

CENTRO PAULA SOUZA

ETEC ITAQUERA ||

Técnico em Edificações

**Beatriz de Fatima Figueiredo
Gabriel de Oliveira Costa Silva
Jean Kaio do Carmo
Nauane Cristina Santos Brito
Phelipe Iemes dos Santos
Samuel Sampaio Rufino**

**DESENVOLVIMENTO DE TIJOLO ECOLÓGICO POR MEIO DOS
RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

São Paulo

2018

**Beatriz de Fatima Figueiredo
Gabriel de Oliveira Costa Silva
Jean Kaio do Carmo
Nauane Cristina Santos Brito
Phelipe Iemes dos Santos
Samuel Sampaio Rufino**

**DESENVOLVIMENTO DE TIJOLO ECOLÓGICO POR MEIO DOS
RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Edificações da ETEC Itaquera II,
orientado pela professora Larissa
Dias Costa, como requisito parcial
para obtenção do título de Técnico
em Edificações.

São Paulo

2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos pais, irmãos, amigos e professores, que contribuíram sobremaneira para realização de nossos estudos e para nossa formação como seres humanos.

RESUMO

A indústria da construção civil é autenticada como uma atividade responsável pelo desenvolvimento econômico e social do país, contudo, é responsável por uma significativa parcela dos impactos negativos ao meio ambiente, seja exploração e modificação dos recursos naturais ou pela geração de resíduos. Nos canteiros de obra ocorrem perdas significativas de materiais, com excessiva geração de resíduos e esse fator aumenta ainda mais quando não há descarte final adequado. O trabalho abordará as definições, diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais por meio da resolução 307/2002 CONAMA, e outras referências bibliográficas. Apresentaremos também os resíduos da construção civil, como solução para estes problemas, de forma a elaborar um tijolo ecológico que não agrave os impactos no meio ambiente, utilizando os materiais residuais da classe A encontrados nos canteiros de obras das edificações.

Palavras-chave: Resíduos, Gerenciamento, Construção Civil, Reciclagem.

ABSTRACT

The construction industry is authenticated as an activity responsible for the economic and social development of the country, however, it is responsible for a significant portion of the negative impacts to the environment, whether exploration and modification of natural resources or generation of waste. On site, significant material losses occur, with excessive waste generation and this factor increases even more when there is no adequate final disposal. The work will address the definitions, guidelines, criteria and procedures for the management of construction waste disciplining the necessary actions in order to minimize environmental impacts through CONAMA resolution 307/2002 and other bibliographic references. We will also present the construction waste as a solution to these problems, in order to elaborate an ecological brick that does not aggravate the impacts on the environment, using the residual materials of class A found in the construction sites of the buildings.

Keywords: Waste, Management, Construction, Recycling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	9
2.2 GERADORES	9
2.3 TRANSPORTADORES	9
2.4 AGREGADO RECICLADO	9
2.5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	10
2.6 REUTILIZAÇÃO	10
2.7 RECICLAGEM	10
2.8 BENEFICIAMENTO	10
2.9 ATERRO DE RESÍDUOS CLASSE A DE RESERVAÇÃO DE MATERIAL PARA USOS FUTUROS	10
2.10 ÁREA DE TRANSBORDO E TRIAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS VOLUMOSOS (ATT)	10
2.11 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	11
2.12 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	11
2.2.1 OUTROS INSTRUMENTOS LEGAIS	11
2.2.1.1 NORMAS TÉCNICAS – ABNT	11
2.2.1.2 PBPQ-H	12
2.2.1.3 ESTATUTO DA CIDADE	12
2.2.1.4 AGENDA 21	13
2.2.1.5 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	13
3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	14
3.1 CLASSE A	14
3.2 CLASSE B	15
3.3 CLASSE C	15
3.4 CLASSE D	15
4. GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM CADA ETAPA DA OBRA E SEU POSSÍVEL REAPROVEITAMENTO	16
5. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM CONSTRUÇÃO CIVIL	18
6. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
6.1 SEGREGAÇÃO	20
6.2 ACONDICIONAMENTO	21
6.2.1 BIG BAGS	21
6.2.2 BAIAS	21

