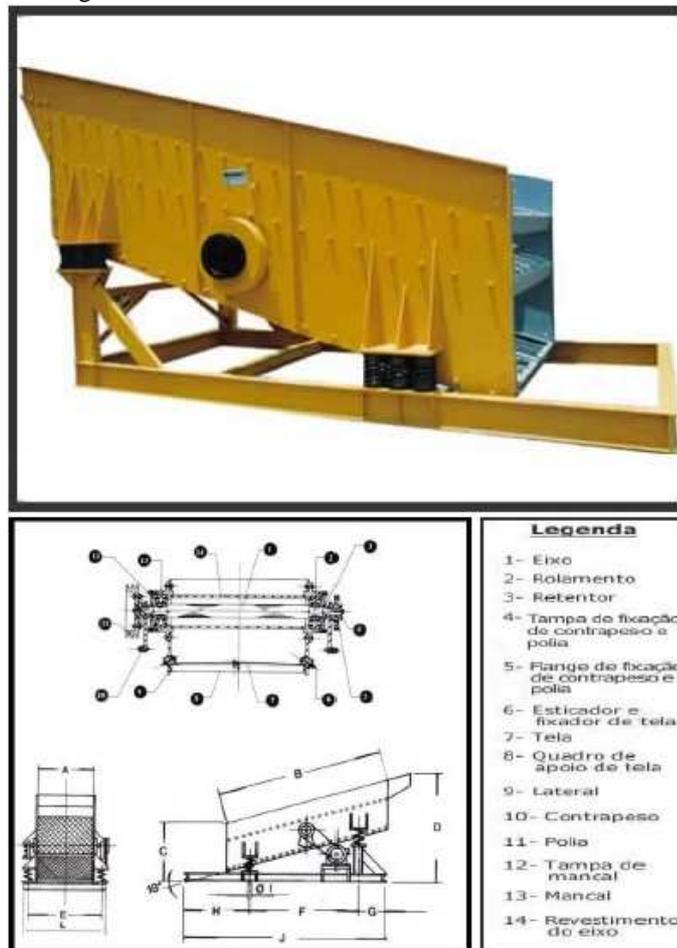
Fonte: Maqbrit (2010)

Os britadores do modelo de cone não são indicados para usinas de reciclagem de RCC porque são sensíveis a materiais metálicos, são utilizados em materiais anteriormente já britados, pois trabalham em função de esmagamento em paredes de um cone. Esse tipo de equipamento tem a necessidade de um cuidado especial, necessitando de uma lubrificação periódica e controle (MAQBRIT, 2010). Os britadores de rolos também são destinados a produção de agregados finos, para sua funcionalidade, necessita que os materiais sejam previamente peneirados, com potencial de produção de 1,5 a 5,0 m³/h de agregado fino do tipo areia artificial.

As peneiras vibratórias são equipamentos que fazem a separação dos agregados por meio de vibrações e números de telas, dividindo em média e grande granulometria, já os finos são levados para a parte inferior. Para a sua aceitação comercial é exigido uma eficiência de peneiramento de 90 a 95%, esse equipamento é indicado para a classificação final dos materiais, processos de lavagem e separação intermediária dos materiais (MAQBRIT, 2010).

A figura 3, mostra a vista lateral e o detalhamento interno de uma peneira.

Figura 3. Peneira – vista lateral e detalhamento interno

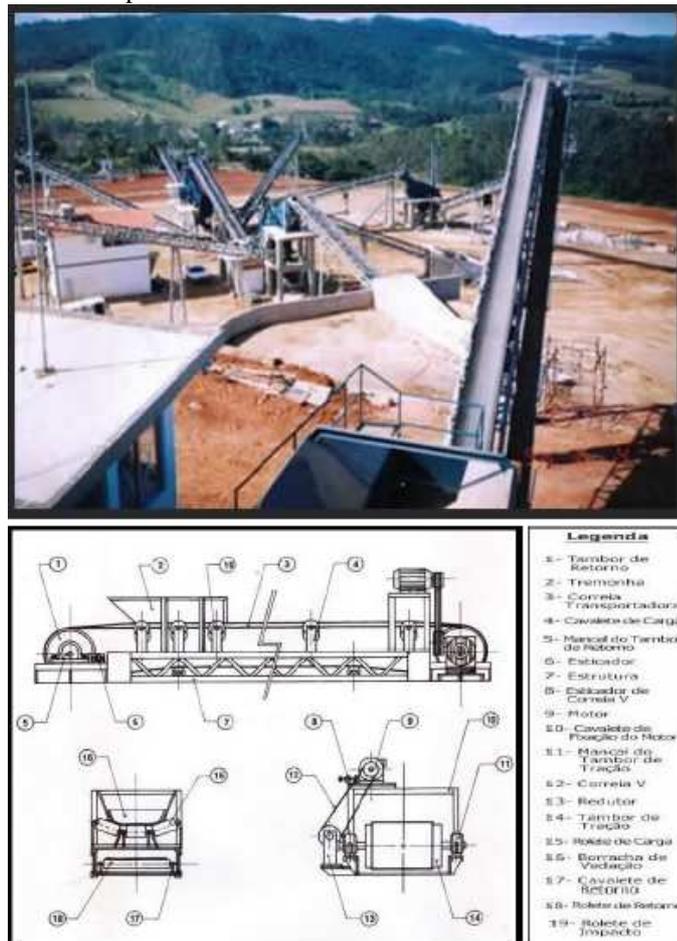


Fonte: Maqbrit (2010)

A correia é o equipamento responsável pelo transporte dos resíduos, que através de roletes, acionadores, tambores, esticadores e uma estrutura metálica permite transportar os materiais processados da saída do britador para uma distância necessária e fazendo a separação dos materiais, pode-se ainda adaptar acessórios como por exemplo: bica de descarga, tremonha de carga, detectores de metais, guias laterais e balança.

A Figura 4, mostra uma vista área de uma usina, destacando os transportadores de correia, como também o detalhamento interno deste tipo de equipamento.

