



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

Bruna Sônego Moreira

GESTÃO DE RCC (Resíduos de Construção Civil): Análise dos resíduos de uma usina de reciclagem como material alternativo para a produção de argamassa de revestimento em Palmas-TO.

Palmas-TO

2018

Bruna Sônego Moreira

GESTÃO DE RCC (Resíduos de Construção Civil): Análise dos resíduos de uma usina de reciclagem como material alternativo para a produção de argamassa de revestimento 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. Fernando Suarte Moreno Júnior

Palmas-TO

2018

Bruna Sônego Moreira

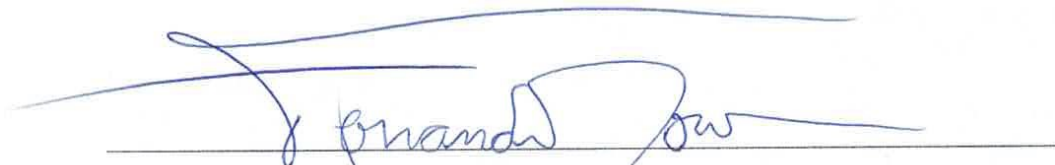
GESTÃO DE RCC (Resíduos de Construção Civil): Análise dos resíduos de uma usina de reciclagem como material alternativo para a produção de argamassa de revestimento em Palmas-TO.

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. Fernando Suarte Moreno Júnior

Aprovado em: 07/11/18

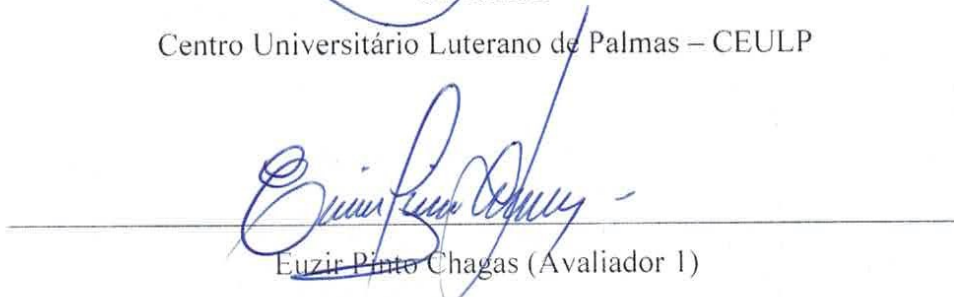
BANCA EXAMINADORA



Prof. Fernando Suarte Moreno Júnior

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Euzir Pinto Chagas (Avaliador 1)

CEULP/ULBRA



Tailla Alves Cabral Brito (Avaliador 2)

CEULP/ULBRA

Palmas-TO

2018

Dedico este trabalho à Deus que me guiou com a sua mão até a finalização deste projeto, ao meu pai José Carlos Moreira e minha mãe Eliana Aparecida Sônego Moreira, que dedicaram as suas vidas para a realização do meu sonho de me formar em Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, determinação, foco saúde e coragem para continuar. Agradeço aos meus pais por terem me incentivado e me apoiado o tempo todo, de todas as formas possíveis. Agradeço ao meu orientador, por sempre estar presente neste processo me dando o suporte necessário, por me passar um grande aprendizado e por ter me cobrado bons resultados. Agradeço aos meus parceiros e amigos do laboratório do CEULP/ULBRA por me auxiliarem nos experimentos realizados. Agradeço ainda aos meus amigos por me darem força, incentivo e não me deixarem desistir.

“Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é ter a garantia de colhermos um futuro fértil e consciente” – Sivaldo Filho

RESUMO

MOREIRA, Bruna Sônego. **Gestão de RCC (Resíduos de Construção Civil): Análise dos resíduos, a geração, uso e alternativas de redução, reutilização e reciclagem em Palmas-TO**. 2018. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho discute a gestão dos resíduos de construção civil (RCC), onde avaliou a qualidade de processo de uma usina de reciclagem em Palmas – TO, analisou a viabilidade de se reutilizar o material argamassa reciclado, feita com os rejeitos de entulho e salientou a importância da conscientização quanto à geração de resíduos, pois está relacionada com a diminuição de custos para obras, o cuidado com a sustentabilidade do meio ambiente ao qual vivemos e influencia na qualidade de vida. Tendo em vista que o método de reciclagem de RCC é um sistema recente e não possui 100% de eficácia na cidade de Palmas, foram relatadas na pesquisa sugestões de melhoria da gestão da obra, relacionado ao tema. Em seguida, foi realizada a pesquisa de campo, por meio de pesquisas, de levantamento de dados e acompanhamento nos locais definidos, em canteiros de obras de sistemas construtivos diferentes umas das outras e em uma usina de reciclagem situada na cidade, onde a mesma recebe grande volume de resíduo diário. Logo após foi realizada a pesquisa em laboratório, onde segundo referências, foram realizados ensaios de um material componente e indispensável na construção civil: a argamassa, onde foi verificada a viabilidade de sua utilização.

Palavras-chave: RCC. Sustentabilidade. Argamassa Reciclada

ABSTRACT

MOREIRA, Bruna Sônego. **Management of RCC (Civil Construction Waste): Waste analysis, generation, use and reduction, reuse and recycling alternatives in Palmas-TO.** 2018. 101 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2018.

The present work discusses the management of construction waste (RCC), where it evaluated the quality of the process of a recycling plant in Palmas - TO, analyzed the feasibility of reusing the recycled mortar material made with the debris tailings and pointed out the importance of awareness regarding the generation of waste, as it is related to the reduction of costs for works, care with the sustainability of the environment to which we live and influences on the quality of life. Considering that the RCC recycling method is a recent system and does not have a 100% effectiveness in the city of Palmas, suggestions on improving the management of the work related to the theme were reported in the research. Then, the field research was carried out, through surveys, data collection and monitoring in the defined places, in construction sites of different construction systems of each other and in a recycling plant located in the city, where it receives waste. Afterwards, the research was carried out in a laboratory, where according to references, tests were performed on a component and indispensable material in civil construction: mortar, where it was verified the viability of its use.

Keywords: RCC. Sustainability. Recycled mortar

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Gestão de Resíduos de Construção Civil.....	19
Figura 2 - Classificação dos Resíduos.....	20
Figura 3 - Características dos Resíduos.....	21
Figura 4 - Impactos Ambientais Negativos por conta da Construção Civil.....	25
Figura 5 - Resíduos de Construção Civil com destinação inadequada.....	27
Figura 6 - Resíduos gerados provenientes da construção civil.....	29
Figura 7 - Cores internacionais para destinação de resíduos.....	30
Figura 8 - Armazenamento de resíduos de construção civil em baias.....	30
Figura 9 - Armazenamento de resíduos de construção civil em tambores.....	30
Figura 10 - Armazenamento de resíduos de construção civil em caçambas.....	31
Figura 11 - Resíduos de diferentes classes (tijolos, sacos plásticos, papelão, gessos, etc.) misturados inadequadamente.....	32
Figura 12 - Destinação final de resíduos de construção civil de classe A.....	33
Figura 13 - Processo de triagem de RCC em usina de reciclagem.....	37
Figura 14 - Processo de britagem de materiais.....	38
Figura 15 - Separação manual realizada na esteira do britador.....	38
Figura 16 – Fases granulométricas de agregados reciclados processados em um britador.....	39
Figura 17 - Resíduo (RCC) antes do beneficiamento.....	51
Figura 18 - Resíduo (RCC) após beneficiamento.....	51
Figura 19 - Localização da usina de reciclagem em estudo via satélite.....	53
Figura 20 - Fluxograma de atividades.....	54
Figura 21 - Resíduo de madeira disposto em baía.....	59
Figura 22 - Materiais e resíduos espalhados em pavimentos.....	60
Figura 23 - Resíduos classe A e B misturados.....	61
Figura 24 - Caçambas com entulho do lado de fora.....	62
Figura 25 - Resíduos gerados provenientes da construção civil.....	63
Figura 26 - Treinamento realizado da equipe de obra.....	67
Figura 27 - Transporte de blocos cerâmicos com equipamento vertical.....	69
Figura 28 - Área de descarte dos resíduos na usina.....	71
Figura 29 - Amostras coletadas no local de descarte de RCC.....	73
Figura 30 - Descarga de entulho na usina.....	75

Figura 31 – Triagem de resíduo de construção civil	75
Figura 32 - Britador da usina de reciclagem de RCC de Palmas-To.....	76
Figura 33 - Mesa de triagem dos resíduos	76
Figura 34 - 3 fases granulométricas de resíduos de construção civil reciclados	77
Figura 35 - Amostra de cimento utilizado	78
Figura 36 - Amostra de Cal utilizada.....	78
Figura 37 - Amostra de agregado miúdo natural.....	79
Figura 38 - Amostra de agregado miúdo reciclado na usina	80
Figura 39 - Peneiras utilizadas para ensaio de granulometria	81
Figura 40 - Procedimento do ensaio de índice de consistência das argamassas na mesa “flow table”	84
Figura 41 - Procedimento do ensaio de índice de consistência	85
Figura 42 - CP submetido à compressão axial	87
Figura 43 - Mini-parede com aplicação de 4 traços de argamassa.....	88
Figura 44 - Mini-parede com pastilhas coladas antes de sofrerem ruptura com dinamômetro	89
Figura 45 - Diferentes modelos de rupturas da argamassa AR50%	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
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
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
CP	Cimento Portland

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perdas de materiais de construção.....	20
Quadro 2 - Exigências mecânicas e reológicas para argamassas	47
Quadro 3 - Avaliação da gestão das obras em relação à gestão de RCC	710
Quadro 4 - Medidas para planejamento de gestão de RCC em canteiro de obra	62
Quadro 5 - Teores de agregado reciclado nas argamassas	82
Quadro 6 - Resultados do índice de consistência e fator água/cimento das argamassas.....	83
Quadro 7 - Crescimento do fator A/C de acordo com o percentual de agregado reciclado	84
Quadro 8 - Resistência à tensão de ruptura pela compressão.....	85

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Junho/Julho-2018).....	68
Gráfico 2 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Julho/Agosto-2018).....	69
Gráfico 3 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Agosto/Setembro-2018).....	719
Gráfico 4 - Percentual de classes de resíduos.....	70
Gráfico 5 - Gráfico da composição granulométrica da areia natural.....	80
Gráfico 6 - Gráfico da composição granulométrica da areia reciclada	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição granulométrica da areia natural	80
Tabela 2 - Composição granulométrica da areia reciclada.....	82
Tabela 3 - Resultado resistência aderência à tração AR0%	83
Tabela 4 - Resultado resistência aderência à tração AR33%	83
Tabela 5 - Resultado resistência aderência à tração AR 50%	84
Tabela 6 - Resultado resistência aderência à tração AR100%	84

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 HIPÓTESES	17
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 JUSTIFICATIVA	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 DEFINIÇÃO DE RCC (RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL).....	19
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	20
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS	21
2.3.1 Classe I (Perigosos):	22
2.3.2 Classe II (Não Perigosos):	22
2.4 LEGISLAÇÕES E NORMAS.....	23
2.4.1 Nacional.....	23
2.4.2 Estadual.....	24
2.4.3 Municipal.....	24
2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
2.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM CANTEIROS DE OBRAS.....	28
2.7 REDUÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE RCC	34
2.8 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E SEUS BENEFÍCIOS.....	35
2.9 O BENEFICIAMENTO DO RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM	36
2.9.1 Triagem dos materiais recicláveis e remoção de material contaminante.....	37
2.9.2 Britagem dos resíduos separadamente por categorias.....	37
2.9.3 Direcionamento dos agregados reciclados.....	38
2.10 AS VANTAGENS DA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS	40
2.11 AGREGADOS RECICLADOS	40
2.12 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	42
2.12.1 Tipos de Argamassas.....	43
2.12.1.1 Aglomerante utilizado	43
2.12.1.2 Camadas da argamassa	44
2.12.1.3 Constituintes da argamassa	45
2.12.2 Propriedades das argamassas de revestimento	46

2.12.2.1 Propriedades no estado fresco	46
2.12.2.2 Propriedades no estado endurecido	47
2.12.3 Argamassa reciclada	50
3. METODOLOGIA.....	52
3.1 OBJETO DE ESTUDO	53
3.2 ETAPAS DO TRABALHO	54
3.2.1 Análise do Sistema de Gestão de Resíduos (RCC) de cinco obras.....	54
3.2.2 Verificação e avaliação do processamento de RCC em uma usina de reciclagem, se atende as normativas	55
a) Volume de entulho produzido em um período de três meses.....	55
b) Classificação do RCC.....	55
c) Processo de reciclagem do RCC	56
3.2.3 Estudo de produção de argamassa para revestimento com utilização de resíduo reciclado.....	56
3.2.3.1 Ensaio de Granulometria	56
3.2.3.2 Ensaio de índice de consistência da argamassa	56
3.2.3.3 Ensaio de resistência à compressão da argamassa	56
3.2.3.4 Ensaio de resistência de aderência à tração da argamassa.....	57
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	57
3.4 ESTUDO DAS VARIÁVEIS	57
3.1.1. Variáveis qualitativas:	57
3.1.2. Variáveis quantitativas:.....	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
4.1 ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE 5 OBRAS	58
4.1.1 Obras verificadas.....	58
a) Modelo de obra.....	58
b) RCC no canteiro de obra	58
4.1.2 Planejamento da gestão.....	64
4.1.3 Implantação do sistema.....	65
4.1.4 Treinamento dos colaboradores	66
4.1.5 Organização do canteiro de obra	68
4.1.6 Monitoramento	70
4.2 PROCESSAMENTO DE RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM	70
4.2.1 Usina de reciclagem	70

4.2.2 Volume do entulho produzido	70
4.2.3 Classificação do RCC	73
4.2.4 Processo de reciclagem.....	74
4.3 ESTUDO DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO COM UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO RECICLADO	77
4.3.1 Caracterização dos materiais	77
a) Cimento	77
b) Cal	78
c) Água	78
d) Agregado miúdo (Areia Natural)	79
e) Agregado miúdo (Areia Reciclada).....	79
4.3.2 Ensaio de Granulometria.....	80
a) Resultado da composição granulométrica da areia natural	81
b) Resultado da composição granulométrica da areia reciclada.....	82
4.3.3 Ensaio de Índice de Consistência	84
4.3.4 Ensaio de Resistência à compressão axial	86
a) Moldagem dos corpos de prova.....	86
b) Ensaio de compressão	86
4.3.5 Ensaio de Resistência de Aderência à Tração.....	87
5 CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICES	100

1. INTRODUÇÃO

A construção civil tem grande importância para o desenvolvimento econômico, porém, da forma como hoje é conduzida, apresenta-se como grande geradora de resíduos sólidos na área urbana, onde ocorre o desperdício de materiais e má segregação de resíduos nesse ambiente. No Brasil, boa parte dos processos construtivos é geralmente manual e sua execução se dá praticamente no canteiro de obras, deste modo os RCC (Resíduos de Construção Civil) ou RCD (Resíduos de Construção e Demolição), além de deteriorar o meio ambiente, ocasionam problemas logísticos e prejuízos financeiros.

O aumento da utilização de materiais da construção civil resultam em impactos negativos ao meio ambiente. Como exemplo, o alto consumo de matéria prima, que provoca o desgaste dos recursos naturais brutos, podendo comprometer gerações futuras.

Diante desta problemática de elevada geração de resíduos, a resolução nº 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabelece a necessidade das empresas geradoras de realizarem a implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, através do correto gerenciamento e por meio de alternativas de reutilização dos mesmos. A partir deste plano, o gerador fica responsável pelo acondicionamento desses resíduos e a disposição final adequada, reduzindo desta forma a destinação clandestina já que o gerador terá que prestar contas no final da obra.

Baseado neste tema, o objetivo da pesquisa é de verificar o gerenciamento de RCC em algumas obras, estudar a viabilidade de reciclagem e uso do rejeito coletado de uma usina para utilização em argamassas de revestimento e apresentar o processo realizado em uma usina de reciclagem de RCC, situada na cidade de Palmas- TO.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Partindo do conceito de grande geração de resíduos na construção civil, como seria possível integrar métodos de reaproveitamento, reciclagem e racionalização construtiva para minimizar os resíduos nos locais de descarte?

1.2 HIPÓTESES

- A implantação do programa de gerenciamento nas empresas construtoras geradoras dos resíduos não é viável;
- Poderão ser reutilizados parte dos resíduos de acordo com a classificação;
- Os resíduos das obras e da usina em estudo podem ser utilizados para reaproveitamento e/ou reciclagem;
- Os resíduos da usina de reciclagem podem ser utilizados para a produção de argamassa de revestimento.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Estudar o gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos de canteiro de obra, desde a sua geração, até a sua destinação final, redução de desperdício, reaproveitamento e reciclagem de RCC.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Relatar o gerenciamento dos resíduos de construção civil de cinco empreendimentos construtivos da cidade de Palmas-TO e ressaltar a importância da racionalização para diminuir a geração de resíduos;
- Realizar estudo experimental da viabilidade técnica da utilização do resíduo proveniente da construção civil como material alternativo para a produção de argamassa de revestimento de alvenarias;
- Verificar o processamento de RCC em uma usina e avaliar as condições de utilização do material para a construção civil, conforme às normativas, em Palmas-TO;

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo a resolução nº 307 do CONAMA (2002), todos os municípios brasileiros são obrigados a terem o seu Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil. Devido à impactos ambientais negativos e à dificuldade de área para descarte desses materiais, surge a importância de uma alternativa que possa resolver de forma sustentável esse problema.

A autora deste projeto de pesquisa apresentou, através de estudos, a forma de gerenciamento realizado em algumas obras, o processamento de resíduos em uma usina de reciclagem e a sua importância e a viabilidade de utilização de agregado miúdo reciclado como alternativa para a produção de argamassa de revestimento para a construção civil em geral.

Segundo Torres (2016), o que para muitos é considerado lixo, nas usinas de reciclagem, o entulho é considerado matéria-prima. As usinas de reciclagem são uma boa saída para a destinação correta dos resíduos de construção civil, pois ocorre a reutilização dos produtos na própria obra, onde se tem uma menor distância de transporte e a diminuição dos custos das obras, com a vantagem econômica e ambiental.