6.2.3 CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS	22
6.3.4 LIXEIRAS COMUNS	22
6.3 TRANSPORTE	22
6.4 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL	22
7. RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	23
8. FABRICAÇÃO DE TIJOLOS COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
8.1 FABRICAÇÃO DO TIJOLO COM RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO	25
8.1.1 O PRIMEIRO PROCESSO	25
8.1.2 PROCESSO DE MISTURA	26
8.1.3 SOLO	26
8.1.4 CAL	26
8.1.5 FABRICAÇÃO DA SOLO-CAL	27
8.1.6 TIJOLOS DE SOLO-CAL	27
8.1.7 SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO	28
8.1.8 MISTURA PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO	28
8.1.9 PRENSAMENTO PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO	28
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

As atividades produzidas durante a execução do empreendimento na construção civil geram uma quantia significativa de resíduos no canteiro de obras, essa quantia se torna negativa ao meio ambiente quando não é descartada de forma correta, causando impactos ambientais, tanto no meio físico, biótico e antrópico.

Os resíduos da construção podem ser compostos de matéria prima e reutilizados em outras etapas construtivas. A incorporação de novos avanços tecnológicos associados a um sistema competente de reciclagem e mão de obra. Se bem organizado se torna eficiente, de forma econômica e sustentável.

Estudos indicam que a construção e manutenção de obras de habitação, estradas, hospitais e escolas consomem até 75% dos recursos naturais extraídos no planeta. Além da questão do material, a busca de novas soluções construtivas, o emprego viável de novas ferramentas, a reciclagem de resíduos, o desenvolvimento sustentável e acabar com o desperdício no ramo através de racionalização e planejamento, fazem com que novos materiais, ou ainda, materiais de elevado desempenho e sistema construtivo mais eficiente sejam os principais objetivos na tentativa de estabelecer uma relação saudável entre baixo custo, sustentabilidade e qualidade das obras e, esses são desafios encarados por pesquisadores, engenheiros, arquitetos e a própria sociedade (MIELI, 2009).

Buscando uma solução mais sustentável para o setor da construção civil e contribuindo para diminuir o descarte de resíduos, este trabalho irá propor um estudo desses resíduos com o objetivo de inserir este material na produção de tijolos ecológicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 é o principal marco regulatório na gestão de resíduos da construção civil. Antes da sua criação em 2002, não havia clareza na identificação dos resíduos gerados pela atividade da construção civil entre os resíduos qualificados nas normas técnicas de referência. A definição de resíduos sólidos urbanos da NBR 10004 referia-se ao conjunto de resíduos em estado sólido ou semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, ou seja, não era mencionada, explicitamente, a atividade da construção civil como geradora de resíduos (CARELI, 2008). Conforme a resolução determina diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

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

2.2 GERADORES

São pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos na resolução apresentada. Segundo a Resolução CONAMA nº 307 define que pequenos geradores geram até 5 m³ de resíduos e grandes geradores geram mais de 5 m³ de resíduos.

2.3 TRANSPORTADORES

São as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

2.4 AGREGADO RECICLADO

É o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

2.5 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

É o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

2.6 REUTILIZAÇÃO

É o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo.

2.7 RECICLAGEM

É o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.

2.8 BENEFICIAMENTO

É o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto.

2.9 ATERRO DE RESÍDUOS CLASSE A DE RESERVAÇÃO DE MATERIAL PARA USOS FUTUROS

É a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a preservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente.

2.10 ÁREA DE TRANSBORDO E TRIAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS VOLUMOSOS (ATT)

Área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

2.11 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

2.12 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

2.2.1 OUTROS INSTRUMENTOS LEGAIS

A seguir será feita uma breve apresentação de outros instrumentos legais que visam proteger os espaços urbanos dos impactos causados pelos resíduos sólidos, mesmo que não sejam tão específicos como a Resolução CONAMA nº307.

2.2.1.1 NORMAS TÉCNICAS - ABNT

A integração entre as normas técnicas às políticas públicas são fundamentais para a viabilização do exercício dos agentes públicos (governo Municipal e/ou Federal) e os geradores de. Para viabilizar o manejo correto dos resíduos em áreas específicas, foram preparadas as seguintes normas técnicas:

- NBR 15112:2004 - Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: possibilitam o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Têm importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderão, se licenciados para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.
- NBR 15113:2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação: solução adequada para disposição dos resíduos classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, considerando critérios para preservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.

- NBR 15114:2004 - Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: possibilitam a transformação dos resíduos da construção classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção.