Figura 4. Transportadores de Correia – vista área e detalhamento interno



Fonte: Maqbrit (2010)

Dentre esses equipamentos essenciais existem também outros de suma importância para o fluxo produtivo como: a pá carregadeira, rompedores hidráulicos, aspersores de água. Não se esquecendo dos veículos de transportes, que são responsáveis pela movimentação dos resíduos, desde a chegada os materiais, quanto à movimentação dentro da usina, ao destino final dos agregados processados, são eles: caminhões caçambas e contêiner de RCC que são transportados por caminhões do modelo poli guindaste do local de origem até a usina e os

materiais inertes que foram retirados na triagem para o aterro sanitário, os contêineres têm capacidade de armazenamento variando de 3,5 a 10m³.

2.9 SEPARAÇÃO DOS PROCESSOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Hansen (1992 apud Jadovski, 2005) explica que o procedimento em uma usina de RCC é separado em três métodos sendo: primeira, segunda e terceira geração. A primeira geração, onde é feita a retirada de todo o material impróprio que não pode ser levado para a britagem, esse processo é feito manualmente, é passado também eletroímãs especiais para a retirada de material ferroso.

Na segunda geração, são feitos mecanismos de triagem e limpeza dos resíduos mais nobres, com o processo de retirada das maiores impurezas manualmente, ou até mecanicamente antecedendo a britagem. Quando é concluído o processo de limpeza o material é britado, sequentemente é feito novamente uma limpeza e classificação utilizando o processo de umidificação, e são excluídos os agregados menores que 10 (dez) milímetros; esses processos são feitos para melhorar a qualidade do final do produto sem mistura de matéria orgânica (HANSEN, 1992 apud JADOVSKI, 2005).

A terceira geração é um processo mais completo de triagem e limpeza, buscando retirar 100% das impurezas contaminantes. Para atingir esse resultado, o processo utiliza métodos mecânicos para segregar, corrierias magnéticas que possuem imã para retirar material ferroso, úmido e jatos de ar para retirar os pequenos grãos. A maior desvantagem desse processo é que tem um custo de operação alto perante os demais, podendo se tornar inviável pelo valor de mercado dos materiais (HANSEN, 1992, apud JADOVSKI, 2005).

2.9.1 A reciclagem dos resíduos da construção civil

Shaw (2005) define a palavra reciclar como “processo de transformar resíduos em novos recursos”, desde a década de 1970 que é estudado esse processo como uma solução para o descarte ilegal de lixo no meio ambiente. Na indústria da construção civil esse conceito representa a transformação de resíduos de cerâmica, concreto, asfalto entre outros tipos de RCC em matérias que possam ser inclusos no projeto que se originou ou de obras novas.

Vázquez (2001) e Zordan (1997) em seus estudos, identificaram que as primeiras usinas de reciclagem de RCC de forma sistemática funcionaram na década de 1980 na Alemanha, Bélgica, Holanda e Dinamarca. Já na década de 1990 os Estados Unidos, França, Espanha e o Reino Unido começaram a instalar.

2.9.2 Formas de proporcionar a reciclagem dos RCC

Existem três formas de promover a reciclagem dos resíduos sendo elas: reciclagem em diversas unidades de processamento depois que os resíduos foram selecionados no canteiro de obra; separação dos resíduos e reaproveitamento no canteiro de obra; reciclagem dos resíduos de RCC entregues nas usinas de processamento de RCC (BURGOYNE; MERRILL, 1997).

2.9.3 Reciclagem dos RCC no canteiro de obra

John (2001) divide a reciclagem dos resíduos em primária e secundária. É chamada de reciclagem primária quando é realizada dentro do mesmo sistema que se originou. Possui ampla importância na produção de vidro e do aço.

Esse processo é bastante eficiente, mas exige que o canteiro de obra tenha espaço livre, seja limpo, organizado e que esteja equipado para o processo (BURGOYNE, 2005). Em uma pesquisa Grigoli (2002), com a intenção de saber como reaproveitar os resíduos nas obras aonde eles se originaram, conseguiu identificar os seguintes empregos:

- a) Assentamento de batentes, contra piso, esquadrias e blocos cerâmicos;
- b) Enchimento de rasgos de paredes, caixões perdidos, rebocos internos e degraus de escadas;
- c) Chumbamento de caixas elétricas, hidráulicas e de tubulações elétricas;
- d) Embonecamento de tubulações;
- e) Execução de remendos e emendas em alvenaria;
- f) Confecção de estrado sobre o solo para lançamento de contrapiso e passeio público;
- g) Confecção de contrapiso no interior de unidades habitacionais;
- h) Produção de concreto para piso de abrigos de automóveis leves;
- i) Construção de vigas e pilares de concreto com baixas solicitações (taxas de compressão inferior a 5 MPa);
- j) Construção de drenos em pátios de estacionamento, floreiras, visita de hidrantes, fundo de poços de elevadores e de escoamento de água de chuvas;
- k) Aterramento de valetas junto ao solo;
- l) Estaqueamento para fundações de muros com pequenas cargas.

Os benefícios desse método de reciclagem são vários. Reutilizando os resíduos na própria obra diminui o índice de perdas físicas de materiais e conseqüentemente reduzindo os gastos com: compra de matéria prima e descarte de entulhos. Tendo também a eficiência na

pureza e homogeneidade no processamento dos RCC no canteiro de obra impedindo misturas (NUNES, 2004; BURGOYNE, 2005).

Segundo John (2001), a reciclagem secundária é a reciclagem do resíduo em outro processo produtivo, divergente daquele que se originou. O autor ainda afirma que os materiais usados na construção civil possuem baixas resistências mecânicas, são formados de produção simples.