Na medida em que se verificam os graves impactos ambientais causados pela retirada de materiais brutos e pela disposição de 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 culturalmente estabelecidas (LIMBACHIYA, 2003).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

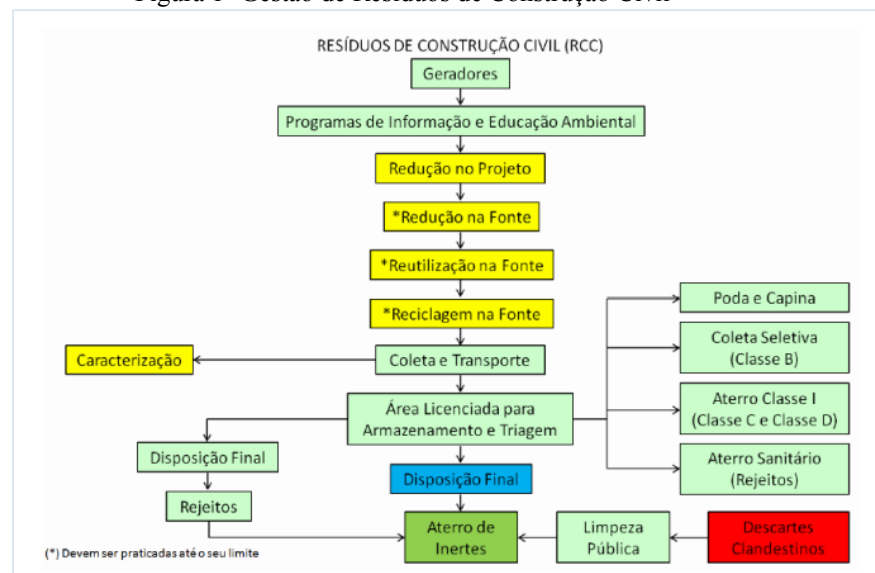
2.1 DEFINIÇÃO DE RCC (RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL)

Também conhecidos como RCD (Resíduos de Construção e Demolição) e ainda como entulho de obra, RCC, são os resíduos da construção civil.

Os resíduos da construção civil são aqueles oriundos de construções em geral, reformas, demolições, escavações, tais como: bloco cerâmico, bloco estrutural, cimento, papel, cola, óleos, metal, tinta, madeira, gesso, telha, vidro, plástico, pavimento, sacos, tubulações corrugadas, fiação elétrica, entre outros (CONAMA, 2002).

Conforme Scalone (2013), para que haja uma gestão eficiente de resíduos (ver figura 1), é necessário que já seja planejado a utilização de métodos e/ou materiais focados na redução dos mesmos ainda na fase de projeto do empreendimento. É essencial que seja cobrado ao máximo a redução, reutilização e reciclagem no próprio canteiro de obra, mas caso não haja a possibilidade, o ideal é que os resíduos sejam transportados até um local licenciado, onde ocorrerá a triagem dos materiais, que posteriormente terão sua destinação final adequada.

Figura 1- Gestão de Resíduos de Construção Civil



Fonte: MARTINS (2012, P. 49)

Segundo Caran (2012), hoje em dia a mão de obra está mais qualificada, a administração também, estamos utilizando materiais mais baratos, que duram mais, então a forma de gerenciamento do produto muda, impactando na vida útil do produto e na gestão ambiental, hoje a discussão é muito maior no quesito “destino” do lixo que geramos.

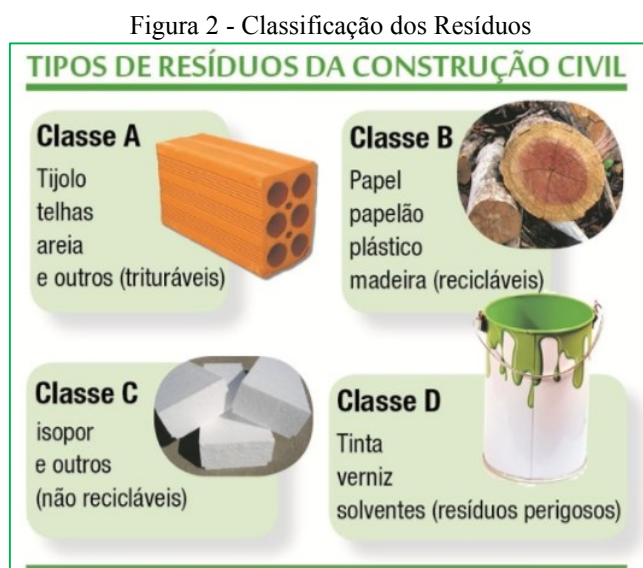
Segundo GLEYSSON, 2015:

“O setor de Resíduos Sólidos da Construção Civil se depara com o grande desafio de conciliar sua atividade produtiva e lucrativa com o desenvolvimento sustentável consciente. Os RCC devem ter um gerenciamento adequado para evitar que sejam abandonados e se acumulem em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados. “

No ramo da engenharia, o campo que mais se sobressai é o da construção civil, esse setor é o que gera maior economia dentre todas as áreas, porém ela é responsável por um grande desperdício de resíduos, gerados pelo grande consumo de materiais, desde locação do empreendimento e até geração de resíduos (materiais de obra), fazendo com que a mesma contribua com a degradação ambiental, devido à falta de gestão dos recursos naturais (LIMA et al, 2008).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Conforme a resolução nº 307 da CONAMA (2002), são apresentadas as 4 classes de Resíduos: classe A, B, C e D. Conforme ilustra a figura 2:



Fonte: Resíduo All

- Classe A: Resíduos recicláveis e reutilizáveis em área de construção, demolição, reformas e reparos de edificações, pavimentação e raspagem de ruas, de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, além de: tijolos, blocos,

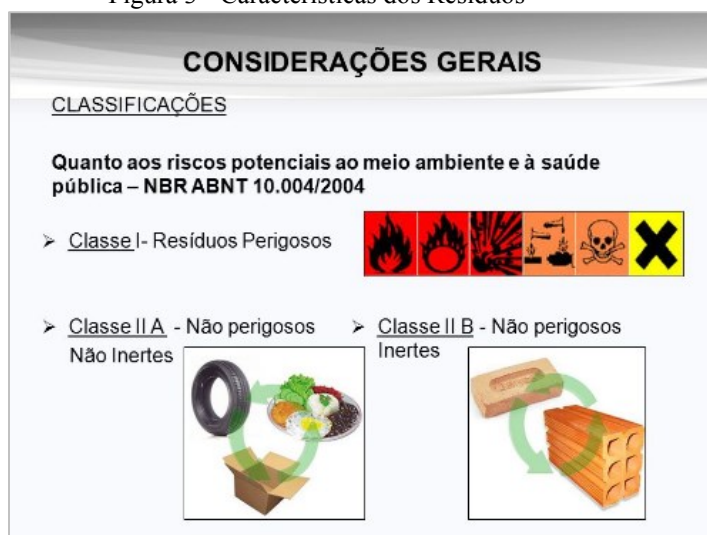
telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto e provenientes da fabricação de pré-moldados.

- Classe B: Resíduos recicláveis para outra destinação final, formados por: plásticos, papéis, papelão, metais, vidros e madeiras em geral, incluindo gesso (que há pouco era considerado da classe C, por não existir até então, método de reaproveitamento do material).
- Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para recuperação ou reciclagem, como exemplo: EPS (isopor).
- Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo da construção, como: tintas, solventes, óleos, amianto, produtos de demolições, reformas e reparos em clínicas radiológicas, instalações industriais e outras.

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS

Para todos os tipos de resíduos existe uma classificação (ver figura 3) quanto ao nível de periculosidade, sabendo disso, deve-se ser realizada uma separação adequada conforme normativas.

Figura 3 - Características dos Resíduos



Fonte: www.slideplayer.com.br

Resíduos sólidos e semissólidos, de acordo com a NBR 10.004/2004, são resultantes de atividades da população com origem: doméstica, industrial, 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):

2.3.1 Classe I (Perigosos):

São os resíduos que apresentam ameaças à saúde da população e ao meio ambiente, quando dispostos de forma indevida, com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, como exemplos: tintas, solventes, vernizes, entre outros.

2.3.2 Classe II (Não Perigosos):

- Classe II-A: Não Inertes

São os resíduos que não estão enquadrados nas características dos resíduos de classe I (perigosos) e classe II-B (inertes), como por exemplo, os resíduos orgânicos, plásticos e garrafas PET.

- Classe II-B: Inertes

São os resíduos que não oferecem risco ao meio ambiente e ao ser humano, como por exemplo, areia, ferro, pedra, sucatas de ferro, madeiras, isopor, vidros, borrachas entre outros minerais e minérios.

O quadro 1, mostra as perdas medianas de alguns materiais utilizados na construção civil, relatados por diversos pesquisadores.

Quadro 1. 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.

2.4 LEGISLAÇÕES E NORMAS

No que se refere à construção civil, existem leis, no domínio federal, estadual e municipal, em que o poder público se manifesta em prol do meio ambiente, garantindo a preservação dos resíduos naturais para as futuras gerações. Esse direito é constado no art. 225 da Constituição Federal (2017): “Art. 225. Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Segundo a resolução nº 307 do CONAMA (2002), é feita a consideração que a gestão de resíduos da construção civil tem o dever de proporcionar benefícios de caráter social, econômico e ambiental. Onde deve-se estabelecer critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2010).

Outra resolução do CONAMA (2001) que se destaca é a de nº 275 publicada em 25 de abril de 2001, ao qual estabelece um código de cores para diferentes tipos de resíduos, onde devem ser informadas na identificação dos coletores e transportadores para a realização da coleta seletiva.

2.4.1 Nacional

- NBR 8.419/1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 10.007/2004 – Amostragem de resíduos sólidos;
- NBR 15.112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 12.235/1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 13463/1997 – Coleta de resíduos sólidos;
- Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências;
- Lei nº 7.347 de 24 de julho de 1985: Dispõe sobre Ação Civil Pública de Responsabilidade por danos ao Meio Ambiente e outros;

- Lei nº 7.735 de 22 de fevereiro de 1989: Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências;
- Lei Nacional nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010): Dispõe sobre a ordem de prioridade para a gestão dos resíduos, que deixa de ser voluntária e passa a ser obrigatória: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

2.4.2 Estadual

- PERS- TO/2014 - Política Nacional dos Resíduos Sólidos do Estado do Tocantins- Estabelece que todos os cidadãos e cidadãs são responsáveis pelos resíduos sólidos gerados. Torna-se muito importante a manutenção do diálogo permanente entre os diversos segmentos sociais, para que desta forma, se obtenha resultados positivos para esta tarefa coletiva e conseqüentemente, as responsabilidades sejam de fato compartilhadas por todos.

2.4.3 Municipal

- PMSB- Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas/TO;
- PGRCC – Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil;
- PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos;
- Lei Municipal nº 1597: Implantação e operação do Sistema de Gestão para Redução da Disposição Final de Futuros Resíduos Sólidos Domiciliares, na forma que especifica no Município de Palmas/TO.

2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os RCC 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.

A natureza é a única fonte de recursos naturais que possuímos para nossa sobrevivência e a destruição do meio ambiente provocada pelo ser humano (ver figura 4) retarda e prejudica gravemente o processo de desenvolvimento social e econômico. Isso ocorre pela falta de

políticas de conscientização da população, pela falta de programas alternativos na exploração e decomposição de lixos ou resíduos provenientes de seus recursos naturais. (RODRIGUES, et al, 2008).

Os recursos naturais do planeta vêm sendo explorados em uma velocidade no qual não acompanha o ritmo de renovação dos mesmos, ou seja, a demanda está superando a oferta, conforme FIORILLO (2005) *apud* OLIVEIRA (2010), ressaltando que:

“Sabendo-se que os recursos naturais não são inesgotáveis, é inadmissível que as atividades econômicas desenvolvam-se alheias a isso. Por isso a busca por equilíbrio entre a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico, de modo que um não anule o outro”.

Figura 4 - Impactos Ambientais Negativos por conta da Construção Civil



Fonte: www.vidaverdeja.blogspot.com (2011)

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- Resíduos da Construção e Demolição 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.

A construção civil é o setor que mais explora os recursos naturais em excesso gerando uma parcela significativa de impactos negativos ao meio ambiente, conforme ilustra a figura 5, onde os RCC estão sendo descartados inadequadamente em terreno baldio, próximo de residências unifamiliar. A geração de resíduos sólidos interfere nos meios físico, biótico e antrópico do local da construção, tudo isso devido falta de organização de canteiro, falta de gestão de qualidade implantada na obra e falta de gerenciamento adequado (CARDOSO, *et al.*, 2005).

Figura 5 - Resíduos de Construção Civil com destinação inadequada



Fonte: www.portaldacidadeparanavai.com.br

Acessado em: 09 de Março de 2018

Segundo Kawa (2015), existem recursos que não podem mais ser restaurados, após serem esgotados, pois a natureza os gerou e o homem não pode reproduzi-los no mundo mais. Sua exploração caminha para a extinção das reservas naturais, onde cada vez mais caminha para perto do limite definido de natureza econômica, técnico-científica, político-cultural, existencial-ambiental e ecológica. Esses limites têm uma dimensão mundial onde deve se estabelecer o crescimento de consumo em função da capacidade que o planeta tem de renovar os seus recursos naturais de forma sustentável.

Para Pinto (2001), os RCC formam um problema para as municipalidades de todo o mundo, em muitos casos está comprovando 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”.

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 tem 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 (PINTO, 2001).

Faz-se necessária a conscientização para um desenvolvimento mais sustentável, onde seja capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, ou seja, não esgotando os recursos para o futuro.

2.6 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM CANTEIROS DE OBRAS

Segundo o Green Building Concil Brasil, a construção civil é a responsável por aproximadamente 30% dos gases lançados na atmosfera, e dos resíduos sólidos depositados em terrenos urbanos, os RCC representam mais de 50%.

Os resíduos gerados decorrentes das atividades da construção civil podem comprometer o meio ambiente em duas etapas: na geração e na disposição final. No canteiro da obra, a poluição ocorre, principalmente, devido ao mal gerenciamento dos resíduos (ARAUJO, 2002).

O mal gerenciamento dos resíduos, resulta em deposição dos mesmos em locais inadequados, oriundos principalmente de obras e reformas informais ou local de descarte de empresas de coleta de resíduos não regularizados.

O profissional de construção civil deve se preocupar desde a etapa da concepção do projeto com o gerenciamento de resíduos, pois é de responsabilidade do responsável da construção dar o destino correto aos resíduos para que eles não comprometam o tráfego de pedestres e veículos, entupimento de drenagem urbana ou até provocarem foco de multiplicação de vetores de doenças a saúde. A elaboração de um plano sobre aquilo que será feito com o material a ser descartado durante a obra é parte indispensável.

A geração dos resíduos sólidos oriundos da construção civil vem sendo frequentemente discutido por relatar tamanha perda no processo construtivo e por derivar em impactos nas áreas urbanas. Pesquisas apontam perdas significativas de materiais como tijolo, cimento, cal, areia, concreto, argamassa, ferro, componentes de vedação e madeira, (PINTO, 2000).

A cada dia de produção de serviço de construção civil, são gerados milhares de quilos de resíduos do canteiro de obra, como mostra a figura 6; desta forma, qualquer construção de grande metragem acarreta na remoção de várias caçambas de entulho.

Figura 6 - Resíduos gerados provenientes da construção civil



Fonte: Autora (2018)

Este fator se torna mais grave, porque o gerenciamento dos entulhos na maioria das cidades do País está sendo realizado de maneira errada em vários quesitos: a separação em canteiro de obra, o armazenamento nas caçambas, o transporte e a destinação dos materiais. Esses quesitos devem ser realizados corretamente para que a destinação dos RCC seja eficiente e viável. Um estudo prévio para a gestão da geração destes resíduos é uma ferramenta importante para controle do desperdício.

Já no processo de reciclagem dos resíduos de construção civil, há etapas que devem ser obedecidas, de modo à contribuir com o processo em questão. O armazenamento dos resíduos deve ser realizado da seguinte forma: separado de acordo com as características e classes dos mesmos, de acordo com o tipo, a dimensão e a qualidade do material, para isso existe uma cor destinada para cada tipo de material.

Segundo Scalone (2013), os resíduos em canteiro de obra podem ser acondicionados em diferentes tipos de recipientes, tais como bombonas, bags, baias, tambores, caçambas, etc. Como ilustram as figuras 7, 8, 9 e 10.

Figura 7 - Cores internacionais para destinação de resíduos



www.reciclagemnomeioambiente.com.br

Figura 8 - Armazenamento de resíduos de construção civil em baias



Fonte: www.engenhafrank.blogspot.com.br

Figura 9 - Armazenamento de resíduos de construção civil em tambores



Fonte: CASTRO (2012, p. 40)

Figura 10 - Armazenamento de resíduos de construção civil em caçambas



Fonte: www.engenhafrank.blogspot.com.br

De acordo com Karpinsky (2009), as possíveis justificativas para desperdícios e perdas na indústria da construção civil, ocorrem devido às 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 desnecessária (exemplo: um ajudante faz viagens distantes com materiais – argamassa, contrapiso - onde pelo caminho vai deixando parte do material cair ao chão, devido à longa distância, ao invés de se ter planejado uma masseira próxima ao local da execução do serviço), por meio dos funcionários, geralmente gerada em frentes de serviços mais distantes com difícil acesso, por isso o almoxarifado, o depósito de materiais e a central de massa e concreto (betoneira) devem se localizar em um ponto estratégico, no qual não seja muito distante do ambiente de serviço. Deve-se ainda investir em meios de transporte de materiais de boa qualidade, tais como gaiolas, carrinhos de mão, elevadores cremalheira, entre outros, em que o manejo seja consideravelmente mais rápido, agilizando e facilitando o transporte.

- Processamento: ocasionada pela falta de mão de obra qualificada, que não obedecem os processos normatizados na execução de cada etapa. Onde cada serviço possui um método correto para sua execução, normalmente definido por cada empresa, mas no geral é padronizado por normas.
- 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 prejudicar até outros materiais.
- Mistura inadequada de resíduos de diferentes classes: materiais, cujas classes diferentes que são misturados em canteiro de obra (ver figura 11), fazendo com que percam a capacidade de reciclagem por conta do processo de separação se tornar mais dificultoso.

Figura 11 - Resíduos de diferentes classes (tijolos, sacos plásticos, papelão, gessos, etc.) misturados inadequadamente



Fonte: Autora (2018)

Nesse sentido, Latas (2011) relata 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.