O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos que, por sua vez, será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção. As normas técnicas que estabelecem as condições para o uso destes agregados são as seguintes:

- NBR 15115:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.
- NBR 15116:2004 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

2.2.1.2 PBPQ-H

O PBQP-H (Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat) é um instrumento do Governo Federal para o cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando foi assinada a Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SIAC), do PBQP-H, prevê, em seu escopo, a necessidade da “consideração dos impactos no meio ambiente dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas), definindo um destino adequado para os mesmos”, como condição para qualificação das construtoras no conceito “A”. A ausência desses requisitos poderá resultar na restrição ao crédito oferecido por instituições financeiras que exigem tal qualificação como critério de seleção para seus beneficiários.

2.2.1.3 ESTATUTO DA CIDADE

O Estatuto da Cidade é a denominação oficial da lei 10.257 de 10 de julho de 2001, que regulamenta o capítulo "Política urbana" da Constituição brasileira. Surgiu como projeto de lei em 1988, proposto pelo então senador Pompeu de Sousa. No

entanto só foi aprovado pela câmara em 2001 e sancionado pelo Presidente Fernando Henrique Cardoso em julho daquele ano.

O estatuto criou uma série de instrumentos para que a cidade pudesse buscar seu desenvolvimento urbano, sendo o principal o plano diretor, que deve articular os outros no interesse da cidade. Sendo assim determina a “ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar (entre outras) a poluição e a degradação ambiental”, o que significa que a lei visa mediar conflitos entre usos e ocupações incompatíveis na cidade.

2.2.1.4 AGENDA 21

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro, em 1992. É um documento que estabeleceu a importância de cada país a se comprometer em refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. Cada país desenvolve a sua Agenda 21 e no Brasil as discussões são coordenadas pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS).

A Agenda 21 tem como preocupação “promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis” implicando na redução de desperdícios de matérias-primas, assim como, na gestão adequada de resíduos.

2.2.1.5 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), um projeto previsto na Lei 12350/10 de 2010, tem como objetivo evitar e prevenir a geração de resíduos sólidos. Sendo assim, suas metas são promover uma cultura sustentável incentivando a reciclagem, reutilização e fins adequados aos resíduos sólidos onde a responsabilidade deste processo é atribuída como sendo desde o governo aos geradores de resíduos.

Uma das ações que devem ser tomadas por este projeto, está erradicação de lixões abertos até 2014, até quando devem ser criados aterros que estejam adequados às normas ambientais, estabelecer coleta seletiva em residências, além da compostagem de resíduos orgânicos (fazer adubos), evitando a sobrecarga nos aterros. Os governos estadual e municipal devem, juntos, elaborar um plano de resíduos sólidos, estabelecendo uma logística de manejo e apontado metas para

redução e reciclagem, avaliando os principais geradores e avaliando os aspectos econômicos.

Apesar da responsabilidade de coleta e destinação dos resíduos ser atribuído ao poder público, pelo PNRS, o gerenciamento destes é de responsabilidade das empresas, exceto para os resíduos domiciliares e de limpeza urbana. Assim a responsabilidade sobre os resíduos provenientes de atividades industriais, comerciais e serviços privados passa a ser do próprio gerador, caracterizando o sistema com uma logística reversa.

Como diretriz social do PNRS está a regulamentação dos catadores de lixo é um dos principais pontos, o qual visa o estabelecimento desses trabalhadores em cooperativas e associações. Esta questão tem por objetivo reduzir os riscos à saúde dos catadores e tirando estas pessoas da informalidade lhes proporcionando um reconhecimento social e qualificação profissional, além de contribuir para diminuição da marginalização e invisibilidade social.

Dessa maneira a PNRS é uma lei que visa reverter e diminuir um dos principais problemas ambientais que é o descarte dos produtos sólidos. Como essa lei é relativamente jovem, muitas ações ainda estão em andamento. Sendo assim, o Poder público deve ser implacável na fiscalização frente às empresas quando ao gerenciamento dos resíduos e trabalhar frente a população buscando estimular uma educação ambiental de forma que estes não sejam apenas coadjuvantes, mas sim estejam à frente deste processo.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

De acordo com os critérios definidos pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA os resíduos são divididos em quatro classes, que permite estabelecer uma destinação final adequada para os resíduos da construção civil.

3.1 CLASSE A

Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

3.2 CLASSE B

São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.