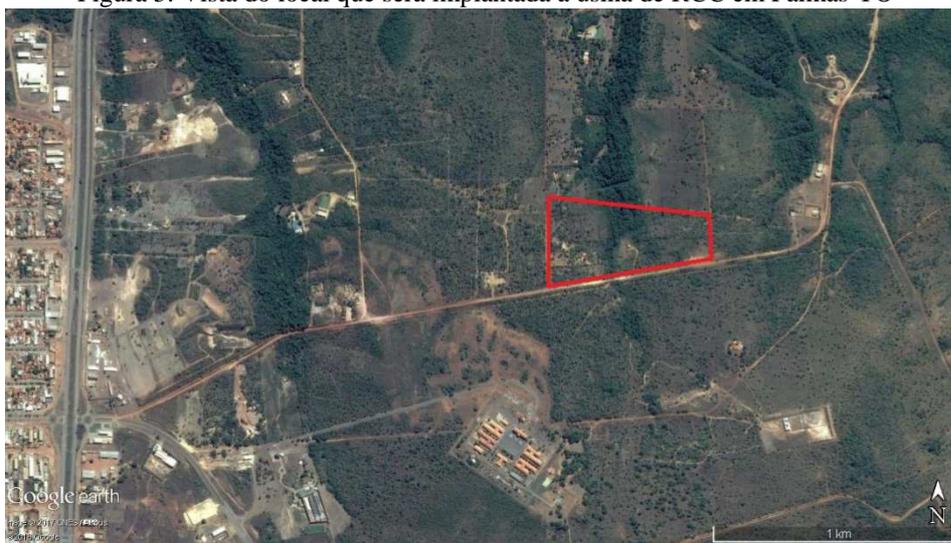
2.9.4 Separação dos RCC no canteiro de obra por meio de unidades de processamentos

Essa forma de reciclagem é feita no canteiro de obra, geralmente em obras de menores necessitando também de espaço físico, são utilizados contêiner para a separação determinando um para cada tipo de resíduo os mesmos devem estar identificados para facilitar o uso, precisa-se fazer um treinamento com todos os trabalhadores da obra pra saber fazer a determinada classificação dos materiais (BURGOYNE, 2005)

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa de campo será realizada no local de implantação da usina de reciclagem de RCC em Palmas conforme demarcação vermelha na figura 5 abaixo, que está localizada em uma área rural há 2 km do trevo que dá acesso à cidade Aparecida do Rio Negro, em uma estrada de terra, a área tem 24.400 m².

Figura 5. Vista do local que será implantada a usina de RCC em Palmas-TO



Fonte: Google Eart Pro (2017) coordenadas UTM (latitude e longitude) 797196.32, 8868590.34.

No que se refere à natureza, esta pesquisa se caracteriza como aplicada, que segundo Silva e Menezes (2001) objetiva criar conhecimentos para utilização prática dirigida a resultados específicos. Já quanto à abordagem quali-quantitativo, pois quando for atribuir a quantificação e padronização dos dados, informações e resultados serão “quantitativa”. E quando estiver analisando os benefícios ambientais fundamentada nos recursos naturais e sociais, será considerada como “qualitativa” (GOLDENBERG, 2000).

Quanto ao objetivo metodológico, essa pesquisa se classifica como: descritiva e exploratória. Classifica-se como pesquisa descritiva em razão de descrever as características de uma estimada população amostral. É classificada como exploratória porque promove maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito, proporcionando a consideração das mais variadas perspectivas relativas ao fato estudado, compreendendo o entrevistador como uma pessoa que domina a prática do problema pesquisado (GIL, 1991).

Quanto aos procedimentos metodológicos empregados para a realização da pesquisa, este estudo recebe as seguintes distribuições:

Pesquisa bibliográfica, definida como a pesquisa “elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001).

Inicialmente foi validada a importância dos resíduos da construção civil-RCC dentro da gestão de resíduos sólidos do município, bem como explica as normas e resoluções existentes no assunto, relacionar as etapas que foram necessárias para licenciamento da área que está sendo implantada. Por se tratar de um novo método de gerenciamento de resíduos desconhecido pela população que atualmente não faz questão de saber, fez-se o levantamento das ações de informação aos usuários que a empresa está fazendo para divulgar o novo método, detalhamento do processo dos resíduos desde a entrada na usina até a saída do material reciclado.

Foi disponibilizado pela usina ambiental um croqui da parte de execução que um dos sócios, engenheiro civil fez para executar a parte estrutural e locação das máquinas.

Na etapa de manejo dos RCC, foi feita uma coleta de dados nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018 na usina para ser comparada, com o último trimestre de 2017 nos mesmos fornecedores do primeiro trimestre da matéria-prima da usina, que são os transportadores de contêiner, através da Associação Tocantinense de Empresas e Transportadoras de Entulhos, Reciclagem e Afins (ASTETER), foi feito um levantamento com todos os membros associados para uma estimativa de demanda de produção de resíduos do município, após esse levantamento quantitativo nos meses de levantamento será feita uma média aritmética para que represente uma estimativa de geração de resíduos do município de Palmas-TO.

4 RESULTADOS

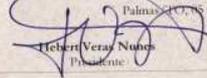
4.1 MAPEAMENTO DAS ETAPAS

A apresentação dos resultados, em forma de relatório, foi elaborada em função dos objetivos da pesquisa e está constituída por considerações a respeito das observações realizadas. Na primeira etapa foi feito o detalhamento das etapas para o licenciamento da área de implantação da usina, por se tratar de uma atividade que gera muita poeira devido a propriedade dos resíduos que são gerados na construção civil, faz a necessidade de uma área fora do perímetro urbano do município.

4.1.1 Emissão de licenças.

À empresa precisou encontrar uma área acima de 2 hectares que conseguisse atender as exigências da secretaria de meio ambiente municipal e comportasse os maquinários assim como a logística de acesso para entrada e saída dos caminhões, para concluir a etapa inicial de implantação da usina para fazer o licenciamento da área. Após encontrado a área foi feito um contrato de locação com o dono do terreno, fazer uma licença de desmatamento da área de operação, depois de aprovado o desmatamento fez um projeto de implantação que se juntou com o contrato de locação e toda a documentação do imóvel (escritura e Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR)) para dar entrada na secretaria de meio ambiente para liberação de Licença Municipal de Instalação-LMI e posteriormente Licença Municipal de Operação-LMO.

Figura 06 – Licença Municipal de Operação.

 PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE PALMAS		LMO n.º 108/2017 Processo n.º 2017025173
LICENÇA MUNICIPAL DE OPERAÇÃO (LMO)		
<p>O Presidente da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas, no uso de suas atribuições que lhe confere o art. 80 da Lei Orgânica do Município de Palmas, a Lei n.º 2.102, de 31 de dezembro de 2014, o art. 39 da Lei n.º 1.011, de 04 de junho de 2001, combinado com o Decreto n.º 244, de 05 de março de 2002, concede esta LICENÇA MUNICIPAL DE OPERAÇÃO, orientando o empreendedor quanto às observações ambientais relativas aos estudos de viabilidade do empreendimento, em concordância com os documentos apresentados.</p>		
Nome: Ambiental Comércio e Indústria de Produtos Recicláveis LTDA		
Endereço: Chácara n.º 50, Loteamento de Chácaras de Recreio		
Município: Palmas - TO		
CNPJ: 26.054.714/0001-76		
Atividade: Comércio e indústria de materiais recicláveis (usina).		
ESTA LICENÇA MUNICIPAL DE OPERAÇÃO É VÁLIDA POR 48 MESES	VENCIMENTO 05/12/2021	<p>Exigências: Observar e cumprir as condicionantes descritas no Parecer Técnico n.º 459/2017.G.L.A., listadas abaixo.</p> <p>Condicionantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Qualquer modificação no empreendimento quanto à localização, instalação de novos equipamentos ou ampliação, deverá ser comunicada a esta Fundação, para que seja realizada uma adequação no processo de licenciamento ambiental; A disposição dos resíduos sólidos e efluentes deverá ser realizada conforme as normas vigentes, ficando proibido qualquer descarte de produtos químicos e resíduos sólidos no solo, subsolo, nos corpos d'água, no sistema de esgoto sanitário e na rede de drenagem de água pluvial; Fica proibida a destinação de resíduos sólidos perigosos e recicláveis à coleta pública municipal; Fica proibida a execução das atividades do empreendimento na Área de Reserva Legal (ARL); Apresentar, semestralmente, relatório de execução das medidas de controle ambiental referentes à emissão de ruídos, emissão de poeira, sistema de drenagem de águas pluviais e monitoramento da cerca viva, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART); Apresentar, semestralmente, relatório de implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), e com os comprovantes de destinação final dos resíduos perigosos, metais, madeiras, papéis, plásticos e pneus; Apresentar, semestralmente, relatório de execução do Plano de Controle de Recebimento de Resíduos e do Plano de Operação; Apresentar, em até 30 dias após a emissão desta licença, relatório descritivo e fotográfico contendo o término da instalação do empreendimento (instalação das prensas hidráulicas, máquina de picotar, banheiros definitivos, sistemas de controle de poeira e de combate a incêndio, contêineres cobertos, etc.); Apresentar, em até 30 dias após a emissão desta licença, Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para o poço de águas subterrâneas existente no empreendimento; A renovação da Licença Municipal de Operação (LMO) deverá ser requerida com antecedência mínima de até 90 dias da expiração do seu prazo de validade. <p style="text-align: right;">Palmas, 05 de dezembro de 2017.</p> <p style="text-align: right;">  Hebert Vera Nunes Presidente </p>

Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 06 ilustra um documento que foi expedido no dia 05 de dezembro de 2017 pela Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas (FMA), liberando a operação da usina, trazendo algumas condicionantes como:

- Qualquer modificação no empreendimento quanto a localização, instalação de novos equipamentos ou ampliação, deverá ser comunicada a esta fundação, para que seja realizada uma adequação no processo de licenciamento ambiental;
- A disposição dos resíduos sólidos e efluentes deverá ser realizada conforme as normas vigentes, ficando proibido qualquer descarte de produtos químicos e resíduos sólidos no solo, subsolo, nos corpos d'água, no sistema de esgoto sanitário e na rede de drenagem pluvial;
- Fica proibida a destinação de resíduos sólidos perigosos e recicláveis à coleta pública municipal;
- Fica proibida a execução das atividades do empreendimento na Área de Reserva Legal (ARL);

- e) Apresentar, semestralmente, relatório de execução das medidas de controle ambiental referentes a emissão de resíduos, emissão de poeira, sistema de drenagem de águas pluviais e monitoramento da cerca viva com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- f) Apresentar, semestralmente, relatório de implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), com anotação de responsabilidade técnica (ART), e com os comprovantes de destinação final dos resíduos perigosos e com os comprovantes de destinação final dos resíduos perigosos, metais, madeiras, papelões, plásticos e pneus;
- g) Apresentar, semestralmente, relatório de execução do Plano de Controle de Recebimento de Resíduos e do Plano de Operação;
- h) Apresentar em até 30 dias após a emissão dessa licença, outorga de direito de uso de recursos hídricos para o poço de águas subterrâneas existente no empreendimento;
- i) A renovação da Licença Municipal de Operação (LMO) deverá ser requerida com antecedência mínima de até 90 dias da expiração do seu prazo de validade.

4.1.2 Execução de estudos preliminares

Figura 07 – Construção do muro a contenção.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 07 mostra o início da execução do muro de contenção que possui 5m de altura e 4 m de frente e 2 abas de 4m de acordo com o croqui (Apêndice A) que foi disponibilizado pela usina Ambiental, de autoria de um dos sócios que é engenheiro civil. A estrutura tem finalidade de sustentar a rampa de acesso para alimentador, essa rampa será

utilizada por uma pá carregadeira, que vai pegar o material depois de triado manualmente para ser descarregado no alimentador que vai ficar no topo da rampa. Foi feito uma base em concreto armado com 30 cm de espessura 1,5m de largura e 4,5m de comprimento após o muro com a finalidade de alinhamento do terreno e servir de base para sustento dos equipamentos.

Figura 08 – Rampa de acesso para o alimentador vibratório.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 08, mostra o momento em que está construindo a rampa de acesso para o alimentador vibratório, a rampa tem 22m de comprimento de base, 4,5m de altura e uma inclinação de 10%.

4.1.3 Instalação dos equipamentos

A figura 09, abaixo, mostra o momento de instalação da esteira de seleção.

Figura 09 – Esteira de seleção.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 09 representa:

- Seta vermelha: Mostra alimentador já instalado esse equipamento tem funcionalidade de receber os materiais que são descartados pela pá carregadeira, tem característica vibratória para ajudar na segregação dos materiais para alimentar, o britador
- Seta amarela: Mostra o britador tem função de triturar os resíduos que alimentador coloca, após essa trituração os resíduos caem na esteira de seleção.
- Seta branca: Mostra a esteira de seleção, que possui 80 cm de largura e 5,4m de comprimento. Sua funcionalidade é de ter mais uma equipe nas duas laterais de catadores para fazer novamente uma triagem depois do processo de britagem para que retirem possíveis resíduos recicláveis que não foram retirados ou que estavam fixados nos resíduos, evitando que esses resíduos caiam na peneira de separação que é o próximo processo.