Segundo Careli (2016), obras residenciais e/ou comerciais que utilizam os processos construtivos convencionais (estrutura de concreto armado associada a vedações em alvenaria com blocos de concreto ou cerâmicos), geram em torno de 0,10 e 0,15 m³ de Resíduos da Construção Civil - RCC para cada m² de área construída. Alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicos são considerados em 50% desse volume, 30% está a madeira; 10% o gesso; 7% o

papel, plástico e metais; e 3% são constituídos de resíduos perigosos e outros resíduos não recicláveis, inclusive rejeitos.

Para cada tipo de resíduo existe uma destinação correta e eficaz, sendo obedecidos cuidados específicos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307 (2002), os resíduos da construção civil deverão ser destinados (figura 12) da seguinte forma:

- Classe A - Destinação: 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 - Destinação: Reutilização, reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos a permitir sua utilização futura;
- Classe C - Destinação: Tanto o armazenamento, transporte e destinação final devem ser conforme as normas técnicas específicas;
- Classe D - Destinação: Tanto o armazenamento, transporte, reutilização e destinação final devem ser conforme as normas técnicas.

Figura 12 - Destinação final de resíduos de construção civil de classe A



Fonte: Serviços S2 (2014)

Conforme a resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) número 307 de 2002 são estabelecidos os procedimentos necessários para a gestão dos resíduos da construção civil. O órgão define que as empresas do setor não enquadradas na legislação como objeto de licenciamento ambiental apresentem os Planos de Gerenciamento de Resíduos

(PGRS) ao lado do projeto do empreendimento para análise pela autoridade competente do poder público municipal.

O gestor da obra deve ficar atento também ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil da sua cidade, pois o PGRS deve estar em conformidade com ele.

2.7 REDUÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE RCC

Uns dos setores que mais gera postos de trabalho e riquezas ao país é a construção civil. No entanto, apesar do setor ser de suma importância é, também, umas das principais geradoras de resíduos sólidos e a falta da utilização de políticas de desenvolvimento sustentável tem onerado os custos das obras, devido ao enorme desperdício de matéria prima (VGRESIDUOS, 2018).

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).

Segundo Toranzo (2016), a reciclagem de resíduos da construção civil não é uma tarefa fácil, pois ela exige o planejamento e a capacidade de se realizar por parte principalmente dos funcionários e profissionais envolvidos. Porém, essa preocupação não é mais uma questão de escolha, pois a resolução de nº 307 do CONAMA(2002) designa a obrigatoriedade de apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGRS).

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 intactos, 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:

- Retirada de materiais que podem ser diretamente aplicados em novos projetos;

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

Algumas edificações já estão sendo projetadas com métodos que facilitam uma suposta desmontagem, para atender o conceito de sustentabilidade na indústria da construção civil, com esses projetos o índice de reaproveitamento de materiais.

É importante que toda a equipe de obra trabalhe de forma consciente acerca da reciclagem e reutilização dos materiais, para que se tenha a garantia de maior eficiência no aproveitamento de determinados materiais. A separação de madeira, metais, alvenaria e demais facilita esse processo, destinando os resíduos ao local mais adequado para que sejam reaproveitados e/ou reciclados. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2015).

2.8 A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E SEUS BENEFÍCIOS

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”.

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 sustentáveis. 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).

2.9 O BENEFICIAMENTO DO RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM

Conforme o Conama (2002), 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” (PGRCC, 2014).

As usinas de reciclagem são localizadas em ambientes 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.

A usina de reciclagem é a melhor saída, para os projetos dos municipais de gestão dos RCC, 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.

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, na sequência é feita 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, magnéticos para tirar 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 Triagem dos materiais recicláveis e remoção de material contaminante

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 ao chegar o material, onde 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 pelo processo de triagem, conforme ilustra a figura 13, é feita uma inspeção para a remoção de contaminantes como ferragens e impurezas inapropriadas que estão presentes neles.

Figura 13 - Processo de triagem de RCC em usina de reciclagem



Fonte: www.meioambiente.ufm.br

2.9.2 Britagem dos resíduos separadamente por categorias

Seguido do processo de triagem, os RCC separados de acordo com as condições (classe e característica), são transportados para o britador (ver figura 14) e são britados, passam por esteiras para o processo de separação dos resíduos conforme ilustra a figura 15, onde é realizado manualmente, de forma mais rigorosa possível, retirando o material que ainda não é proveniente para reciclagem.

Figura 14 - Processo de britagem de materiais



Fonte: www.constructapp.com.br

Esse processo de britagem e peneiramento pode ser repetido caso seja necessárias outras dimensões de granulometria, chegando ao resultado final do agregado reciclado (NUNES, 2004).

Figura 15 - Separação manual realizada na esteira do britador

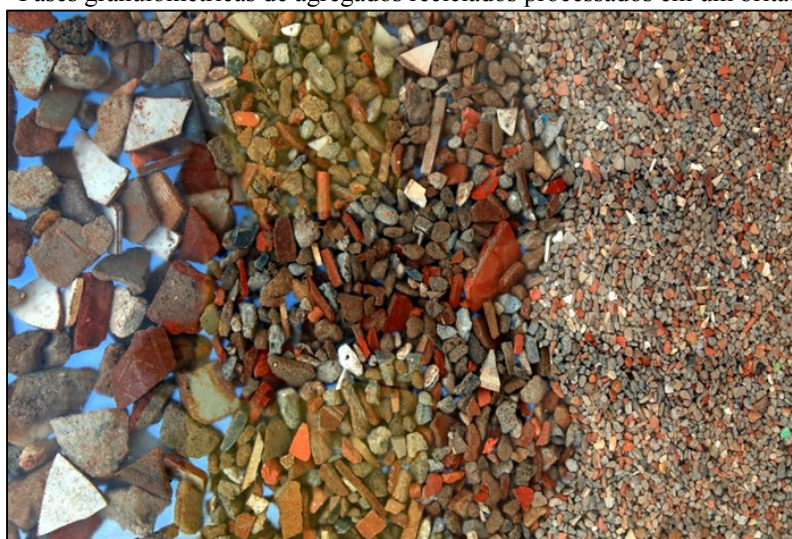


Fonte: www.constructapp.com.br

2.9.3 Direcionamento dos agregados reciclados

Logo após o material é passado por 3 peneiras, cada uma com uma granulometria diferente, onde o resultado é uma matéria-prima reciclada, com condições tão boas quanto de um material natural proveniente da natureza. Lógico que sua capacidade de resistência não se compara ao material natural, porém, para finalidades não estruturais, atendem à demanda da construção civil.

Figura 16 – Fases granulométricas de agregados reciclados processados em um britador



Fonte: Burim (2018)

Exemplo de agregado é a areia reciclada, onde ela pode ser utilizada para a fabricação de massa para contrapiso, argamassa de revestimento, argamassa de assentamento de tijolos de vedação, massa para chumbamento de tubulação de esgoto, entre outros. A brita reciclada também, pode ser utilizada para a fabricação de concreto não estrutural e drenagem (CARAMALAC, 2012).

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.

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).

2.10 AS VANTAGENS DA RECICLAGEM DOS RESÍDUOS

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.

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 os 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 transporte dos produtos (ÂNGULO; JOHN, 2001).

2.11 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 & 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 pôr 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 no quadro 1.

Quadro 1. 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. Influencia na dosagem do concreto (para um traço unitário, em que o volume do concreto reciclado equivale ao concreto convencional, deverá ser 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 princípio 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”.

2.12 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013), argamassa para revestimento é “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, podendo conter ou não aditivos ou adições, com função de aderência e endurecimento em sua propriedade” (OLIVEIRA, 2015).

O aglomerante misturado com água é chamado de pasta, onde por si só, não é utilizada devido a fatores econômicos e ao efeito indesejado da retração. Conforme Hanay (1992) ao misturar-se a pasta ao agregado, obtém-se a chamada argamassa, onde é constituída por um material ativo, a pasta, e um material inerte, o agregado. Este último torna a argamassa mais barata e compensa sua retração.

Os revestimentos de argamassa têm como função proteger os elementos de vedação das edificações da ação direta dos agentes agressivos, auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções, regularizar a superfície dos elementos de vedação, servir de base para aplicação de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final.

Segundo Carasek (2007), as principais funções de um revestimento são:

- proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo, no caso de revestimentos externos;
- integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como: isolamento térmico (~30%), isolamento acústica (~50%), estanqueidade à água (~70 a 100%), segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais;

- regularizar a superfície dos elementos de vedação e servir como base para acabamentos decorativos, contribuindo para a estética da edificação.

A NBR 13749 (ABNT, 1996) prescreve que o revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, tais como: cavidades, fissuras, manchas e eflorescência, devendo ser prevista na especificação de projeto a aceitação ou rejeição, conforme níveis de tolerâncias admitidas.

A argamassa de revestimento é utilizada para revestir paredes, pisos e tetos, deixando-os preparados para receber os acabamentos finais, como pinturas, revestimentos cerâmicos, entre outros.

Segundo Oliveira (2007):

“O revestimento pode ser constituído de várias camadas, exercendo funções importantes como impermeabilização e regularização de superfícies; melhora de vedações como isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e gases; contribuição para a estética de fachadas, entre outros.”

2.12.1 Tipos de Argamassas

2.12.1.1 Aglomerante utilizado

a. Argamassa de cimento

Argamassa de cimento é composta por cimento (Portland comum ou cimentos especiais), agregado miúdo e água. Apesar de ser mais impermeável que a argamassa de cal e atingir elevada resistência às solicitações mecânicas em um pequeno período de tempo, ela possui pouca aderência e baixa retração de água. (CARASEK, 2007).

b. Argamassa de cal

Argamassa de cal é composta de cal, agregado miúdo e água. Tem resistência mínima a flexão e esforços cortantes, mas apenas razoável à compressão. Por mais que ela seja mais econômica e muito aderente às superfícies, possui pouca resistência à umidade e endurecimento lento quando comparado ao da argamassa de cimento. (CARASEK, 2007).

c. Argamassa mista

Argamassa mista é composta por cal, cimento, agregado miúdo e água, onde são misturados e suas propriedades são combinadas de acordo com o serviço a ser executado. Se usada para retardar a pega e diminuir a desidratação, adiciona-se uma pequena quantidade de cal as argamassas de cimento. Já se o objetivo for dar maior resistência, acelerar a pega e tornar

a argamassa mais impermeável, deve-se acrescentar uma pequena quantidade de cimento à argamassa de cal.

Segundo Oliveira (2015), o traço empregado na argamassa mista leva em conta o projeto de execução da alvenaria e do sistema de revestimento, a função das camadas de revestimento, a localização (interno ou externo), o tipo de acabamento, entre outros. Essa dosagem pode ser feita em central, preparada em obra, industrializada ou fornecida em sacos ou silos.

2.12.1.2 Camadas da argamassa

A argamassa de revestimento contém camadas, no qual podem ser divididas, conforme descreve a seguir:

a) Chapisco

O chapisco é uma camada base que serve de preparo para as outras camadas. Pode ser aplicado de forma contínua ou descontínua, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência entre a base e o revestimento seguinte (normalmente o emboço). Ele também contribui com a estanqueidade da vedação.

b) Emboço

Camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (porcelanato, cerâmica...). O emboço, que apresenta espessura média de 15mm a 25mm, ajuda a proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo e a integrar o sistema de vedação dos edifícios contribuindo com a estanqueidade. Alguns requisitos para um emboço de bom desempenho são trabalhabilidade, baixas retração e permeabilidade e boa aderência.

c) Reboco

O reboco é uma camada fina de revestimento (no máximo 5mm) utilizada apenas para cobertura do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo (pintura, por exemplo) ou que se constitua no acabamento final. Por isso não deve apresentar fissuras, principalmente em aplicações externas. Para isto, a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de acomodar deformações.

d) Camada única

É o revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa, normalmente a pintura. Também chamado popularmente de “massa única” ou “reboco paulista” é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil. Por esse

motivo, a argamassa utilizada e a técnica de execução deverão resultar em um revestimento capaz de cumprir as funções tanto do emboço quanto do reboco, ou seja, regularização da base e acabamento.

e) Monocamada decorativa

Trata-se de um revestimento aplicado em uma única camada, que faz, simultaneamente, a função de regularização e decorativa, muito utilizado na Europa. A argamassa de RDM é um produto industrializado, ainda não normalizado no Brasil, com composição variável de acordo com o fabricante, contendo geralmente: cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, além de vários aditivos como plastificante e retentor de água.

2.12.1.3 Constituintes da argamassa

a) Cimento

Conforme a NBR 5732 (ABNT, 1991) o cimento é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que se enrijece ao entrar em contato com a água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido a ação da água, esse material não volta a se decompor. Se, por um lado, quanto maior a quantidade de cimento presente na mistura, maior é a retração, por outro, maior também será a aderência à base (ECYCLE, 2013).

Ele é responsável pelas propriedades de resistência mecânica. Segundo Carneiro (1993), cimentos da classe CP-40 não devem ser utilizados como revestimento uma vez que têm alta resistência mecânica e correm o risco de fissurar. Já os cimentos Portland, que têm menor resistência mecânica, proporcionam ao revestimento menor rigidez, o que faz com que este resista melhor às grandes deformações com considerável redução de fissuração. Dessa forma, recomenda-se os cimentos Portland da classe CP-32 ou CP-25, por serem os de menor resistência mecânica fabricados no Brasil.

b) Cal

A Cal é um componente que permite ao revestimento obter diferentes propriedades, tais como plasticidade, compacidade no estado fresco e possibilidade de deformação com pouca fissuração quando endurecida. Portanto, para atender a esses requisitos, a cal utilizada em argamassa de revestimento deve ser de elevada finura e estabilidade.

A elevada finura da cal é o que proporciona plasticidade e retenção de água nas argamassas. Além disso, propicia ao revestimento uma menor fissuração devido à retração por

secagem nas primeiras idades. Essa característica é muito importante para as argamassas aplicadas em suportes com alto poder de sucção, pois permite a melhor hidratação do cimento.

c) Agregado miúdo natural

O agregado miúdo mais utilizado nas argamassas de revestimento é a areia natural, constituída essencialmente de quartzo e extraída de leitos de rios e “cavas” (CARASEK, 2007). Esse agregado, de forma particulada, tem diâmetros variando entre 0,06 e 2,0 mm. Como a granulometria do agregado tem influência nas proporções de aglomerantes e água da mistura, quando há deficiências na curva granulométrica (isto é, a curva não é contínua) ou excesso de finos, ocorre maior consumo de água de amassamento, reduzindo a resistência mecânica e causando maior retração por secagem na argamassa.

Outro fator da areia que interfere no comportamento da argamassa é a forma da partícula, principalmente no que diz respeito à compactação e à trabalhabilidade. Quanto mais angulosos forem os grãos, pior é a trabalhabilidade, mas proporcionam superfícies mais ásperas, sendo ideais para chapisco e emboço. Já os grãos arredondados, que têm menor superfície específica e menor atrito interno dão maior trabalhabilidade e compacidade à argamassa.

d) Água

No Manual de Revestimentos de Argamassa, a ABCP define a água como o que confere continuidade à mistura, permitindo a ocorrência das reações entre os diversos componentes, sobretudo as do cimento. A água, embora seja o recurso diretamente utilizado pelo pedreiro para regular a consistência da mistura, fazendo a sua adição até a obtenção da trabalhabilidade desejada, deve ter o seu teor atendendo ao traço pré-estabelecido, seja para argamassa dosada em obra ou na indústria.

Considera-se a água potável como a melhor para elaboração de produtos à base de cimento Portland. Não devem ser utilizadas águas contaminadas ou com excesso de sais solúveis. Em geral, a água que serve para o amassamento da argamassa é a mesma utilizada para o concreto e deve seguir a NBR NM 137.

2.12.2 Propriedades das argamassas de revestimento

2.12.2.1 Propriedades no estado fresco

a) Trabalhabilidade

É a propriedade no estado fresco das argamassas que determina a desenvoltura com que elas podem ser trabalhadas (misturadas, transportadas e aplicadas em uma condição homogênea) (Barbosa, 2008). Trabalhabilidade é a associação de características relacionadas com: coesão, consistência, plasticidade, viscosidade, adesividade e massa específica da argamassa.

b) Aderência inicial

Segundo Barbosa (2008) é a capacidade que a argamassa apresenta para se consolidar na superfície da base através da penetração da pasta nos poros, reentrâncias e saliências seguidos do endurecimento gradativo da pasta. É considerada também como a “pegajosidade” inicial da massa no estado fresco.

c) Retenção de água

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998), é a capacidade que a argamassa tem de reter a água do seu traço contra a evaporação. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e consequente ganho de resistência. Ela pode ser avaliada pelo método da norma NBR 13277 (ABNT, 2005) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.

d) Massa específica e teor de ar incorporado

Massa específica é a relação entre a massa da argamassa e o seu volume, podendo ser absoluta ou relativa. Na determinação da massa específica absoluta não são considerados os vazios existentes no volume da argamassa, em contrapartida, para determinação da massa relativa e/ou massa unitária, consideram-se os vazios conforme afirmam Maciel, Barros e Sabbatini (1998).

2.12.2.2 Propriedades no estado endurecido

a) Aderência

É a propriedade de adesão das argamassas influenciada pela condição superficial do substrato, pelos materiais componentes da argamassa, pela capacidade de retenção de água e pela espessura do revestimento.

Maciel, Barros e Sabbatini (1998) afirmam que a aderência é uma propriedade que o revestimento tem em manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento.

É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa. A aderência depende das propriedades da argamassa no estado fresco, dos procedimentos de execução do revestimento, da natureza e características da base e da sua limpeza superficial. A resistência de aderência à tração do revestimento pode ser medida através do ensaio de arrancamento por tração.

b) Capacidade de absorção e deformações

Conforme Maciel, Barros e Sabbatini (1998) é a propriedade que o revestimento apresenta quando exposto a pequenas tensões, devendo suportar as mesmas sem apresentar rupturas ou deformações que comprometam sua estrutura, aderência, estanqueidade e durabilidade.

Segundo Carasek (2007) as deformações podem ser de grande ou de pequena amplitude. O revestimento só tem a responsabilidade de absorver as deformações de pequena amplitude que ocorrem em função da ação da umidade ou da temperatura e não as de grande amplitude, provenientes de outros fatores, como recalques estruturais, por exemplo.

A capacidade de absorver deformações depende do módulo de deformação da argamassa, pois quanto menor for o módulo de deformação (menor teor de cimento), maior a capacidade de absorver deformações; depende da espessura das camadas, as espessuras maiores contribuem para melhorar essa propriedade; entretanto, devem-se tomar cuidado para não se ter espessuras excessivas que poderão comprometer a aderência; depende das juntas de trabalho do revestimento, as juntas delimitam panos com dimensões menores, compatíveis com as deformações, contribuindo para a obtenção de um revestimento sem fissuras prejudiciais; e depende da técnica de execução - a compressão após a aplicação da argamassa e, também, a compressão durante o acabamento superficial, iniciado no momento correto, vão contribuir para o não aparecimento de fissuras. O aparecimento de fissuras prejudiciais compromete a aderência, a estanqueidade, o acabamento superficial e a durabilidade do revestimento.

c) Retração

A retração ocorre devido à perda rápida e acentuada da água de amassamento e pelas reações na hidratação dos aglomerantes, fatos que provocam as fissuras nos revestimentos. As argamassas ricas em cimento apresentam maiores disponibilidades para o aparecimento de fissuras durante a secagem.

Segundo Fiorito (2003), o endurecimento da argamassa é acompanhado por uma diminuição do volume em função da perda de água evaporável ocasionada pelas reações de hidratação. Mesmos após a secagem notamos variações dimensionais em função do grau higrométrico do ambiente, tal fenômeno é conhecido como “retração”.

Carasek (2007) afirma que a retração é resultado de um mecanismo complexo, associado com a variação de volume da pasta aglomerante e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade.

d) Resistência mecânica

De acordo com Carasek (2007), a resistência mecânica diz respeito à propriedade dos revestimentos de possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens e que se traduzem, em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.

A NBR 13281 (ABNT, 2001) prescreve que os requisitos mecânicos e reológicos das argamassas devem estar em conformidade com as exigências indicadas no quadro 2:

:

Quadro 2 – Exigências mecânicas e reológicas para argamassas

Características	Identificação	Limites	Método
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	I	$\geq 0,1$ e $< 4,0$	NBR 13279
	II	$\geq 4,1$ e $\leq 8,0$	
	III	$> 8,0$	
Capacidade de retenção de água (%)	Normal	≥ 80 e ≤ 90	NBR 13277
	Alta	> 90	
Teor de ar incorporado (%)	A	< 8	NBR 13278
	B C	≥ 8 e ≤ 18	
		> 18	

Fonte: Barbosa (2013)

e) *Durabilidade*

É a propriedade que a argamassa apresenta para resistir ao ataque de meios e agentes agressivos, mantendo suas características físicas e mecânicas inalteradas com o decorrer do tempo e de sua utilização.

De acordo com Maciel, Barros e Sabbatini (1998), durabilidade é uma propriedade do período de uso do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento frente às ações do meio externo ao longo do tempo. Alguns fatores prejudicam a durabilidade dos revestimentos, tais como: fissuração, espessura excessiva, cultura e proliferação de microorganismos, qualidade das argamassas e a falta de manutenção.

2.12.3 Argamassa reciclada

A argamassa reciclada é um material granular obtido por meio de processos de reciclagem dos rejeitos ou subprodutos da produção industrial, mineração, construção ou demolição da construção civil, incluindo agregados recuperados de concreto fresco, por lavagem, para uso como agregado (ECIVILNET, 2018). Quando o agregado reciclado é proveniente de resíduos da construção civil, podemos classificá-lo em dois grupos:

- Agregado reciclado de concreto (ARC) - obtido por reciclagem de concreto fresco ou endurecido, constituído na sua fração graúda (>4,75mm) de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland ou de material pétreo que atendam à norma NBR 15116
- Agregado reciclado misto (ARM) - obtido de acordo com o item de agregado reciclado de concreto (ARC), constituído na sua fração graúda (>4,75mm) por menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland ou de material pétreo que atendam à norma NBR 15116.

O agregado miúdo reciclado é oriundo dos entulhos gerados das construções, onde o material passa pelo processo de triagem e peneiramento, devendo ser composto, principalmente, por resíduos classe A (de argamassas, concretos tijolos cerâmicos). Conforme ilustra a imagem 17, o resíduo fica nesta fase após triagem e antes de ser beneficiado por passar

pelos equipamentos apropriados (britador, esteira e peneirador) de uma usina de reciclagem, e na figura 18, ilustra o resíduo após o beneficiamento, por passar por eles.

Figura 17 - Resíduo (RCC) antes do beneficiamento



Fonte: Autora (2018)

Figura 18 - Resíduo (RCC) após beneficiamento



Fonte: Autora (2018)

O traço da argamassa reciclada é feito como o de uma argamassa natural, com os componentes cimento, agregado miúdo, (aditivo ou não) e água. A areia reciclada possui uma chance maior de fissuração, devido ao elevado teor de finos desse agregado, sendo necessária a adição correta de água em sua mistura.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos apresentados, o método de estudo foi realizado através de uma revisão bibliográfica da pesquisa em livros, monografias e publicações, no qual norteiam diretrizes e recomendações para sua elaboração; através do estudo de caso do acompanhamento do sistema de gestão do RCC (eficaz ou não) de 5 obras de diferentes modelos, realizado in loco, afim de que se tenha uma noção da qualidade de gestão da cidade; através da pesquisa exploratória do acompanhamento do processo de reciclagem dos resíduos em uma usina de reciclagem da cidade e avaliação da sua qualidade de construção e através da pesquisa experimental da viabilidade técnica da utilização do resíduo proveniente da construção civil como material alternativo para a produção de argamassa de revestimento de alvenarias e através de meios e alternativas para redução e reutilização dos resíduos.

A pesquisa é de caráter quali-quantitativo, pois ela tornou possível a análise da variabilidade de situações, problemas e dificuldades e, ainda, ressaltou a necessidade de se realizar estudos mais aprofundados, onde visaram entender e buscar melhorar as atitudes diante de situações adversas em canteiro de obra.

Foi necessária a realização de análise de campo na usina de reciclagem e algumas obras a fim de buscar dados que serviram de embasamento para as considerações finais. Na sequência foi realizado o estudo da viabilidade da reciclagem do resíduo areia e foram realizados ensaios para a comparação entre a areia natural e areia reciclada realizada por uma indústria situada na cidade de Palmas-TO, foi evidenciado na pesquisa a viabilidade da utilização de resíduos reciclados para a fabricação de novos materiais (reciclados) e por fim foi descrita a melhor maneira de se iniciar uma obra, visando a sustentabilidade e benefícios econômicos e sócio-ambientais.

A pesquisa é bibliográfica-exploratória, com o objetivo metodológico exploratório e descritivo, onde o tema foi investigado e abordado ao longo do estudo em questão. Buscou-se discutir à respeito do gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil (RCC/ RCD) com a função de facilitar a adoção de técnicas de redução, reaproveitamento e reciclagem nos canteiros de obra, tornando as construções cada vez mais organizadas, sustentáveis e econômicas.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

As informações serviram de subsídio para a análise do sistema de gestão de RCC de canteiros de obra, situados na cidade de Palmas-TO, onde serão demonstradas as possibilidades de melhoria no sistema de gestão de qualidade com influência direta ao gerenciamento dos resíduos/entulho provenientes da construção civil, com o intuito de administrar o RCC gerado em canteiro de obra, propor o método dos 3 R's (Redução, Reaproveitamento e Reciclagem) e definir a melhor destinação possível.

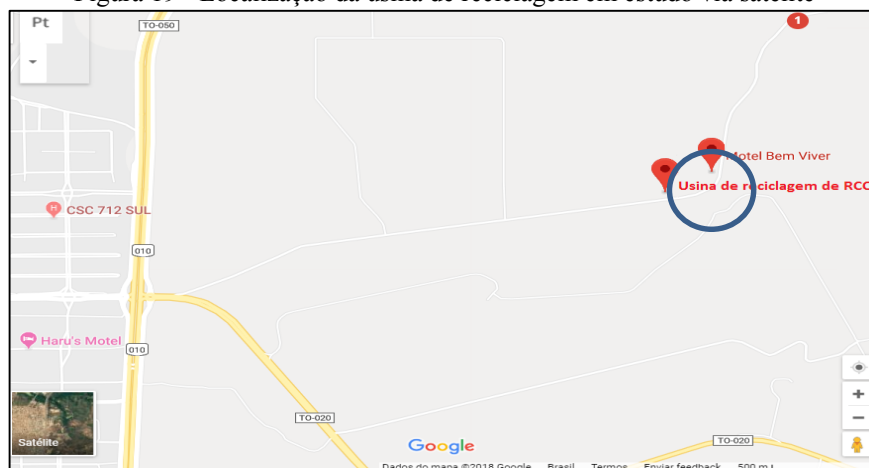
As mesmas informações serviram também para relatar a viabilidade técnica do processo de reciclagem do entulho em uma usina situada na cidade de Palmas-TO, vista como uma alternativa sustentável, de maior qualidade, fonte de inovação no ramo da construção civil e maior economia para construtoras.

A pesquisa aconteceu nos seguintes locais:

- 5 obras (públicas e/ou privadas) onde serviram de base para uma análise da gestão do planejamento do canteiro de obra na cidade de Palmas-TO;
- Em uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil, no qual foi inaugurada no começo do ano de 2018. A mesma já está ativa, porém, não legalizada pela prefeitura, ou seja, significa que os resíduos estão sendo processados para fins não lucrativos, até então, onde não estão sendo comercializados;
- Laboratório de análises e estruturas do CEULP/ULBRA – Centro universitário Luterano de Palmas-TO.

A usina está localizada na Estrada Velha, KM 3, Zona Rural, no plano diretor Sul, sentido Aparecida do Rio Negro, na cidade de Palmas-TO, conforme ilustra a figura 19:

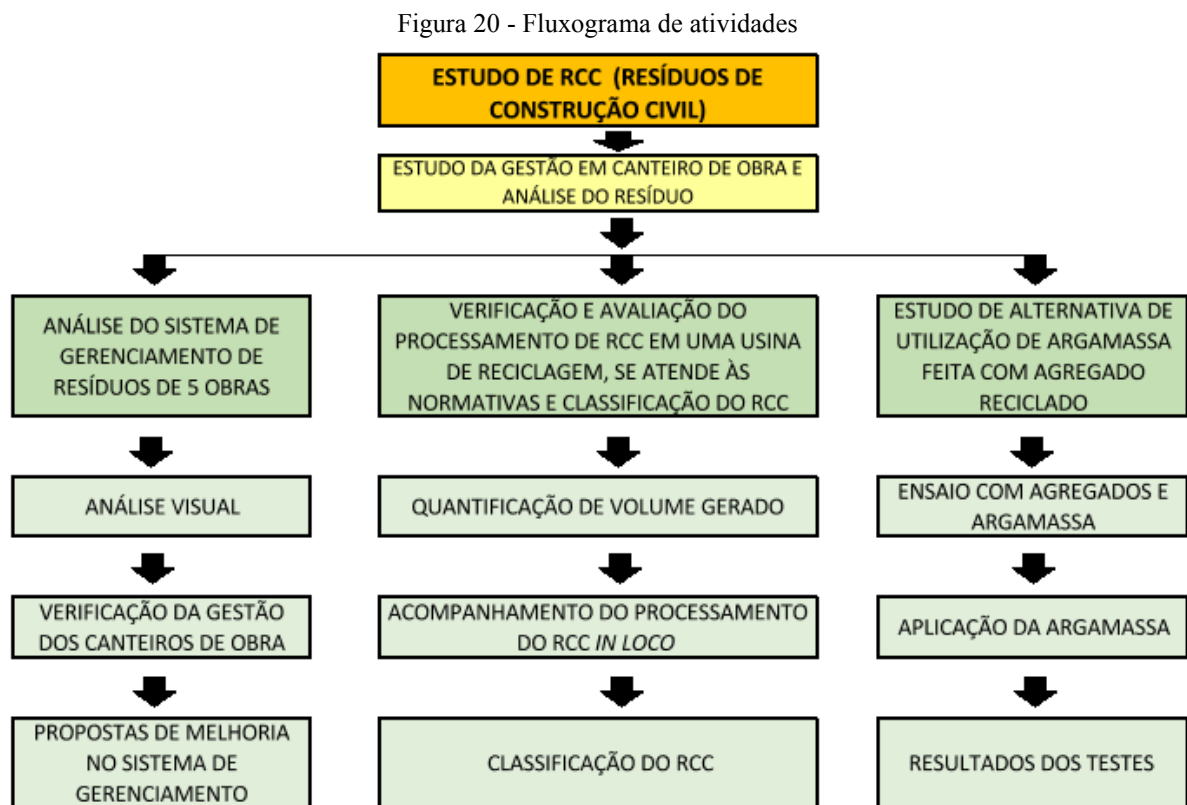
Figura 19 - Localização da usina de reciclagem em estudo via satélite



Fonte: Google Maps (2018)

3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Para uma melhor organização do estudo de forma que atendessem também o prazo de realização, o estudo seguiu um fluxograma criado de modo a separar as etapas de pesquisa, conforme demonstrado na figura 20.



Fonte: Autora (2018)

3.2.1 Análise do Sistema de Gestão de Resíduos (RCC) de cinco obras

Foram realizadas análises visuais e descritivas do canteiro de obra de cinco modelos de obras na cidade de Palmas-TO, a fim de se obter base de como os canteiros de obra vêm sendo cuidados e se possuem atenção ao modelo de gestão adequado em relação aos resíduos gerados.

Esta análise foi feita com a permissão dos supervisores de cada uma das obras, por meio de equipamento fotográfico e acompanhamento do método de construção do local.

Após análise foram evidenciadas algumas sugestões para melhoria do sistema de gerenciamento de canteiros de obra, de forma geral.

3.2.2 Verificação e avaliação do processamento de RCC em uma usina de reciclagem, se atende as normativas

Para a classificação dos resíduos, foi realizada a quantificação do RCC gerado por grande parte da construção civil da cidade de Palmas-TO, através de um acompanhamento do recebimento deles realizado em uma usina de reciclagem, localizada na cidade. A pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

a) Volume de entulho produzido em um período de três meses

A contagem do volume de entulho foi feita através do acompanhamento de recebimento das caçambas das empresas colaboradoras da usina e por meio de uma planilha, onde, durante três meses foi contabilizada a quantidade de entulho descartado na área legalizada de descarte dentro da usina.

As empresas coletoras de entulho trabalham geralmente com dois volumes de caçambas, 3m³ e 5m³, para cálculos de volume foi considerada a caçamba maior, com volume de 5m³, pois a quantidade recebida na usina foi muito superior à quantidade da caçamba menor. O resultado da contagem, foi determinado pela relação: Quantidade de carga (Número de caçambas recebidas) x Quantidade separada de cada empresa colaboradora, no mês.

b) Classificação do RCC

Como o volume resultante do material recebido é abundante, foram coletadas e contabilizadas amostras em menor quantidade do RCC antes de passar pelo processo de triagem (primeira etapa antes do processo de reciclagem), ou seja, resíduo recém coletado e descartado de obras espalhadas pela cidade, para que fosse possível verificar o que é mais descartado (classe A, B, C ou D) e quanto é mais descartado (percentual) na construção civil.

Esta análise foi realizada da seguinte forma: coleta de 5 amostras de Resíduos (RCC/RCD) em um recipiente contendo aproximadamente 15 kg cada (0,015m³), onde foi realizada a separação de forma manual de acordo com as classes de RCC, pesados os materiais considerados de cada classe em uma balança e contabilizado em uma planilha, este procedimento foi realizado em 3 meses, em um dia, entre duas semanas de cada mês, totalizando em 6 semanas alternadas neste período.

c) Processo de reciclagem do RCC

Foi realizado o acompanhamento *in loco*, do processo de reciclagem do RCC na Usina de Reciclagem de Palmas-TO e verificado se a mesma atendia às normativas.

3.2.3 Estudo de produção de argamassa para revestimento com utilização de resíduo reciclado.

Foram coletadas amostras do material (Classe A) após passar pelo processo da trituração e peneirada na peneira de nº 4.2 (a mais fina do triturador) na usina de reciclagem e realizados ensaios laboratoriais para a obtenção de argamassa para a construção civil. Foram realizados os seguintes ensaios:

Para a confecção das argamassas foram utilizados os grãos retidos na peneira de abertura 1,18 MM e os que passaram por ela, para obter uma granulometria parecida com a da areia natural utilizada para a argamassa referência.

Foi utilizado o traço 1:1:3 (1 kg de cimento. p/ 1 kg de cal p/ 3 kg de areia) e relação água/cimento de 1.14 para confecção das duas argamassas.

3.2.3.1 Ensaio de Granulometria

O ensaio de granulometria foi realizado, conforme NBR 7181:1968 – Análise granulométrica do solo - para avaliar a qualidade entre duas argamassas:

- Argamassa convencional (feita com agregado miúdo natural de jazida – areia);
- Argamassa reciclada (feita com agregado reciclado – feito com os seguintes materiais triturados e peneirados: bloco cerâmico, bloco de concreto, revestimento cerâmico, mármore e restos de argamassa).

3.2.3.2 Ensaio de índice de consistência da argamassa

O ensaio foi realizado conforme a NBR 13276:2005: índice de consistência das argamassas.

3.2.3.3 Ensaio de resistência à compressão da argamassa

O ensaio foi realizado conforme a NBR 7215:1996 - Cimento Portland: Resistência a Compressão.

3.2.3.4 Ensaio de resistência de aderência à tração da argamassa

A NBR 13528:1995 prescreve o método para determinação da resistência de aderência à tração de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram selecionados os itens de inclusão à serem estudados, de acordo com o aspecto do resíduo que pode ser utilizado como matéria prima para a reutilização e reciclagem do mesmo. Conforme determinado, serão estudados os resíduos de classe A e B.

Já, para critério de exclusão, serão selecionados os resíduos de classe C e D, não pela sua importância ser menor para estudo, mas por não se encaixar no critério da pesquisa proposta, pois os mesmos ainda não possuem métodos de reaproveitamento e/ou reciclagem.