A figura 10, mostra a instalação da peneira de separação dos resíduos.

Figura 10 – Peneiras.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 10 mostra a instalação da peneira, esse equipamento tem 4 telas que fazem a separação pequena, média e grande granulometria, já os finos são levados para a parte inferior, ela possui também função vibratória que facilita essa segregação. Cada tela tem largura de 1m e 3,7 m de comprimento e uma boca de saída de 38 cm, as três primeiras peneiras descarregam nas esteiras de transporte e o material fino cai no lado esquerdo da peneira.

Figura 11. instalação das esteiras.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 11, mostra a instalação das 3 esteiras transportadoras dos resíduos, essas esteiras têm 50 cm de largura e 12 m de comprimento que faz o transporte da saída da peneira até a uma distância de 12 m, para facilitar a retirada dos resíduos processados por uma pá carregadeira.

4.1.4 Início das operações

A figura 12, mostra a usina ambiental com todos os equipamentos já instalados.

Figura 12: Equipamentos da Usina



Fonte: Próprio autor (2018)

Na figura 12 ilustra os equipamentos de britagem e separação já instalados pronto para funcionamento, no dia 27 de dezembro de 2017 foi feito o teste dos equipamentos concretizando todos os ajustes necessários. Como a usina é de iniciativa privada e os sócios não requereram nenhum financiamento, a instalação e compra de todos os equipamentos estão sendo feitas de acordo com necessidade de demanda e poder de compra dos sócios.

A figura 13, mostra maquinas da usina ambiental que auxiliam os processos.

A figura 13: maquinas da usina.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 13 acima mostra o trator de esteira e uma pá carregadeira que auxiliam nos trabalhos operacionais da usina: em movimentação, transporte dos resíduos e trituração, conta também com 1 caminhão caçamba que transporta os resíduos orgânicos para o aterro sanitário e um caminhão poliguindaste que transporta os contêineres com os resíduos triados dentro do pátio da usina. Como o local de instalação da usina ainda não tem energia elétrica ao lado direito da figura mostra o gerador que a usina utiliza como fonte de energia para funcionamento dos equipamentos.

A usina começou a receber materiais no dia 02 de janeiro de 2018, um dos fatores que prejudicou a britagem dos resíduos foi às condições climáticas do período de inauguração que estava chovendo diariamente, para o britador triturar os resíduos necessita-se que os mesmos estejam, no máximo, um pouco úmidos. Como o local de armazenagem dos resíduos ainda não tem uma cobertura para proteger da chuva conforme figura 14 abaixo, os resíduos não estão sendo britados e peneirados pelo britador, estão sendo triados manualmente no momento de descarte, após a triagem superficial a pá carregadeira movimenta e separa mais uma vez os resíduos para uma nova triagem isso é repetido até a retirada de todos os materiais inertes e recicláveis que estão misturados.

Figura 14: Local de descarte dos resíduos a serem triados



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 14 acima mostra como o terreno de armazenamento dos resíduos está saturado pelas frequentes chuvas, dificultando o funcionamento do britador e a triagem dos catadores. Mostra também, como é grande diversidade de resíduos que é descarregada pelos contêineres na usina.

Após essa re-triagem passa o trator de esteira sobre os resíduos, fazendo a função de fragmentação dos resíduos, esse processo se repete até o controlador de triagem notar que os resíduos já estão bem fragmentados. Por enquanto a usina ainda não está vendendo os materiais que estão sendo processados somente os resíduos recicláveis como: aço, cobre, alumínio, papelão, plástico, entre outros.

A figura 15, mostra a triagem dos catadores após a passagem do trator de esteira.

Figura 15: triagem dos resíduos.



Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 15 representa o resultado após uma triagem e uma passada do trator de esteira sobre os resíduos, esse momento é feita uma nova triagem para retirada dos resíduos inertes e

recicláveis através dos catadores. Os resíduos atrás dos catadores já estão totalmente processados prontos para utilização como aterro.

A figura 16 mostra o volume de resíduos de madeiras na usina.

Figura 16: resíduos: madeira.



Fonte: Próprio autor (2018)

Boa parte do processo construtivo e estrutural das construções civil utiliza-se a madeira, a figura 16 acima mostra os resíduos de madeira triados dos contêineres que são descartados na usina. Esse volume de resíduos de madeira é derivado à maioria deles do fim do processo de utilização das formas de pilares, vigas e lajes na concretagem da obra. O grande problema desses resíduos para usina é que todas essas peças de compensados têm pregos ou parafusos fixados, com isso a sua reutilização em caldeiras de cerâmicas fica impossibilitada.

No momento não tem como quantificar na usina a quantidade de madeira que é descartada em meio à quantidade de resíduos que ela recebe, mais esse material é um grande problema para a sua reutilização devido o fato dos pregos nas peças. Os proprietários de cerâmicas até se interessam no material para servir de alimentador de caldeira, mais para isso precisa que seja feita toda a retirada de metais da madeira.

Como a retirada manual é praticamente uma situação inviável os proprietários adquiriram mais um equipamento para a usina, um picador de madeira que consegue triturar a madeira e possui uma correia magnética que faz a retirada de todos os materiais metálicos.

A figura 17 mostra a construção das condições físicas para os trabalhadores e visitantes da usina.

Figura 17: construção do refeitório, vestiários e escritório.



Fonte: Próprio autor (2018)

Ao lado direito da figura mostra a construção de 1 refeitório, 2 vestiários com banheiros e o escritório, essa estrutura irá atender os trabalhadores e visitantes da usina, favorecendo um melhor ambiente de trabalho.

Para atender o meio de divulgação e marketing da usina, por enquanto a mesma está utilizando divulgação em redes sociais: Facebook e Instagram, foi feito também um treinamento com os atendentes das empresas transportadoras de entulho para no momento em que tiverem contato com o seu cliente explicar de forma clara essa nova atividade socioeconômica, assim também como a justificativa do valor cobrado pela usina Ambiental de R\$ 75,00.