3.4 ESTUDO DAS VARIÁVEIS

3.1.1. Variáveis qualitativas:

- Melhoria do sistema de gestão de qualidade de uma obra;
- Redução dos impactos ambientais gerados pelos materiais descartados pelos profissionais da construção civil;
- Materiais em condições que permitam sua utilização como matéria-prima ou produto;
- Conhecimento de todos daquilo que é gasto de forma improdutivo para que haja conscientização de que o método de reciclagem deve fazer parte do dia-a-dia da construção civil;
- Verificação da qualidade do material utilizado como agregado através de levantamento de dados da comparação realizada entre o material natural e o reciclado;

3.1.2. Variáveis quantitativas:

- Quantificação do volume de entulho gerado durante 3 meses em uma usina de reciclagem;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência serão apresentados os resultados das possibilidades de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos (RCC); resultados dos ensaios do estudo de comparação das argamassas (natural e reciclada) e do acompanhamento e verificação do processamento de RCC em uma usina de reciclagem, se atendem às normativas.

4.1 ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE 5 OBRAS

Foram realizadas análises visuais dos canteiros de obra de 5 modelos de obras de construção civil na cidade de Palmas-TO, afim de se ter noção de como os canteiros de obra vêm sendo cuidados e se possuem o modelo de gestão adequado em relação aos resíduos produzidos.

Esta análise foi feita com a permissão dos supervisores de cada uma das obras, por meio de equipamento fotográfico e acompanhamento do método de construção do local.

4.1.1 Obras verificadas

- Obra1

a) Modelo de obra

A primeira obra evidenciada foi a de um modelo de construção em série, de vários blocos de 4 pavimentos cada, onde todas as paredes são feitas de concreto armado.

b) RCC no canteiro de obra

O exemplo mostrado de gestão foi a separação das formas de madeira utilizadas para a execução do serviço de concretagem para cada pavimento, onde muitas eram reutilizadas para o próximo, pavimento e/ou bloco e assim sucessivamente.

Porém quando o material chega ao limite de uso, a finalidade correta é o descarte (PEREIRA, 2013), onde nesta obra foi feita a separação correta do material, pois a madeira foi disposta em uma baia retangular (Figura 21), onde o resíduo estava sendo separado dos demais, porém, deve-se se certificar qual o clima da região do momento, pois para este exemplo, a baia está aberta/ exposta ao sol, devido à época do ano ser seca e quente, porém, para períodos chuvosos, deve ser construída uma proteção contra as intempéries.

Figura 21 - Resíduo de madeira disposto em baía



Fonte: Autora (2018)

- Obra 2

- a) Modelo de obra

A segunda obra evidenciada foi a de um modelo de construção predial residencial, com construção tradicional, concreto armado e alvenaria convencional, onde o prédio possui 24 pavimentos.

- b) RCC no canteiro de obra

O exemplo mostrado foi o espalhamento de materiais pelos pavimentos do prédio, algo que não poderia acontecer, deveriam estar todos dispostos em seus devidos lugares. Como ilustra a figura 22, as escoras devem estar em um canto apropriado e separadas de latas e outros materiais, e os resíduos de concreto, deveriam ter sido deixados em caçambas, levados para o térreo através de dutos coletores de entulho.

Figura 22 - Materiais e resíduos espalhados em pavimentos



Fonte: Autora (2018)

- Obra 3

- a) Modelo de obra

A terceira obra evidenciada foi a de um modelo de construção de flats residenciais, onde seu modelo construtivo é de alvenaria de concreto (bloco de concreto) onde o prédio possui 12 pavimentos.

- b) RCC no canteiro de obra

O exemplo mostrado foi o espalhamento de materiais pelos pavimentos do prédio, algo que não poderia acontecer, deveriam estar todos dispostos em seus devidos lugares. Como ilustra a figura 23, há a presença de resíduos de gesso, revestimento cerâmico, plástico papelão, entre outros, ou seja, modelos de resíduos classe A e B misturados.

Figura 23 - Resíduos classe A e B misturados



Fonte: Autora (2018)

- Obra 4
- a) Modelo de obra

A quarta obra evidenciada foi a de um modelo de construção de uma residência térreo.

- b) RCC no canteiro de obra

O exemplo mostrado foi o descarte incorreto do entulho de obra, resíduos fora da caçamba, expostos e não separados dentro do próprio canteiro de obra, conforme ilustra a figura 24. A disposição de caçambas estacionárias costuma ser na rua pela falta de espaço no canteiro de obras. Como não havia a possibilidade de trazê-las para dentro do canteiro, houve a necessidade de deixá-la para fora. No entanto, esta medida tomada encontra-se totalmente errada, pois os resíduos deveriam estar dentro da caçamba e organizados e cobertos por algo, como lona, por exemplo.

Figura 24 - Caçambas com entulho do lado de fora



Fonte: Autora (2018)

Isso demonstra que a conscientização ambiental não deve ser trabalhada apenas dentro do canteiro de obras. É preciso que a população seja educada para não realizar a mistura de resíduos e possibilitar o aumento de materiais reciclados, reutilizados e, assim, a redução da quantidade de resíduos que vão para os aterros.

- Obra 5

- a) Modelo de obra

A quinta obra evidenciada foi a de um modelo de construção de uma escola de tempo integral.

- b) RCC no canteiro de obra

Conforme ilustra a figura 25, os resíduos gerados da construção da escola estão espalhados em grande volume, onde há registros de mistura de todas as classes (A,B,C e D), trazendo uma desorganização do canteiro de obra, de modo que haja risco aos trabalhadores, pois estão sujeitos à acidentes físicos e à doenças causadas pelo acúmulo de entulho, como por exemplo, a dengue e outras derivadas.

Figura 25 - Resíduos gerados provenientes da construção civil



Fonte: Autora (2018)

Com a verificação e acompanhamento das obras, foi construído um quadro (Quadro 3) para avaliação dos modelos, onde foram destacadas características importantes para avaliação da qualidade dos empreendimentos quanto ao método de gestão dos resíduos gerados.

Quadro 3- Avaliação da gestão das obras em relação à gestão de RCC

EXISTE NO CANTEIRO DE OBRA:	OBRA 1	OBRA 2	OBRA 3	OBRA 4	OBRA 5
GESTÃO DE RCC ?	S	N	N	N	N
CONTAINERS SUFICIENTES ?	S	S	S	N	N
COLETA SELETIVA?	S	N	N	N	N
SINALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DESCARTE DE ACORDO COM AS CLASSES (A, B, C e D)?	S	N	N	N	N
INCENTIVO FINANCEIRO ?	S	N	N	N	N
INCENTIVO GOVERNAMENTAL ?	NA	NA	NA	NA	N
INCENTIVO FISCAL ?	NA	NA	NA	NA	N
ORGANIZAÇÃO NO CANTEIRO ?	S	S	N	N	N
MOTIVAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS ?	S	S	N	N	N
COLETA FREQUENTE ?	S	S	S	N	N

SIGLA	DESCRIÇÃO
S	SIM
N	NÃO
NA	NÃO SE APLICA

Fonte: Autora (2018)

Com isso foi possível verificar que 28% do resultado do quadro foi positivo e 72% negativo, ou seja, o sistema de gestão dos resíduos ainda não foi totalmente aderido nas empresas (públicas e privadas). Observa-se que a obra 1 foi a que mais se destacou, por possuir áreas de descartes sinalizados, incentivos moral e financeiro e principalmente, motivação por parte dos funcionários.

Após a verificação e acompanhamento dos métodos construtivos de algumas construtoras evidenciadas no tópico 4.1, foi tida a necessidade de estudar a adoção de práticas e estratégias sustentáveis de otimização, redução dos desperdícios e a melhoria de processos construtivos no propósito de contribuir com a sustentabilidade, redução de custos de gastos com materiais, assegurando a economia; e com destinações inapropriadas dos resíduos e garantir a lucratividade de cada uma das empresas responsáveis pelas obras, que são as geradoras.

Conforme (MATTOS, 2013 *Apud GASI, 2002*), a estrutura hierárquica correta do gerenciamento é:

- a) Não gerar o resíduo;
- b) Minimizar a geração do resíduo;
- c) Reciclar no processo;
- d) Reciclar fora do processo;
- e) Fazer o tratamento adequado;
- f) Controlar a disposição final.

Para se reduzir o volume de resíduos gerados em obra, é necessário que o gerador faça o cálculo correto na hora de se realizar a compra e o acompanhamento minucioso da utilização do material comprado, lembrando que a melhor sugestão é a contratação de mão-de-obra qualificada.

4.1.2 Planejamento da gestão

Para um planejamento correto é preciso decidir qual a melhor tecnologia a ser utilizada para cada canteiro de obra, no qual ele deverá trazer a menor geração de resíduos, tomando como critério a racionalização e a padronização do sistema. O quadro 4 ilustra uma sugestão de medidas à serem tomadas, baseada no PGRCC (Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil) para que haja um gerenciamento adequado dos resíduos em canteiro de obra.

Hoje em dia existem softwares, conhecidos como sistema de gestão, para a área da construção civil e engenharia, que foram criados com o intuito de facilitar o controle e organização de uma obra.

É um investimento com um retorno imediato na qualidade da gestão, pois através dele é possível realizar pedidos de materiais, acompanhar a entrega, acompanhar o andamento da

construção, controlar a entrada e a saída de materiais e funcionários, organizar o financeiro, acompanhamento de metas, realizar diário de obra, entre muitas outras opções.

Quadro 4 - Medidas para planejamento de gestão de RCC em canteiro de obra

PLANEJAMENTO DE GESTÃO DE RESÍDUOS EM CANTEIRO DE OBRA	
PLANO DE AÇÃO	MEDIDAS À SEREM TOMADAS
Prévia característica dos resíduos que podem ser gerados em canteiro de obra	Embasamento em memoriais descritivos, orçamentos e projetos
	Levantamento de informações sobre os fornecedores de insumos
	Identificar as possibilidades de redução do volume de resíduos
	Desenvolver soluções para destinação para cada classe de resíduo
Coleta de dados/ informações à respeito da equipe de obra	Quantidade de funcionários e equipes
	Área de obra construída
	Projeto de planejamento do canteiro de obras (distribuição dos espaços quanto às atividades, equipamentos de transporte disponíveis e fluxo de resíduos e materiais)
	Classificação dos resíduos predominantes
	Informações da empresa coletora e transportadora dos resíduos
	Local de descarte dos resíduos seguídos pela obra (coletor)
Apresentação das propostas	Aquisição de dispositivos e/ou equipamentos utilizados para coleta e sinalização do resíduo em canteiro de obra
	Opinião do mestre e encarregados de obra
	Opinião dos funcionários
	Opinião da diretoria
Determinação dos responsáveis	Pela coleta dos resíduos nos locais de acondicionamento
	Pela transferência de armazenamento final
Qualificação	Dos coletores
	Dos meios de transporte
Destinação final	Escolha do local adequado de descarte
	Cadastro do destinatário
Registro da destinação dos resíduos	Elaboração de uma rotina
	Cumprimento da rotina
Verificação dos resíduos	Recicláveis
	Não-recicláveis

Fonte: Autora (2018)

4.1.3 Implantação do sistema

A implantação deve ocorrer após a aquisição e organização de todos os dispositivos e equipamentos determinados à coleta dos resíduos. Devem ser realizados treinamentos e reuniões constantes com todo o corpo de funcionários ativos, gerentes de contrato, engenheiros responsáveis, mestres de obra, encarregados, técnicos de segurança do trabalho, pedreiros, serventes, pintores, eletricitas, armadores e todos aqueles que prestarem serviço à construtora.

Cada um será instruído para o adequado manejo, separação (quanto às classes A, B, C e D) e destinação do RCC. Envolve também a implantação de controles administrativos, com treinamento dos responsáveis pelo controle da documentação relativa ao registro da destinação dos resíduos.

Para que a implantação ocorra com sucesso, é preciso a sensibilização, conscientização e responsabilidade por parte dos colaboradores que estão executando as ações definidas no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

Segundo Mattos (2013) são sugeridos meios no qual os colaboradores sejam preparados para receber, absorver e colocar em prática o modelo de gestão, seguem alguns exemplos:

- Apresentação de palestras com vídeos e cartazes;
- Contar histórias à respeito do beneficiamento do sistema;
- Exposição de cartazes com uma abertura especial, como um café da manhã especial, ou lanche da tarde;
- Sinalização do canteiro dos sistemas embasados na gestão e organização (Sistema 5 S's e 3 R's por exemplo) em locais estratégicos, avisando à todos;
- Realização de uma oficina, que permita apresentar o conteúdo e estimule os colaboradores a produzir cartazes sobre o tema. O conteúdo a ser apresentado aos trabalhadores pode conter:
 - A conscientização dos funcionários quanto aos impactos ambientais dos resíduos sólidos urbanos quando depositados inadequadamente;
 - Os problemas causados por conta do volume dos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras e sua participação na montante final de resíduos sólidos urbanos;
 - A importância de se obedecer a legislação pertinente;
 - A responsabilidade de cada um para que vivamos em um lugar melhor;
 - A composição dos resíduos e o seu potencial para reciclagem;
 - O que se pode produzir e a lucratividade com os agregados de resíduos a partir da reciclagem dos mesmos.
 - O PGRCC proposto pela sua empresa.

4.1.4 Treinamento dos colaboradores

Assim que for realizada a implantação no canteiro de obra e apresentação do sistema PGRCC, deve ser realizados treinamentos constantes com os funcionários, onde serão definidos os dias para reuniões e instruções em relação ao sistema. Algumas sugestões de conscientização e treinamento dos funcionários seguem abaixo:

- Elaboração e distribuição de cartazes sinalizadores, contendo as classes dos resíduos segundo a Resolução 307 do CONAMA;
- Distribuição de cartilhas e informativos;
- Apresentação de vídeos na hora do almoço, do café da manhã, ou treinamento de segurança e qualidade;
- Propor uma premiação ou um concurso para os trabalhadores que melhor atuarem na implantação do PGRCC;
- Caso os resíduos reciclados sejam utilizados para fins lucrativos, estipular que a renda obtida com a venda dos resíduos segregados seja usada em benefício dos trabalhadores para eventos de confraternizações da empresa para os próprios funcionários;
- Lembrá-los que o local de trabalho é a “segunda casa” deles, eles são como uma outra família, deste modo, devem manter o ambiente limpo e organizado para benefício próprio e qualidade do lugar.

No treinamento (conforme ilustra a figura 26) com relação à coleta seletiva deve deixar claro para os colaboradores, as diferentes classes dos resíduos (de acordo com a Resolução 307 do Conama) e quais resíduos pertencem a qual classe.

É preciso valorizar o indivíduo, elevando a autoestima dos participantes do sistema/projeto, realizando lhes sorteios e prêmios para os funcionários que mais se destacarem

Figura 26 - Treinamento realizado da equipe de obra



Fonte: (Seconci, 2018)

Deve-se reservar um período de tempo do expediente da construção, para a realização de treinamentos para capacitação dos funcionários, conforme ilustra a figura 26, quanto à

organização do canteiro de obra sobre a redução do desperdício de materiais, a separação correta para cada classe, a destinação correta e a reciclagem.

Lembrando que a responsabilidade é da própria empresa geradora, é necessário lembrar os funcionários que todos juntos formam uma equipe, e equipe que trabalha junto, cresce junto, contudo mantendo a organização e a disciplina no canteiro de obra é muito mais viável que se tenha resultados positivos de maneira mais eficiente e rápida.

4.1.5 Organização do canteiro de obra

A organização do canteiro de obra é uma atitude primordial para reduzir o desperdício de materiais e a consequente geração de resíduos, sendo importante observar o acondicionamento dos materiais, proporcionando um ambiente seguro e adequado para a estocagem dos mesmos.

Segundo Mattos (2013) é preciso fazer a estocagem correta dos diversos tipos de materiais, obedecendo a critérios básicos de:

I - classificação;

II - frequência de utilização;

III - empilhamento máximo;

IV - distanciamento entre as fileiras;

V - alinhamento das pilhas;

VI - distanciamento do solo;

VII - separação, isolamento ou envolvimento por ripas, papelão, isopor etc.

VIII - preservação da limpeza e proteção contra a umidade do local (objetivando principalmente a conservação dos ensacados).

O transporte dos materiais deve ser feito de forma à permitir uma boa segurança e impedir que materiais se quebrem no tramite do caminho do serviço à ser executado, um exemplo é como ilustra a figura 27, onde os blocos cerâmicos estão sendo transportados de forma correta e segura por meio de um equipamento vertical.

Figura 27 - Transporte de blocos cerâmicos com equipamento vertical



Fonte: (Coelho, 2018)

A boa organização dos espaços para estocagem dos materiais facilita a verificação, o controle dos estoques e otimiza a utilização dos insumos. Apesar de muitos canteiros se depararem com espaços reduzidos, é possível realizar um acondicionamento adequado de materiais, respeitando os critérios de:

- I - intensidade da utilização;
- II - distância entre estoque e locais de consumo;
- III - preservação do espaço operacional.

A organização do canteiro e suas vantagens: Os desperdícios crônicos na utilização e na aquisição dos materiais para substituição podem ser evitados com uma boa organização no canteiro. Não é incomum ver os materiais espalhados pela obra que acabam sendo descartados como resíduos.

A dinâmica da execução dos serviços na obra acaba por transformá-la num grande almoxarifado, podendo haver “sobras” de insumos espalhadas e prestes a se transformar em resíduos enquanto que, na verdade, poderiam ser reutilizadas. A prática de circular pela obra sistematicamente, visando localizar possíveis “sobras” de materiais (sacos de argamassa, blocos que não foram utilizados, recortes de conduítes com medida suficiente para reutilização, etc.) para resgatá-los de forma classificada e novamente disponibilizá-los até que se esgotem, pode gerar uma economia considerável.

Isso permite reduzir a quantidade de resíduos gerados e otimizar o uso da mão-de-obra, uma vez que não haveria a necessidade de transportar resíduos para o acondicionamento. A redução da geração de resíduos também implica na redução dos custos de transporte externo e destinação final.

Planejar a disposição dos resíduos: No âmbito da elaboração dos projetos de canteiro, deve ser equacionada a disposição dos resíduos, considerando os aspectos relativos ao acondicionamento diferenciado e a definição de fluxos eficientes, conforme abordam os próximos itens.

4.1.6 Monitoramento

Para o sucesso do sistema de implantação do programa é preciso realizar a certificação do serviço, onde deve ser realizado o monitoramento da gestão da empresa, através da determinação funcionários que devem ser os responsáveis por esse processo.

Podendo ser necessárias advertências para àqueles que não seguirem à risca o sistema implantado no canteiro de obra, assim, pode-se dizer que existirá um sistema eficaz.

4.2 PROCESSAMENTO DE RCC EM UMA USINA DE RECICLAGEM

Foi realizado o acompanhamento do processo de reciclagem dos resíduos de uma usina de reciclagem em Palmas-TO, onde foi possível averiguar os meios utilizados para a realização do processo e avaliar a viabilidade do sistema.

4.2.1 Usina de reciclagem

A usina de reciclagem de RCC de Palmas-TO, foi inaugurada no começo do ano de 2018, trazendo a oportunidade de um sistema inovador com propostas de sustentabilidade, de redução de desperdício e redução de custos com materiais, pois é possível reutilizar e reciclar o entulho de cada empresa geradora. É necessário ressaltar que dar o tratamento correto para o entulho, além de fazer bem para o meio ambiente, é lei, e deve ser obedecida.

Hoje, a usina já faz parceria com 7 empresas coletoras de entulho da cidade, onde as colaboradoras são beneficiadas com o sistema de reciclagem.

4.2.2 Volume do entulho produzido

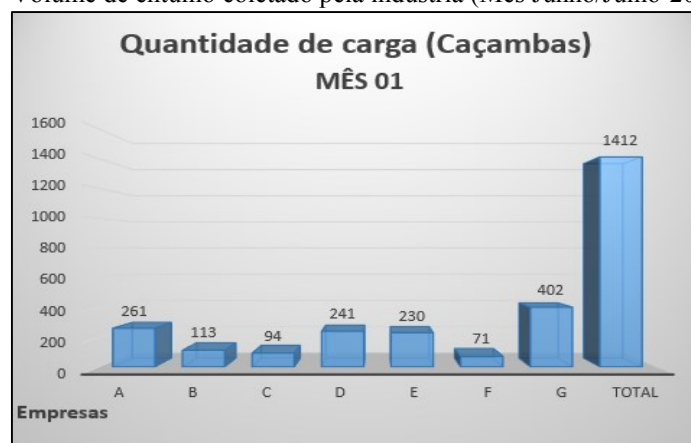
A contagem do volume de entulho foi feita através do acompanhamento de recebimento das caçambas das empresas colaboradoras da usina e por meio de uma planilha (Gráfico 1, 2 e 3), onde, durante 3 meses foi contabilizada a quantidade de entulho recebido na área legalizada de descarte dentro da usina, conforme ilustra a figura 28 a seguir:

Figura 28 - Área de descarte dos resíduos na usina



Fonte: Autora (2018)

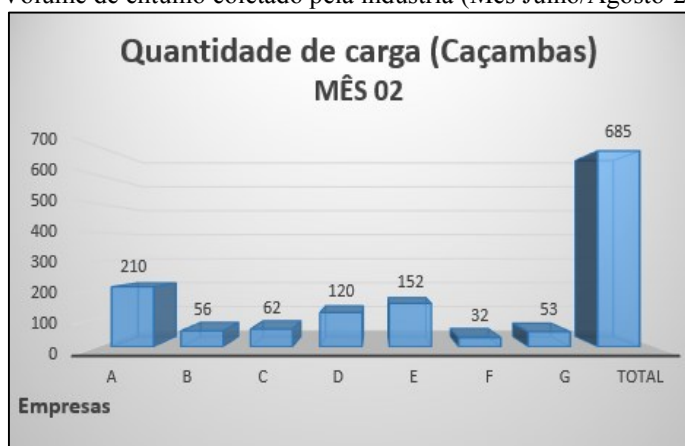
Gráfico 1 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Junho/Julho-2018)



Fonte: Autora (2018)

- Volume total de entulho descartado na usina no primeiro(01) mês:
1412 caçambas x 5 m³ = **7060 m³ de entulho**

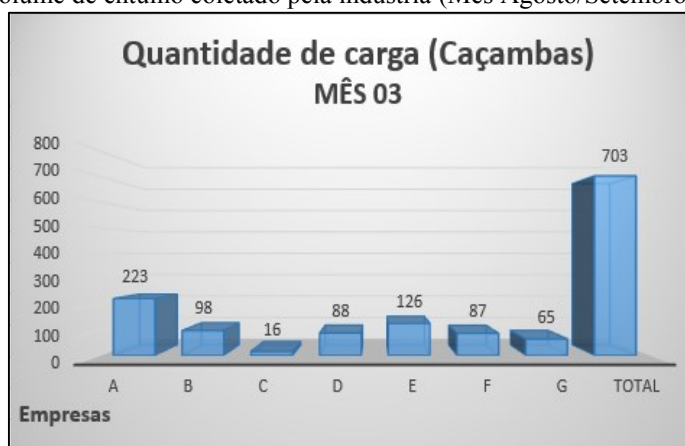
Gráfico 2 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Julho/Agosto-2018)



Fonte: Autora (2018)

- Volume total de entulho descartado na usina no segundo(02) mês:
685 caçambas x 5 m³ = **3425 m³ de entulho**

Gráfico 3 - Volume de entulho coletado pela indústria (Mês Agosto/Setembro-2018)



Fonte: Autora (2018)

- Volume total de entulho descartado na usina no terceiro(03) mês:
703 caçambas x 5 m³ = **3515 m³ de entulho**

Foi possível verificar que no primeiro mês de referência (entre Junho e Julho de 2018), o volume de entulho descartado foi maior, e nos meses de referência seguintes (entre Julho/Agosto e Agosto/Setembro) ocorreu uma queda significativa em mais de 50% da quantidade (m³) de entulho descartado.

Assim, foi realizada uma média entre os volumes dos três meses para quantificação e percentagem das 4 classes destes resíduos gerados.

$$\underline{7060 + 3425 + 3515} = \underline{4666,67 \text{ m}^3 \text{ de entulho/mês}}$$

4.2.3 Classificação do RCC

Para a classificação dos resíduos, foi realizada a quantificação do RCC gerado por grande parte da construção civil da cidade de Palmas-TO, através de um acompanhamento do recebimento deles realizado na usina de reciclagem, localizada na cidade.

Como o volume resultante do material recebido é abundante, foram coletadas e contabilizadas amostras em menor quantidade do RCC antes de passar pelo processo de triagem (primeira etapa antes do processo de reciclagem), ou seja, resíduo recém coletado e descartado de obras espalhadas pela cidade, para que fosse possível verificar o que é mais descartado (classe A, B, C ou D) e quanto é mais descartado (percentual) na construção civil.

Os materiais utilizados para a quantificação dos RCC foram: aparelho fotográfico, balança, luvas, pá, carrinho de mão, baldes, óculos de proteção, máscaras de proteção e capacete de proteção. As amostras coletadas foram todas separadas conforme ilustra a figura 29.

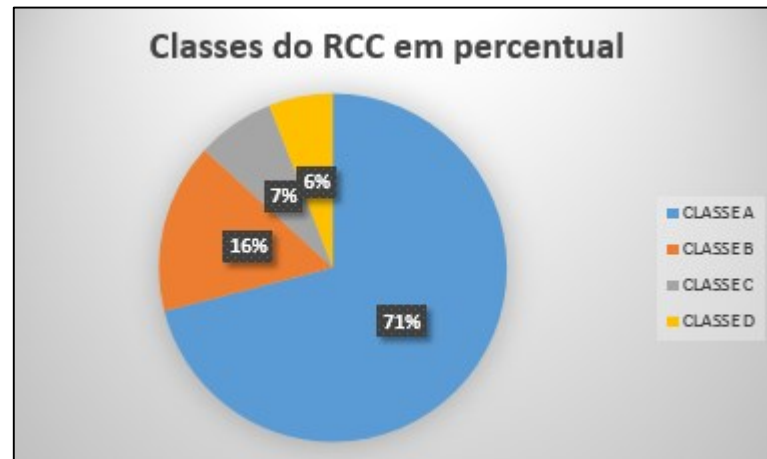
Figura 29 - Amostras coletadas no local de descarte de RCC



Fonte: Autora (2018)

O resultado da quantificação das classes de RCC está evidenciado no apêndice 1 e no gráfico 4, a seguir:

Gráfico 4 - Percentual de classes de resíduos



Fonte: Autora (2018)

Com isso, foi possível verificar que a classe mais encontrada em descarte é a Classe A (71% do volume de resíduos), onde segundo a Resolução nº 307 do CONAMA são os oriundos de componentes cerâmicos, argamassa, concreto, blocos, alvenaria, etc; e são os únicos reutilizáveis ou recicláveis como agregados na construção civil. O segundo mais descartado é o de classe B (16% do volume de resíduos), onde são: madeira, papel, papelão, gesso, plásticos, etc., também são materiais que podem ser reutilizados e reciclados para outras destinações, não sendo para a construção civil.

Em terceiro lugar, estão os resíduos de Classe C (7% do volume dos resíduos): isopor, no qual não existe tecnologia desenvolvida ainda para sua reutilização e/ou reciclagem; por fim, em quarto e último lugar, estão os resíduos de Classe D, onde são considerados perigosos, os solventes, tintas, óleos e outros provenientes de riscos à saúde, onde também ainda não foram desenvolvidas tecnologias para a sua reciclagem.

4.2.4 Processo de reciclagem

No caso da construção civil, a usina é própria para o processamento de resíduos de construção e demolição (Resíduos Classe A). Foi realizado o acompanhamento *in loco*, do processo de reciclagem na Usina de Reciclagem de Palmas-TO e verificado se a mesma atendia às normativas.

a) Recebimento do entulho

As caçambas de entulho são recebidas e despejadas em áreas distintas separados por classes de resíduo (A,B,C ou D), a classe A, fica na área de moagem e a classe B, em outra área da usina , conforme ilustra a imagem 30.

Figura 30 - Descarga de entulho na usina



Fonte: Autora, 2018

b) Triagem do entulho

Após o despejo de um grande volume de entulho Classe A, é realizada a triagem dos resíduos por meio de caminhões esteiras, onde eles são prensados e conseqüentemente ocorre diminuição da granulometria, conforme ilustra a figura 31.

Figura 31 – Triagem de resíduo de construção civil



Fonte: Autora (2018)

c) Britagem do entulho

O entulho com rejeitos menores é carregado para a “boca” do britador, por meio de pá-carregadeira, onde é descarregado direto no triturador, que é onde os resíduos sofrem mais uma vez a diminuição da sua dimensão.

Figura 32 - Britador da usina de reciclagem de RCC de Palmas-To



Fonte: Autora (2018)

d) Separação do entulho na mesa de triagem

Após ser passado pelo britador, os rejeitos são separados e descartados manualmente na mesa de triagem, materiais classe A de materiais de outras classes, que acabaram se juntando no processo de triagem, são descartados também qualquer material que ofereça risco de obstruir a passagem, conforme ilustra a figura 33.

Figura 33 - Mesa de triagem dos resíduos



Fonte: Autora (2018)

e) Vibração e peneiramento dos resíduos

Por fim os resíduos passaram pelo processo de vibração e peneiramento, no qual estes foram submetidos à três peneiras, onde em uma o resultado é de um material com alta granulometria, no qual pode ser reutilizado como material de aterro; outro com média granulometria, podendo também ser reutilizado como material de aterro e o último com baixa granulometria, que é o material mais fino, com a granulometria próxima à de areia, que pode ser reutilizado como agregado miúdo reciclado para a produção de argamassas, concretos, etc.

Onde chegaram ao processo final de reciclagem na usina, ilustrado na figura 34.

Figura 34 - 3 fases granulométricas de resíduos de construção civil reciclados



Fonte: Autora (2018)

4.3 ESTUDO DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO COM UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO RECICLADO

De acordo com o tópico 4.2.3, foi certificado que mais de 70% do entulho gerado da construção civil em grande parte das obras de Palmas-TO pode ser utilizado para reciclagem e reutilização para as construções civis, ou seja, pertencem à classe A. Neste capítulo são evidenciados os resultados de experimentos realizados pela autora, na produção de argamassas produzidas com RCC (resíduos de construção civil) no qual foram utilizados diferentes teores nos traços.

Os experimentos foram realizados no laboratório de solos, na Universidade Luterana de Palmas (CEULP/ULBRA), na cidade de Palmas-TO.

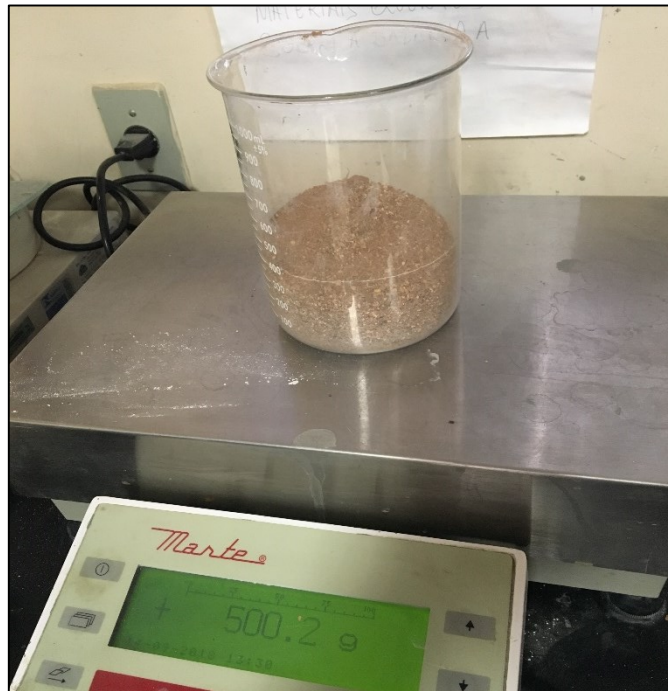
4.3.1 Caracterização dos materiais

Os materiais utilizados para os ensaios destinados à produção das argamassas foram: cimento, cal, agregado miúdo (natural e reciclado) e água.

a) Cimento

Foi utilizado o cimento CII-Z, adquirido no comércio de Palmas, onde o mesmo é um dos mais utilizados e de melhor qualidade nas obras da região, para melhorar a resistência das argamassas.

Figura 35 - Amostra de cimento utilizado

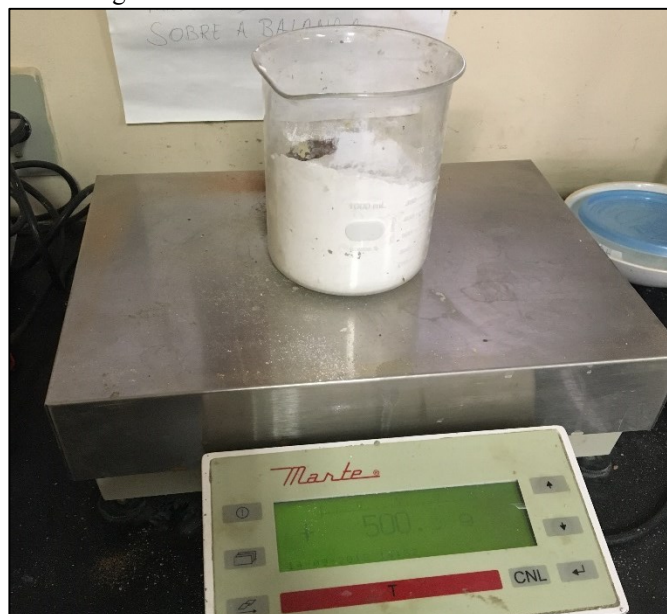


Fonte: Autora (2018)

b) Cal

Foi utilizada a Cal virgem (ver figura 36), para obtenção de maior plasticidade e trabalhabilidade das argamassas.

Figura 36 - Amostra de Cal utilizada



Fonte: Autora (2018)

c) Água

Foi utilizada água natural da rede de abastecimento de água de Palmas-TO

d) Agregado miúdo (Areia Natural)

Segundo NBR 7211:2015 - Agregado miúdo são grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 4,8 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 0,15 mm.

Para este trabalho foi utilizada a areia natural. A amostra coletada está evidenciada na figura 37.

Figura 37 - Amostra de agregado miúdo natural



Fonte: Autora (2018)

e) Agregado miúdo (Areia Reciclada)

O agregado miúdo reciclado utilizado (ver figura 38) foi proveniente de restos de construções e reformas, materiais estes: blocos cerâmicos, blocos de concreto, revestimentos cerâmicos, mármore e restos de argamassas de obras da cidade, onde eram todos da classe A. Este material foi triturado e peneirado na usina e mais uma vez peneirado na peneira de abertura 1,16mm no laboratório.

Figura 38 - Amostra de agregado miúdo reciclado na usina



Fonte: Autora (2018)

4.3.2 Ensaio de Granulometria

Conforme NBR 7217:1987 - Granulometria é o termo utilizado para medir a proporção relativa, em porcentagem, dos diferentes tamanhos dos grãos que constituem o agregado. A composição granulométrica tem grande influência nas propriedades futuras das argamassas e concretos. É determinada por meio de peneiramento, através de peneiras com determinada abertura constituindo uma série padrão.

Foi realizado o ensaio de granulometria, conforme a NBR 7217 - 1987 – Determinação da composição granulométrica; e avaliados conforme NBR 7211:2005 onde dois tipos de agregados miúdos foram utilizados: areia natural e areia de rejeito (RCC).

Foram utilizadas 500g de cada amostra e passadas peneiras com 6 aberturas, conforme ilustra a figura 39:

- 4,8 MM;
- 2,4 MM;
- 1,2 MM;
- 0,6 MM;
- 0,3 MM;
- 0,15 MM.

Figura 39 - Peneiras utilizadas para ensaio de granulometria



Fonte: Autora (2018)

4,8MM - Onde ficaram retidos os grãos maiores; 2,4 MM – onde ficaram retidos grãos medianos; 1,2MM - onde ficaram retidos os grãos finos; 0,6MM, 0,3MM e 0,15MM – onde se encontravam os grãos super finos.