Para o transportador descartar o contêiner do seu cliente na usina a taxa já deve estar paga há 24hs, pois o sistema de retorno financeiro da usina só reconhece o pagamento após 24hs de pagamento, após essa quitação do boleto o sistema gera uma guia CTR- controle de transporte de resíduos. Essa guia possui três canhotos que é impressa pelo transportador, um dos canhotos é entregue na portaria da usina e o apontador assina e carimba os outros dois canhotos para o motorista, que vai ser entregue uma para a empresa transportadora e a outra encaminhada para o cliente gerador do resíduo.

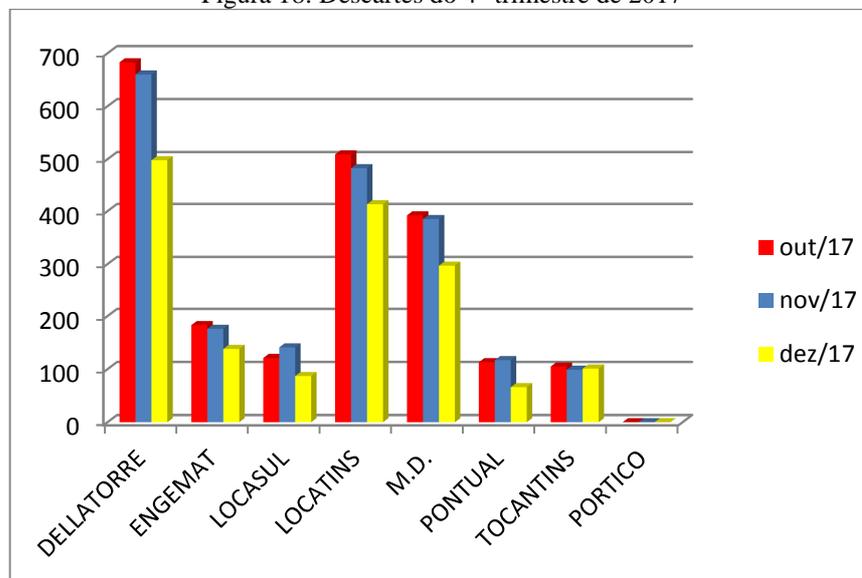
4.2 SITUAÇÃO DO MANEJO DOS RCC EM PALMAS-TO

Atualmente Palmas têm 10 empresas com licença de operação LMO expedida pela secretaria do meio ambiente do município, que tem autorização para transporte de resíduos sólidos através de contêiner. As empresas são:

- Dellatorre Locadora
- Engemat
- Locasul
- Locatins
- MD entulhos
- Pontual
- Tocantins entulhos
- Portico locações
- Locoel
- Locpalmas

Das 10 empresas licenciadas no município 07 fazem parte da associação ASTETER, antes do funcionamento da usina os associados licenciavam áreas degradadas ou de escavações para recuperação com os RCC, o processo de triagem era terceirizado para uma associação de catadores que fazia um processo bem superficial não tinha máquinas para auxílio na segregação e britagem. Foi disponibilizado pela associação os dados dos descartes de resíduos no último trimestre do ano de 2017 pelas empresas operantes na área licenciada da associação, conforme gráfico e tabela abaixo:

Figura 18: Descartes do 4º trimestre de 2017



Fonte: Associação ASTETER

Esse gráfico representa o último trimestre de 2017 dos descartes das empresas associadas na ASTETER, as colunas em vermelho representam o mês de outubro, em azul mês de novembro e de amarelo o mês de dezembro. O quadro abaixo mostra os valores de cada empresa por cada mês de descarte de contêiner na área da associação.

Tabela 04. Descarte 4º trimestre de 2017 ASTETER

4º TRIMESTRE ASTETER 2017			
EMPRESAS	OUT (contêiner)	NOV (contêiner)	DEZ (contêiner)
Dellatorre	683	660	498
Engemat	183	176	138
Locasul	121	141	87
Locatins	509	483	413
M.D.	392	385	297
Pontual	113	117	66
Tocantins Entulhos	105	99	101
Portico	0	0	0
TOTAL	2.106	2.061	1.600

Fonte: Próprio autor (2018)

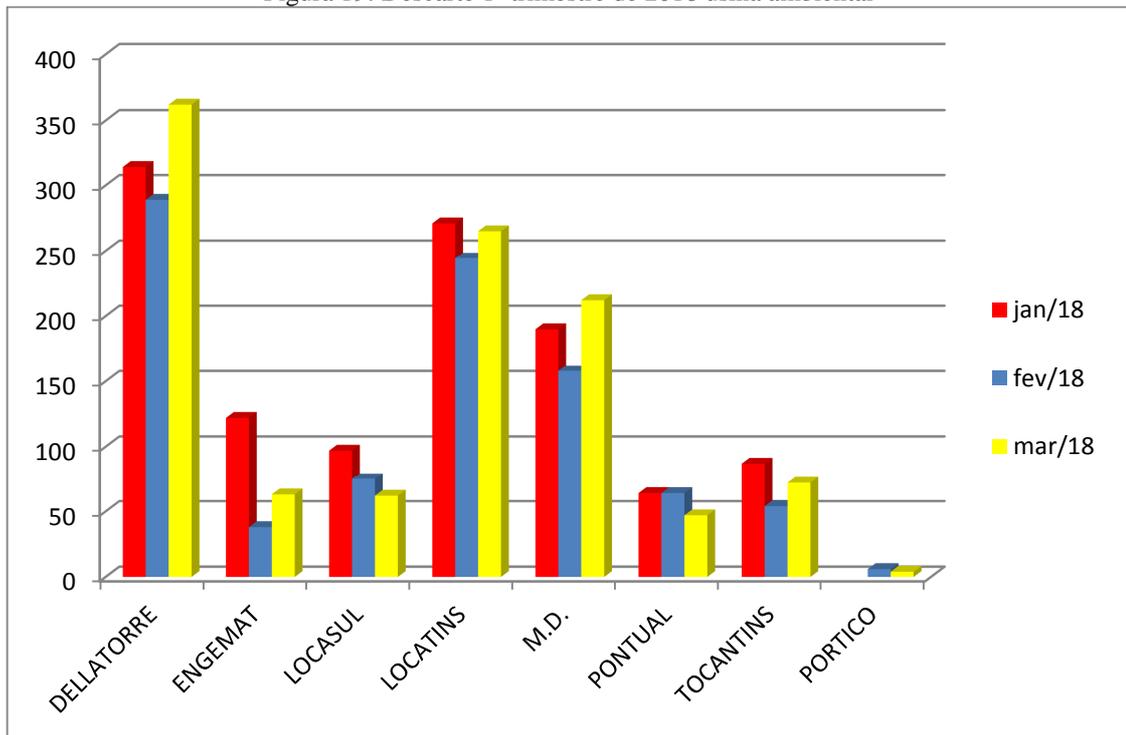
Os dados expostos acima quantificam a quantidade de contêiner que cada empresa descartou por mês na área da ASTETER, como os dados são em unidade de contêiner e os contêineres das empresas são tamanhos padrão de 5m³ cada, o mês de outubro foi descartado 10.530 m³, novembro 10.305 m³ e dezembro finalizando com 8.000 m³.