Segundo NBR 7211:2005, os limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo são os seguintes:

- O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90;
- O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20;
- O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

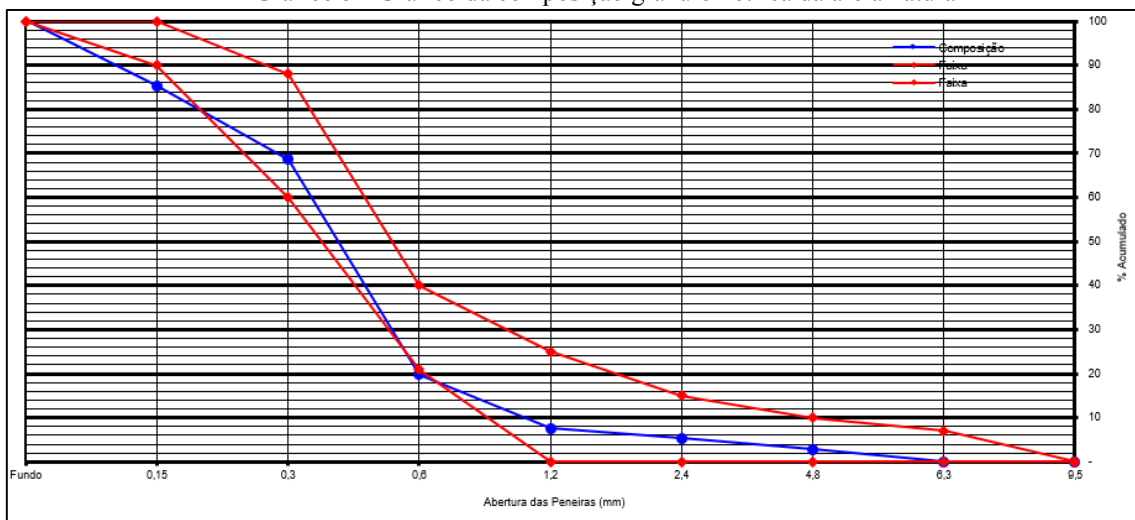
a) Resultado da composição granulométrica da areia natural

Para areia natural o valor da sua dimensão máxima característica foi de 4,8 MM e o seu módulo de finura de 1,90, conforme ilustra a tabela 1 e o gráfico 5. Portanto está qualificada na zona utilizável, número 2, onde significa que é um material fino.

Tabela 1 - Composição granulométrica da areia natural

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO (NBR NM248/2003)													
Aluna: Bruna Sônego Moreira										Data: 12/09/2018			
Procedencia: TCC - II										Amostra Nº 01			
Obra: Palmas - TO										Material: Areia Fina			
PENEIRAS		1ª DETERMINAÇÃO			2ª DETERMINAÇÃO			MÉDIA % RETIDA		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS-NBR 7211 AGR.P/CONCRETO			
Pol/Nº	(mm)	MASSA RETIDA (g)	% RETIDA		MASSA RETIDA (g)	% RETIDA		Simples	Acumul.	ZONA-1	ZONA-2	ZONA-3	ZONA-4
			Simples	Acumul.		Simples	Acumul.			MUITO FINA	FINA	MÉDIA	GROSSA
318	3,5		-	-		-	-	-	-	0	0	0	0
14	6,3		-	-		-	-	-	-	0 - 3	0 - 7	0 - 7	0 - 7
4	4,8	14,30	2,86	2,86	14,30	2,86	2,86	2,86	2,86	0 - 5	0 - 10	0 - 11	0 - 12
8	2,4	12,20	2,44	5,30	12,20	2,44	5,30	2,44	5,30	0 - 5	0 - 15	0 - 25	5 - 40
16	1,2	11,60	2,32	7,62	11,60	2,32	7,62	2,32	7,62	0 - 10	0 - 25	10 - 45	30 - 70
30	0,6	61,30	12,26	19,88	61,30	12,26	19,88	12,26	19,88	0 - 20	21 - 40	41 - 85	66 - 85
50	0,3	243,60	48,72	68,60	243,60	48,72	68,60	48,72	68,60	50 - 85	60 - 88	75 - 95	80 - 95
100	0,15	83,70	16,74	85,34	83,70	16,74	85,34	16,74	85,34	85 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
FUNDO		77,30	15,46	100,80	73,30	14,66	100,00	15,06	100,40	100	100	100	100
TOTAL		504,00	100,80		500,00	100,00		100,40		FAIXA GRANULOMÉTRICA			
TOTAL DA AMOSTRA		500,00	100,00		500,00	100,00		100,00		DETERMINE A ZONA: 2			
DIF. DA AMOSTRA		(4,00)	(0,79)		-	-		(0,40)					
MÓDULO DE FINURA				1,90			1,90			Areia Fina			
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA:				4,8									

Gráfico 5 - Gráfico da composição granulométrica da areia natural



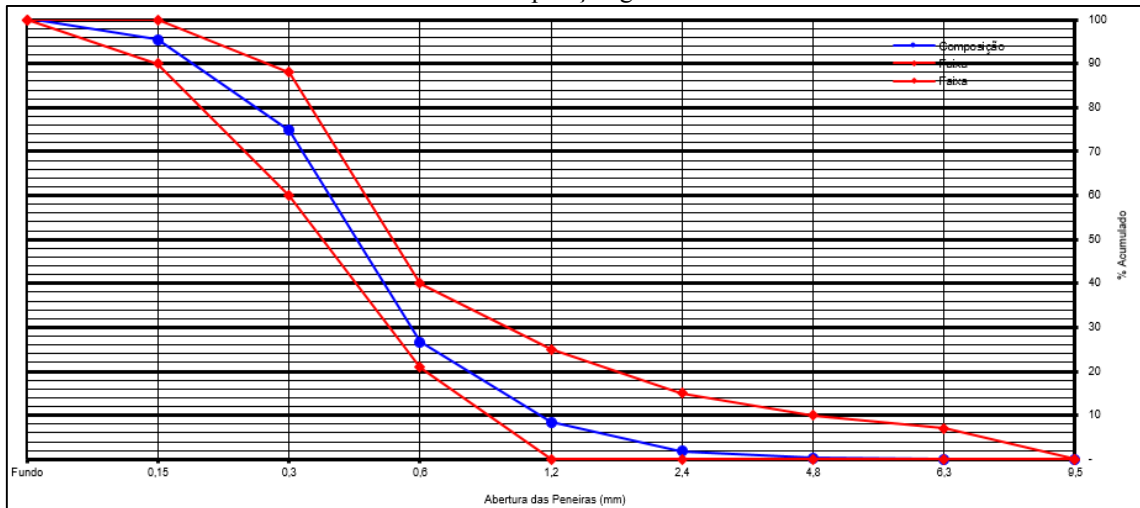
b) Resultado da composição granulométrica da areia reciclada

Para areia reciclada o valor da sua dimensão máxima característica foi de 4,8 MM e o seu módulo de finura de 2,08, conforme ilustra a tabela 2 e o gráfico 6. Portanto está qualificada também na zona utilizável, número 2, onde significa que é um material fino.

Tabela 2 - Composição granulométrica da areia reciclada

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO (NBR NM248/2003)													
Cliente: Bruna Sônego Moreira										Data: 12/09/2018			
Procedência: TCC II - Areia reciclada										Amostra Nº 02			
Obra: Palmas - TO										Material: Areia Fina			
PENEIRAS		1ª DETERMINAÇÃO			2ª DETERMINAÇÃO			MÉDIA % RETIDA		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS-NBR 1211 AGR P/CONCRETO			
Pol/Nº	(mm)	MASSA RETIDA (g)	% RETIDA		MASSA RETIDA (g)	% RETIDA		MÉDIA % RETIDA		ZONA-1	ZONA-2	ZONA-3	ZONA-4
			Simples	Acumul.		Simples	Acumul.	Simples	Acumul.	MUITO FINA	FINA	MÉDIA	GROSSA
3/8	3,5		-	-		-	-	-	-	0	0	0	0
1/4	6,3		-	-		-	-	-	-	0 - 3	0 - 7	0 - 7	0 - 7
4	4,8	1,70	0,34	0,34	1,70	0,34	0,34	0,34	0,34	0 - 5	0 - 10	0 - 11	0 - 12
8	2,4	7,30	1,46	1,80	7,30	1,46	1,80	1,46	1,80	0 - 5	0 - 15	0 - 25	5 - 40
16	1,2	33,30	6,66	8,46	33,30	6,66	8,46	6,66	8,46	0 - 10	0 - 25	10 - 45	30 - 70
30	0,6	91,20	18,24	26,70	91,20	18,24	26,70	18,24	26,70	0 - 20	21 - 40	41 - 65	66 - 85
50	0,3	240,60	48,12	74,82	240,60	48,12	74,82	48,12	74,82	50 - 85	60 - 88	75 - 95	80 - 95
100	0,15	103,20	20,64	95,46	103,20	20,64	95,46	20,64	95,46	85 - 100	90 - 100	90 - 100	90 - 100
FUNDO		23,60	4,72	100,18	23,60	4,72	100,18	4,72	100,18	100	100	100	100
TOTAL		500,90	100,18		500,90	100,18		100,18		FAIXA GRANULOMÉTRICA			
TOTAL DA AMOSTRA		500,00	100,00		500,00	100,00		100,00		2			
DIF. DA AMOSTRA		(0,90)	(0,18)		(0,90)	(0,18)		(0,18)		Areia Fina			
MÓDULO DE FINURA		2,08			2,08			2,08		DETERMINE A ZONA:			
DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA:		4,8			-			2,08					

Gráfico 6 - Gráfico da composição granulométrica da areia reciclada



Com os resultados dos ensaios de granulometria dos agregados miúdos, pode-se prosseguir com os experimentos.

O traço utilizado para estudo foi o de 1:1:3 (1 kg de cimento: 1kg de cal: 3 kg de agregado miúdo). O motivo da escolha deste traço é porque é um traço muito comum para utilização de argamassas para revestimento em vários tipos de construções, principalmente das obras estudadas no item 4.1.

4.3.3 Ensaio de Índice de Consistência

Foram utilizadas 4 misturas diferentes para argamassas, onde uma delas foi utilizada como referência, e que não foi colocado nenhum teor de agregado reciclado, já as outras 3, cada /

Quadro 5 - Teores de agregado reciclado nas argamassas

ARGAMASSA	DESCRIÇÃO DO TEOR DE RCC UTILIZADO	TRAÇO
AR 0%	Argamassa referência com 0% de teor de agregado reciclado e 100% de teor de agregado natural em sua composição	1 : 1 : 3
AR 33%	Argamassa com 33% (1/3 da qtd. de agr. miúdo) de teor de agregado reciclado e 67% (2/3 da qtd. de agr. miúdo) de teor de agregado natural em sua composição	1 : 1/3 : 2/3 : 3
AR 50%	Argamassa com 50% (1/2 da qtd. de agr. miúdo) de teor de agregado reciclado e 67% (1/2 da qtd. de agr. miúdo) de teor de agregado natural em sua composição	1 : 1/2 : 1/2 : 3
AR 100%	Argamassa com 100% de teor de agregado reciclado e 0% de teor de agregado natural em sua composição	1 : 1 : 3

Fonte: Autora (2018)

Essa propriedade é um indicador da trabalhabilidade, servindo de parâmetro para determinar a quantidade de água necessária à mistura, a fim de que a argamassa alcance trabalhabilidade desejável (OLIVEIRA, 2015). Neste trabalho, foi adotada consistência de 270 mm \pm 10 mm e a relação água/cimento de cada argamassa foi ajustada até obter este espalhamento. O ensaio foi realizado pela mesa de consistência manual.

Foi realizado o ensaio de índice de consistência, conforme a NBR 13276 (2002) - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência (ver figura 40 e 41).

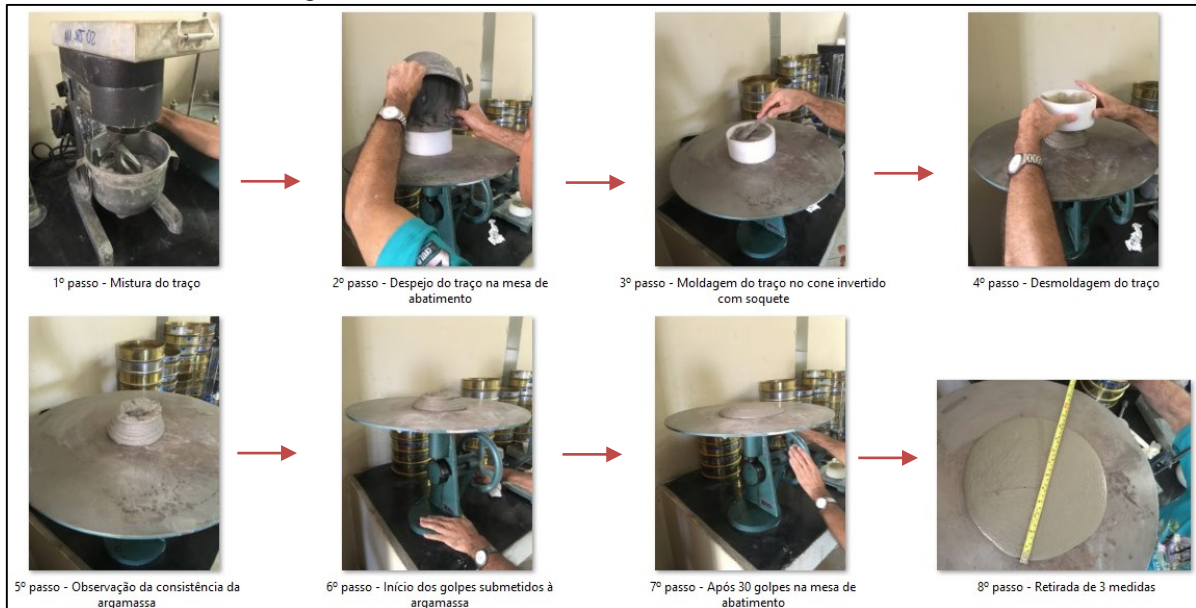
Figura 40 - Procedimento do ensaio de índice de consistência das argamassas na mesa “flow table”



Fonte: Autora (2018)

Foram utilizados os aparelhos: balança de precisão, mesa de índice de consistência (figura 41), molde tronco cônico para argamassa, soquete metálico e trena para medição das dimensões (pelo menos em três direções), onde segundo a norma, o resultado não deve exceder 300 mm (30 cm), tudo conforme NBR 7215.

Figura 41 - Procedimento do ensaio de índice de consistência



Fonte: Autora (2018)

Os valores identificados (Conforme ilustra o quadro 6) serviram de base para determinação da massa de água a ser utilizada nos traços tanto de referência, com 100% de agregado natural, quanto nos outros traços AR50%, AR33% e AR100%.

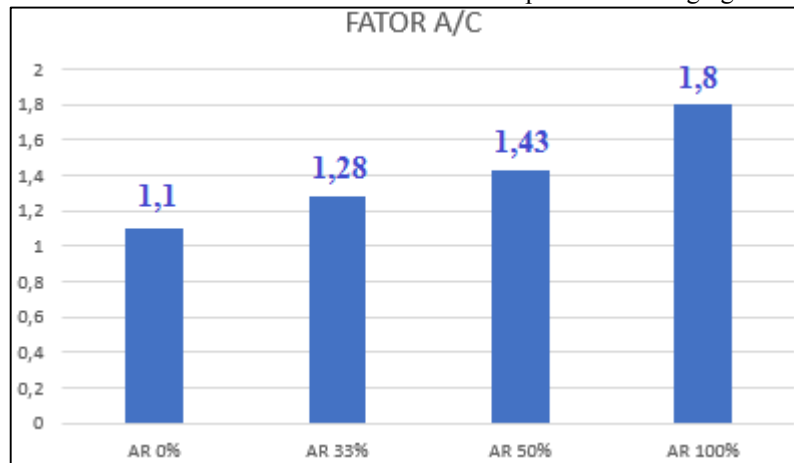
Os traços com agregados reciclados alcançaram aumento do fator água/aglomerante, em razão da influência da finura dos agregados, ou seja, quanto maior o teor de finos, maior a necessidade de água para atingir a consistência adequada da argamassa de revestimento desejada (ver quadro 7).

Quadro 6 - Resultado do índice de consistência e fator água/cimento das argamassas

TRAÇO	1ª MEDIDA (mm)	2ª MEDIDA (mm)	2ª MEDIDA (mm)	MÉDIA	FATOR A/C (Água/ cimento)
AR 0%	226,5	226,8	226	226,4	1,1
AR 33%	226,1	226	226,3	226,1	1,28
AR 50%	225,2	226,1	225,9	225,7	1,43
AR 100%	225,7	225,9	226,3	225,8	1,8

Fonte: Autora (2018)

Quadro 7 - Crescimento do fator A/C de acordo com o percentual de agregado reciclado



Fonte: Autora (2018)

4.3.4 Ensaio de Resistência à compressão axial

Segundo Oliveira (2015) as argamassas para revestimento devem possuir resistência à pequenos esforços de compressão axial. O ensaio para esta determinação foi realizado segundo a NBR 13279/2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.

a) Moldagem dos corpos de prova

Foram moldados um total de 24 corpos de prova, todos conforme NBR 7215/1996 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Foram divididos em: 6 CP's para cada tipo de argamassa (AR 0%, AR 50%, AR 33% e AR 100%), 2 para cada idade (7 dias, 14 dias e 28 dias).

b) Ensaio de compressão

Após a cura inicial (24h), foram mergulhados em um tanque com água, onde permaneceram de acordo com sua idade proposta para ruptura. Os CP's foram submetidos ao teste de resistência à compressão, conforme ilustra a figura 42.

Figura 42 - CP submetido à compressão axial



Fonte: Autora (2018)

Submetidas à esforços de compressão por tensão axial, as argamassas (CP's) obtiveram os seguintes resultados, conforme ilustra o quadro 8.

Quadro 5 - Resistência à tensão de ruptura pela compressão

IDADE	7 DIAS (Mpa)			14 DIAS (Mpa)			28 DIAS (Mpa)		
TRAÇO	CP 1	CP 2	MÉDIA	CP 1	CP 2	MÉDIA	CP 1	CP 2	MÉDIA
AR 0%	6,9	6,6	6,75	7,1	7,6	7,35	11,5	10	10,75
AR 33%	6,2	6,9	6,55	7,2	6,7	6,95	10	10,5	10,25
AR 50%	6,6	6,8	6,7	6,8	7,4	7,1	10,2	10,7	10,45
AR 100%	7,1	6,4	6,75	7,4	6,9	7,15	10,2	10,2	10,2

Fonte: Autora (2018)

4.3.5 Ensaio de Resistência de Aderência à Tração

O ensaio foi realizado nos 4 tipos de revestimentos com 28 dias, conforme esboça a figura 26, seguindo os procedimentos descritos na NBR 13528/2010. De acordo com a NBR 13749/1996 é preciso obter um valor maior que 0,20 Mpa para paredes internas, e maior que 0,30 Mpa, para paredes externas.