Fazendo uma média aritmética do total dos descartes nesse último trimestre apresentado pela associação, chegamos a uma média de 1.923 contêiner totalizando aproximadamente 9.612 m³ de resíduos.

4.3 GESTÃO DOS RCC NA USINA

Até o momento das 10 empresas que estão licenciadas somente 07 estão descartando os resíduos na usina, as demais ainda estão descartando em suas áreas licenciadas. As empresas utilizam contêiner com capacidade de 05m³ cada para o transporte dos resíduos. Atualmente a usina ainda não implantou balança para controle de peso de entrada do material, e utiliza-se da modalidade de volume para controle de entrada de acordo com capacidade de cada um.

Figura 19: Descarte 1º trimestre de 2018 usina ambiental



Fonte: Usina de RCC de Palmas

Esse gráfico representa o primeiro trimestre de funcionamento da usina ambiental de janeiro de 2018 a março do mesmo ano, as colunas em vermelho representam o mês de janeiro, em azul mês de fevereiro e de amarelo o mês de março.

A tabela 05, abaixo, mostra os valores de cada empresa por cada mês de descarte de contêiner na usina ambiental.

Tabela 05. Descarte 1º trimestre de 2018 usina ambiental

1º TRIMESTRE USINA AMBIENTAL 2018			
EMPRESAS	JAN (contêiner)	FEV (contêiner)	MAR (contêiner)
Dellatorre	314	289	362
Engemat	122	38	63
Locasul	97	75	62
Locatins	271	244	265
M.D.	190	158	212
Pontual	64	64	47
Tocantins Entulhos	87	54	72
Portico	0	6	4
Total	1.145	928	1.087

Fonte: Próprio autor (2018)

Os dados expressos na tabela acima representam unidade de contêiner, como os contêineres que são utilizados pelas empresas são padrão de 05 m³ cada, no primeiro mês de funcionamento da usina recebeu 1.145 contêiner com aproximadamente 5.725 m³, em fevereiro 928 contêineres totalizando 4.640 m³ e em março 1.087 contêineres totalizando 5.435 m³ de resíduos.

Com os dados levantados dos 03 primeiros meses de 2018 da usina, fazendo uma média aritmetica chega-se a uma media de 1.054 containeres totalizando aproximadamente 5.270 m³ de resíduos. Comparando essa média após o funcionamento da usina com a média antes da usina tem um déficit aproximadamente 82%, a maior justificativa para essa queda é a cobrança da taxa da usina para recebimento dos resíduos, a taxa de R\$ 75,00 cobrado pela usina é 57% do valor cobrado pelos transportadores que atualmente é de R\$ 130,00. Em conversa com alguns atendentes das empresas transportadoras a justificativa é sempre a mesma que os clientes acham isso um absurdo e diante de um país que a cada dia mais os impostos aumentam, preferem muitas vezes fazer o descarte ilegal em áreas baldias em seus próprios veículos.

5 CONCLUSÃO

Após a análise dos dados e acompanhamento da instalação da usina, foi observado que para a geração dos resíduos processados e comercializados no mercado a empresa ambiental tem muitas adaptações a serem implantadas. Em primeira mão necessita-se de uma balança de pesagem de veículos para quantificar os resíduos pelo peso, pois a quantificação na unidade de contêiner por 5 m³ fica muito impreciso, esse volume padrão é cubado pelo contêiner cheio até a borda, e foi notado várias situações em que os caminhões chegavam com contêiner com resíduos ultrapassando a borda. Sem dizer que os resíduos transportados quando são armazenados nos contêineres geram muitos vazios, sendo assim o método melhor seria o peso, que quantificaria até a quantidade de saída.

Como já foi mensurado e a empresa tem conhecimento da precisão de construção de um galpão para triagem do material antes da trituração, como sugestão para trabalhos futuros após a usina ter um tempo maior de funcionamento, acredita-se ser importante a troca do britador do modelo de mandíbula que foi adquirido pela empresa ter a boca de alimentação muito pequena, isso pode dificultar a logística de funcionamento, pelo fato de alguns resíduos recebidos na usina serem maiores a boca do alimentador, o aconselhável seria o britador de impacto.

Enfatiza-se que para o bom gerenciamento dos resíduos dos municípios as outras três empresas que não estão descartando na usina, precisam fazer o mesmo processo ou dar o destino para essa usina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BURGOYNE, Dan. **Construction & demolition (C&D) waste diversion in California**. Estados Unidos, Integrated Waste Management Board. Disponível em <<http://www.ciwmb.ca.gov/ConDemo/CaseStudies/DGSDiversion.pdf>> Acesso em 07 jul. 2017.

CARNEIRO, Alex P. et al. Características do entulho e do agregado reciclado. In: CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

CARNEIRO, A. P.; QUADROS, B. E. C.; OLIVEIRA, A. M. V; SAMPAIO, T. S.; ALBERTE, E. P. V.; COSTA, D. B. C. **Características do entulho e do agregado reciclado**. Projeto Entulho Bom - Cap. V. Salvador. EDUFBA/CEF. 2001.

CARNEIRO, A.P.; BRUM, I. A. S; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> Acesso em 10 out. 2017.

GADELHA, C. **Tópicos em saneamento e drenagem urbana**. João Pessoa. UFPB. 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas S.A. São Paulo, 1991. 160p.