Uma parede de alvenaria de 1,60 m de largura x 1,20 m de altura foi levantada, com blocos cerâmico de 8 furos, onde a mesma foi chapiscada e por fim argamassada com os traços definidos. Este procedimento foi adotado para que a argamassa de revestimento tivesse uma melhor aderência com o bloco cerâmico e para que este não absorvesse a água de amassamento da argamassa. Dias após a aplicação do chapisco foram delimitadas quatro áreas de 80cm x 60cm onde os traços de argamassa foram aplicados, conforme ilustra a figura 43.

Figura 43 - Mini-parede com aplicação de 4 traços de argamassa



Fonte: Autora (2018)

Para o procedimento experimental foram utilizados os seguintes materiais:

- Blocos cerâmicos;
- Colher de pedreiro;
- Argamassas;
- Réguas;
- Esponja;
- Cola com base epóxi;
- Serra Copo (D= 53mm);
- Furadeira;
- Pastilhas;
- Dinanômetro;

Após cura completa das argamassas (>28 dias) foi dada continuidade no procedimento de execução do ensaio, onde foram delimitados os locais de colagem das pastilhas, fazendo 6 furos de seção circular de 50mm de diâmetro para cada tipo de argamassa (conforme ilustra a figura 44), coladas e submetidas ao ensaio de arrancamento (ver figura 45).

Figura 44 - Mini-parede com pastilhas coladas antes de sofrerem ruptura com dinamômetro



Fonte: Autora (2018)

Figura 45 - Diferentes modelos de rupturas da argamassa AR50%



Fonte: Autora (2018)

Os resultados obtidos foram os seguintes, conforme ilustram as tabelas 3, 4, 5 e 6:

Tabela 3 - Resultado resistência aderência à tração AR0%

Ensaio de Resistência de Aderência à Tração										
Cliente: Bruna Sônego		TCC II	Obra: CEULP/ULBRA							
Data do ensaio: 19/10/2018		Tipo de argamassa: AR 0%		Tipo do substrato: Alvenaria						
Tipo do corte: a seco		Seção dos corpos de prova: circular (D= 50mm)		Aplicação/idade: >28 dias						
Corpo de Prova	Área (cm ²)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura					Espessura do Revestimento (mm)	Observações	
			a	b	c	d	e			
1	19,63	0,42			x			20	99% na argamassa e 1% na cola	
2	19,63	0,32				x		20	99% na argamassa e 1% na cola	
3	19,63	0,41			x			20	100% na argamassa	
4	19,63	0,37	x					20	15 % no chapisco e 75% na argamassa	
5	19,63	0,36	x					20	10% no chapisco e 90% na argamassa	
6	19,63	0,5			x			20	100% na argamassa	
	MÉDIA	0,40								

Formas de Ruptura

- a) Ruptura na interface argamassa/substrato
- b) Ruptura da argamassa de revestimento
- c) Ruptura de substrato
- d) Ruptura na interface revestimento/cola
- e) Ruptura na interface cola/pastilha

Fonte: Autora (2018)

Tabela 2 - Resultado resistência aderência à tração AR33%

Ensaio de Resistência de Aderência à Tração										
Cliente: Bruna Sônego		TCC II	Obra: CEULP/ULBRA							
Data do ensaio: 19/10/2018		Tipo de argamassa: AR 33%		Tipo do substrato: Alvenaria						
Tipo do corte: a seco		Seção dos corpos de prova: circular (D= 50mm)		Aplicação/idade: >28 dias						
Corpo de Prova	Área (cm ²)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura					Espessura do Revestimento (mm)	Observações	
			a	b	c	d	e			
1	19,63	0,53		x				19	100 % na argamassa	
2	19,63	0,47		x				20	100 % na argamassa	
3	19,63	0,32				x		19,5	99% na argamassa e 1% na cola	
4	19,63	0,55		x				20	100 % na argamassa	
5	19,63	0,52	x					20	80% no chapisco e 20% na argamassa	
6	19,63	0,34	x					20	100% no chapisco	
	MÉDIA	0,46								

Formas de Ruptura

- a) Ruptura na interface argamassa/substrato
- b) Ruptura da argamassa de revestimento
- c) Ruptura de substrato
- d) Ruptura na interface revestimento/cola
- e) Ruptura na interface cola/pastilha

Fonte: Autora (2018)

Tabela 3 - Resultado resistência aderência à tração AR 50%

Ensaio de Resistência de Aderência à Tração									
Cliente:	Bruna Sônego	TCC II	Obra:	CEULP/ULBRA					
Data do ensaio:	19/10/2018	Tipo de argamassa:	AR 50%	Tipo do substrato:	Alvenaria				
Tipo do corte:	a seco	Seção dos corpos de prova:	circular (D= 50mm)	Aplicação/idade:	>28 dias				
Corpo de Prova	Área (cm ²)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura					Espessura do Revestimento (mm)	Observações
			a	b	c	d	e		
1	19,63	0,34				x		20	99% na argamassa e 1% na cola
2	19,63	0,41		x				20	100 % na argamassa
3	19,63	0,4				x		20	99% na argamassa e 1% na cola
4	19,63	0,38	x					20	10 % no chapisco e 90% na argamassa
5	19,63	0,46	x					20	85% no chapisco e 15% na argamassa
6	19,63	0,42		x				20	100% na argamassa
	MÉDIA	0,40							

Formas de Ruptura

- a) Ruptura na interface argamassa/substrato
- b) Ruptura da argamassa de revestimento
- c) Ruptura de substrato
- d) Ruptura na interface revestimento/cola
- e) Ruptura na interface cola/pastilha

Fonte: Autora (2018)

Tabela 4 - Resultado resistência aderência à tração AR100%

Ensaio de Resistência de Aderência à Tração									
Cliente:	Bruna Sônego	TCC II	Obra:	CEULP/ULBRA					
Data do ensaio:	19/10/2018	Tipo de argamassa:	AR 100%	Tipo do substrato:	Alvenaria				
Tipo do corte:	a seco	Seção dos corpos de prova:	circular (D= 50mm)	Aplicação/idade:	>28 dias				
Corpo de Prova	Área (cm ²)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura					Espessura do Revestimento (mm)	Observações
			a	b	c	d	e		
1	19,63	0,27				x		20	99% na argamassa e 1% na cola
2	19,63	0,34	x					20	10 % no chapisco e 90% argamassa
3	19,63	0,37				x		20,5	99% na argamassa e 1% na cola
4	19,63	0,7		x				20	100 % na argamassa
5	19,63	0,57	x					20	85% no chapisco e 15% na argamassa
6	19,63	0,49		x				20	100% na argamassa
	MÉDIA	0,46							

Formas de Ruptura

- a) Ruptura na interface argamassa/substrato
- b) Ruptura da argamassa de revestimento
- c) Ruptura de substrato
- d) Ruptura na interface revestimento/cola
- e) Ruptura na interface cola/pastilha

Fonte: Autora (2018)

5 CONCLUSÕES E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Através da verificação da gestão de cinco empreendimentos, foi possível concluir que apenas uma das obras apresentou resultados positivos, a obra 1, quanto à conscientização sobre redução e reutilização de resíduos da construção civil. Embora uma das obras tenha se destacado positivamente, há ainda uma deficiência muito grande no sistema de gerenciamento das obras de Palmas – TO, por mais que exista a lei municipal nº 1597 (Implantação e operação do Sistema de Gestão para Redução da Disposição Final de Futuros Resíduos Sólidos Domiciliares, na forma que especifica no Município de Palmas/TO), a mesma ainda não é respeitada à risca pelos construtores da cidade.

Visto que surge a necessidade de um planejamento adequado para cada canteiro de obra, métodos de gestão de RCC, onde tem como propósito, principalmente, à preservação do meio ambiente, redução de custos com descarte incorreto, fazendo com que haja um crescimento da economia no ramo da construção civil.

Nos dias de hoje, a procura por materiais alternativos está cada vez mais evidente. Por conta disso, foi analisado neste trabalho, alternativas da substituição de agregado natural pelo agregado reciclado, no qual foi coletado da usina de reciclagem determinada para acompanhamento do processamento, para a produção de argamassas de revestimento. Concluiu-se que nas argamassas produzidas com teores do agregado reciclado (Argamassas recicladas – AR33%; AR50% e AR100%), resultou no aumento do fator água/cimento comparado com a argamassa produzida com agregado natural (Argamassa referência – AR0%), resultado esperado em razão da argamassa reciclada possuir matérias constituintes, onde há alto teor de finos em sua estrutura, fazendo com que absorvam grande quantidade de água.

Por outro lado, as argamassas recicladas também apresentaram um desempenho adequado quanto à resistência mecânica (à compressão), no qual os resultados foram satisfatórios, onde a argamassa produzida com 50% de teor de agregado reciclado obteve um valor de resistência final de 28 dias muito próximo em comparação ao valor da argamassa de referência, constituída de areia natural.

De forma geral, conclui-se que, com base nas características estudadas, o uso de agregados reciclados é viável para produção de argamassas de revestimento. No entanto, é importante ressaltar que a substituição total do agregado natural pelo agregado reciclado, por vezes, causou prejuízos às resistências mecânicas da argamassa e à sua trabalhabilidade.

A argamassa produzida com até 50% de agregado reciclado apresentou-se com melhor desempenho de resistência e trabalhabilidade, e a argamassa produzida com até 33% de

agregado reciclado apresentou uma média de resistência à aderência satisfatória comparada à argamassa de referência, assim como as argamassas de outros teores.

Quanto à usina de reciclagem estudada, a mesma obteve avaliação positiva, pois é uma usina que possui equipamentos adequados e com capacidade de reciclagem dos resíduos recebidos na mesma. É importante evidenciar que o agregado reciclado cujo foi estudado em laboratório e obteve resultados satisfatórios foi coletado da usina.

Finalmente pode-se dizer que com adequado manejo, os agregados reciclados podem ser usados na preparação de argamassas para revestimento, devendo o poder público incentivar o beneficiamento e a reutilização dos resíduos de construção e demolição em benefício do meio ambiente e do futuro da própria humanidade.

Como sugestões para continuidade da pesquisa e, visando à contribuição para a melhoria da compreensão das mudanças ocorridas com a substituição de agregado natural pelo agregado reciclado, são feitas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Estudar a viabilidade econômica do uso do agregado reciclado para a construção civil;
- Estudar a influência das impurezas (materiais de outras classes) presentes na argamassa reciclada e suas propriedades de beneficiamento;
- Estudar a trabalhabilidade das argamassas para diferentes teores de agregado reciclado incorporado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTAL, Ecotrans. **Coleta de resíduos de construção civil** . Disponível em: <<http://www.ecotransambiental.com.br/coleta-residuos-construcao-civil>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

AMBIENTAL, Tera. **Obra sustentável: saiba mais sobre a reciclagem dos resíduos da construção civil** . Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/obra-sustentavel-saiba-mais-sobre-a-reciclagem-dos-residuos-da-construcao-civil>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.463: Coleta de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.112: Resíduos de construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Análise granulométrica dos solos**. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.276: Argamassa para assentamento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215: Cimento Portland: Determinação da resistência a Compressão.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregado para concreto e argamassa – Especificação.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217: Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL, Constituição Federal: **Artigo n. 225 de 14 de dez. de 2017. Capítulo do Meio Ambiente.** Brasília, DF, dez. de 2017.

COMO CONSTRUIR NA PRÁTICA, Equipe de Obra. **Classificação de resíduos** . Disponível em: <<http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/37/artigo220705-1.aspx>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

LIMA, Archélia Rodrigues Oliveira; ALMEIDA, Jaelbe José Sousa de. **Impactos ambientais causados pelos resíduos da construção civil.** *Revista* eae, Imperatriz, Ma, p.1-2, 20 mar. 2018.
NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil** – Oficina de textos. 2016

PENSAMENTO VERDE, Redação. **Conheça o processo de reciclagem do gesso** . Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/conheca-o-processo-de-reciclagem-gesso/>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

REIS JÚNIOR, Antônio José Andrade dos. **Construção Civil Sustentável a partir da implantação de um sistema de gestão ambiental (SGA).** *Sga na Construção Civil*, Santo Antônio de Jesus - Ba, p.2-2, 27 jul. 2008.

RESÍDUOS SÓLIDOS, Portal . **Classificação dos Resíduos da Construção Civil no Brasil** . Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 5 de Julho. nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96.

RIBEIRO, Orlando. **Avanços tecnológicos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/avancos-tecnologicos-da-construcao-civil-bibt8cnjo7y9jo5x76d00szm6>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

SCALONE, Paola Arima. **Gerenciamento de resíduos de construção civil: estudo de caso em empreendimentos residencial e comercial em Londrina/PR**, 2013. Acesso em: 7 de abr. 2018.

SUA PEGADA MAIS LEVE, Ecycle. **Como fazer o descarte de entulhos de obra corretamente?**. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/45-construcao-demolicao/80-destinacao-entulho.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

TORANZO, Bruno. **CONSTRUCT: 7 dicas para reciclagem de resíduos da construção civil**. 2016. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/7-dicas-para-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

RESEARCHGATE https://www.researchgate.net/publication/319621160_Correlacao_entre_A_reia_Natural_versus_Areia_Artificial_para_Confeccao_de_Concreto Acesso em: 08 de set. 2018.

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 06 de agost. 2018.

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 09 set.. 2018.

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 23 agost. 2018.

ZORDAN, Sérgio E. **Entulho da indústria da construção civil**. Disponível em <www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm> Acesso em 13 jul. 2018.

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.

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 05 agost. 2018.

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

SHAW, Jane S. **Recycling**. Disponível em <<http://www.econlib.org/library/Enc/Recycling.html>> Acesso em 06 set. 2018.

GRIGOLI, Ademir S. O uso de entulho de obra na própria obra como parâmetro de organização de canteiro e redução de custos. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, IX, 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002.

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

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

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.

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

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

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%20numeros.htm>> Acesso em 12 out. 2017

JOHN, Vanderley M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. 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.

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.

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

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

GRIGOLI, Ademir S. O uso de entulho de obra na própria obra como parâmetro de organização de canteiro e redução de custos. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, IX, 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002.

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

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

APÊNDICES

Apêndice 1 – Percentual de classes dos resíduos oriundos da construção civil de Palmas-To

CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS DE RCC - COLETADAS NO LOCAL DE DESCARTE DA CIDADE DE PALMAS-TO												
MÊS	SEMANA	AMOSTRAS	CLASSE A*		CLASSE B*		CLASSE C*		CLASSE D*		PERCENTUAL (%)	
			PESO MATERIAL (kg)	PERCENTUAL (%)	PESO MATERIAL (kg)	PERCENTUAL (%)	PESO MATERIAL (kg)	PERCENTUAL (%)	PESO MATERIAL (kg)	PERCENTUAL (%)		
	SEMANA 1	AMOSTRA 1	10,32	68,8%	3,58	24%	0,753	5%	0,347	2%		
		AMOSTRA 2	12,67	84,5%	0,9	6%	1,43	10%	0	0%		
		AMOSTRA 3	10,21	68,1%	1,53	10%	0,53	4%	2,73	18%		
		AMOSTRA 4	9,85	65,7%	2,65	18%	1,85	12%	0,65	4%		
		AMOSTRA 5	14,27	95,1%	0,43	3%	0,3	2%	0	0%		
MÊS 01		AMOSTRA 1	12,97	86,5%	1,37	9%	0,66	4%	0	0%		
		AMOSTRA 2	11,95	79,7%	2,65	18%	0,4	3%	0	0%		
		AMOSTRA 3	8,45	56,3%	1,13	8%	1,74	12%	3,68	25%		
		AMOSTRA 4	7,34	48,9%	1,27	8%	5,43	36%	0,96	6%		
		AMOSTRA 5	3,76	25,1%	10,2	68%	1,04	7%	0	0%		
	SEMANA 2	AMOSTRA 1	12,63	84,2%	1,28	9%	0,84	6%	0,25	2%		
		AMOSTRA 2	14,65	97,7%	0	0%	0,35	2%	0	0%		
		AMOSTRA 3	15	100,0%	0	0%	0	0%	0	0%		
		AMOSTRA 4	13,62	90,8%	0,53	4%	0,4	3%	0,45	3%		
		AMOSTRA 5	9,84	65,6%	3,45	23%	0,53	4%	1,18	8%		
MÊS 02		AMOSTRA 1	10,72	71,5%	2,59	17%	1,1	7%	0,59	4%		
		AMOSTRA 2	11,98	79,9%	2,65	18%	0,37	2%	0	0%		
		AMOSTRA 3	6,8	45,3%	0,32	2%	1,45	10%	6,43	43%		
		AMOSTRA 4	6,54	43,6%	7,32	49%	1,14	8%	0	0%		
		AMOSTRA 5	7,54	50,3%	2,83	19%	0,1	1%	4,53	30%		
	SEMANA 3	AMOSTRA 1	12,49	83,3%	1,76	12%	0,75	5%	0	0%		
		AMOSTRA 2	9,53	63,5%	1	7%	4,3	29%	0,17	1%		
		AMOSTRA 3	11,73	78,2%	2,75	18%	0,52	3%	0	0%		
		AMOSTRA 4	12,87	85,8%	2,13	14%	0	0%	0	0%		
		AMOSTRA 5	13,56	90,4%	1,16	8%	0	0%	0,28	2%		
MÊS 03		AMOSTRA 1	8,94	59,6%	3,21	21%	2,72	18%	0,13	1%		
		AMOSTRA 2	7,34	48,9%	6,41	43%	1,25	8%	0	0%		
		AMOSTRA 3	6,32	42,1%	3,21	21%	1,1	7%	4,37	29%		
		AMOSTRA 4	13,94	92,9%	0,32	2%	0,74	5%	0	0%		
		AMOSTRA 5	11,54	76,9%	2,63	18%	0,83	6%	0	0%		
			71,0%		16%		7%		6%			

Fonte: Autoria própria

Ferramentas Ajuda



E-mail

Modo de pesquisa

Buscar em arquivos da internet

Nome do arquivo de entrada

C:\Users\Bruna Sonego\Downloads\TCC_2.docx

Relatório

Analisar

Tempo

00:07:08

Progresso

100%

Chance

1,12% Ok

Status

Principal

Remover



Referência Bibliográfica Automática

Acesse

<https://referenciabibliografica.net>