GOTTFRIED, David. A blueprint for green building economics. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 20-21, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 05 de out de 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**: relatório de pesquisa. Brasília: 2012.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre. UFRS. 2005.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo. USP. 2000.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. In: Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos, 2000, São Paulo, SP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/fatos%20e%20números.htm>> Acesso em 12 out. 2017

JOHN, Vanderley M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: LLATAS, C.A. A model for quantifying construction waste in projects according to the European wast list. **Waste Management**, v.31, n.6, p. 1261-1276, 2011.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Londrina: CREA-PR, 2009.

KAMIKAWA, Miriam Yoshie et al. Potencial de reciclagem dos resíduos de construção e demolição. In: Encontro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura, 4º, 2003, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, 2003.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo. USP. 1999.

PINTO, T. P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas**: da ineficácia de um modelo de gestão sustentável. Salvador. UFBA. 2001.

MAQUIBRIT. **Especificação de equipamentos de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil**. Santana do Parnaíba - SP. 2010.

MERRILL, Lynn. Where the rubble meets the road. **Waste Age**, Estados Unidos, mai. 1997. Disponível em <http://wasteage.com/mag/waste_rubble_meets_road/> Acesso em 06 out. 2017.

NUNES, Kátia Regina Alves. **Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. 275 p.

McDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 13-16, set. 2003. Disponível em <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 02 out. 2017.

PALMAS, Prefeitura Municipal de. **Decreto nº 700**, de 15 de janeiro de 2014. Palmas: 2014.

LEVY, Salomon M. **Problemas gerados pelo entulho**. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos/problemas%20gerados/Artigo1%20salomon%20problemas%20entulho.pdf>> Acesso em 03 out. 2017.

SHAW, Jane S. **Recycling**. Disponível em <<http://www.econlib.org/library/Enc/Recycling.html>> Acesso em 06 out. 2017.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

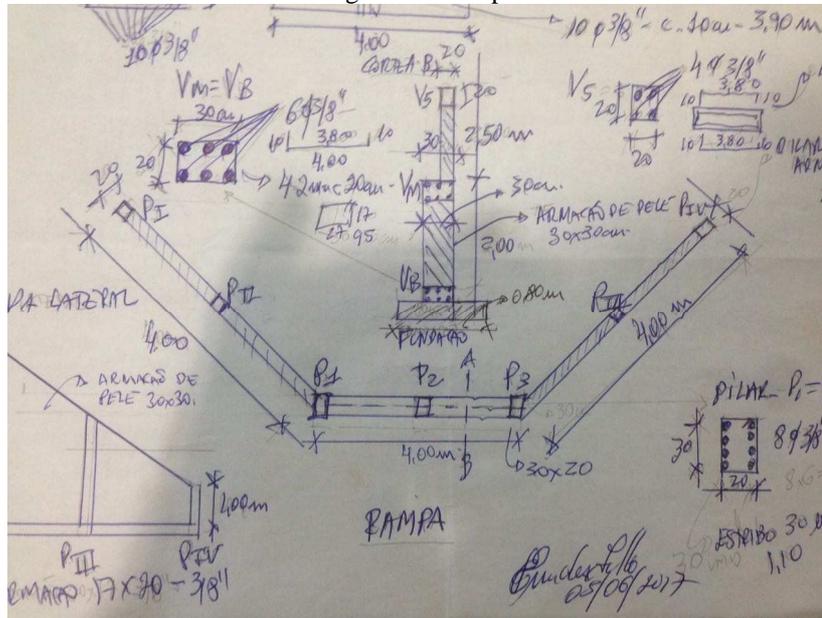
SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO TOCANTINS. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins**. Tocantins: 2017.

ZORDAN, Sérgio E. **Entulho da indústria da construção civil**. Disponível em <www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm> Acesso em 13 fev. 2017.

APÊNDICES

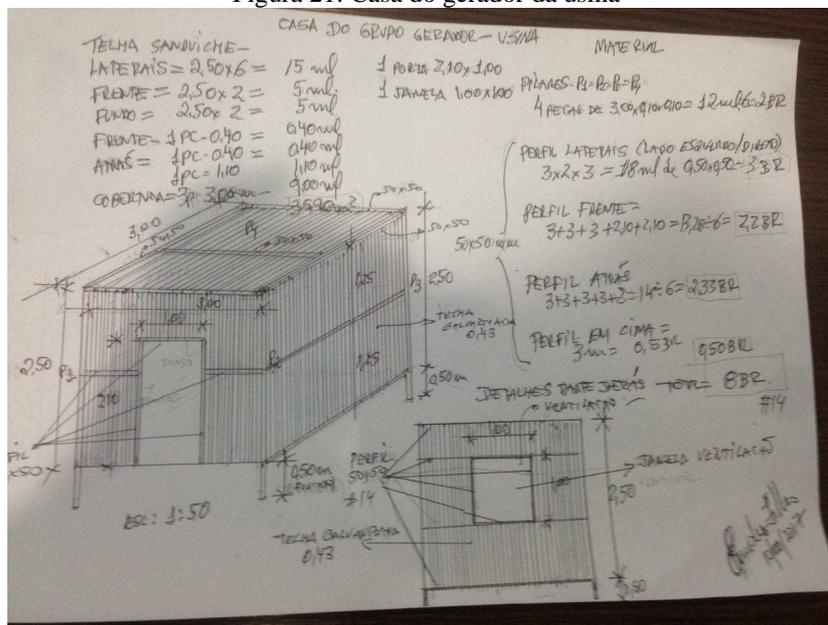
APÊNDICE A: Croqui de execução parte de montagem equipamentos

Figura 20: Rampa



Fonte: Usina de RCC de Palmas

Figura 21: Casa do gerador da usina



Fonte: Usina de RCC de Palmas

APÊNDICE B: Autorização para uso do nome e imagem da usina ambiental

**AUTORIZAÇÃO**

Pelo presente termo AUTORIZO expressamente e sem ônus o uso de imagem e nome, bem como dos depoimentos ou pesquisas realizadas, englobando toda produção científica, fotos, imagens e outros materiais relacionados que, por minha iniciativa, foram enviados e/ ou entregues ao acadêmico de engenharia civil do CEULP/ULBRA, Alexandre Ctistiano Braga Dellatorre.

Palmas 03 d maio de 2018.

Atenciosamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Roberto do Amaral', is written over a horizontal line. Below the line, the name 'MARIO ROBERTO DO AMARAL' is printed in capital letters.

Sócio Administrador