3.3 CLASSE C

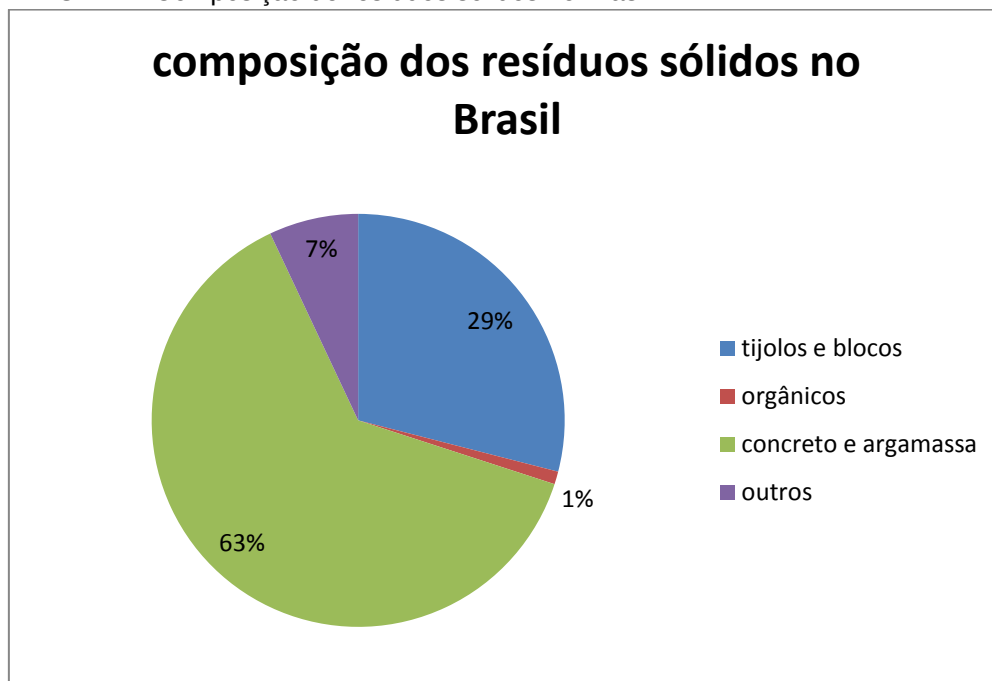
São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

3.4 CLASSE D

São resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Algumas estatísticas apontam porcentagens entre 60% a 80% dos resíduos sólidos da construção passíveis de serem reciclados (Pinto 1999).

IMAGEM 1: Composição de resíduos sólidos no Brasil



Fonte: Blumenschein, R. 2004

4. GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM CADA ETAPA DA OBRA E SEU POSSÍVEL REAPROVEITAMENTO

Neves (2009) clarifica que na construção civil, os resíduos são gerados devido às perdas de materiais, que ocorrem em cada etapa da construção. Lima e Lima (2012) ressalta que dentre os inúmeros fatores que contribuem para as perdas e consequentemente a geração dos resíduos estão: diferenças entre as quantidades de materiais previstas no projeto e as realmente utilizadas na obra; baixa qualidade ou defeito dos materiais adotados; baixa qualificação da mão-de-obra; o manuseio, transporte e armazenamento inadequado dos materiais; a falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra; ao tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição; aos tipos de materiais que existem na região da obra e finalmente à falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro.

Pinto (1999) por meio de seus estudos afirma que 40% a 70% da massa dos resíduos urbanos são gerados em canteiros de obras o que corresponde algo em torno de 0,23 a 0,76 toneladas por habitante ao ano. Cerca de 50% do entulho gerado são dispostos irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande porte.

Conforme EPA (2006) os resíduos da construção civil são gerados durante a construção, demolição, manutenção civil de edifícios, estradas, pontes, viadutos, barragens entre outros sendo compostos por concreto, argamassas, madeira, gesso, asfalto, metais, vidros, plásticos, tijolos, solos e vegetação.

De acordo com Levy (1997) as catástrofes naturais (furacões, terremotos, desabamentos provocados por chuvas) ou artificiais (bombardeios, atentados, incêndios), as deficiências estáticas ao procedimento construtivo empregado nos dias de hoje e a baixa qualificação da mão de obra podem também serem considerados como fontes de produção de resíduos.

Na tabela adaptada por Lima (2009) possibilita ratificar as atividades produzidas nas etapas da obra aliadas a sugestões de reaproveitamento dos resíduos.

TABELA 1: Geração de resíduos nas etapas da obra e reaproveitamento sugerido

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO
LIMPEZA DO TERRENO	Solo	Reaterros	Aterro
	Rocha, vegetação galhos	---	---
MONTAGEM DO CANTEIRO	Blocos cerâmicos, concreto (areia-brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Formas, escoras, travamentos (gravatas)	Lenha
FUNDAÇÕES	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas	Jardinagem, muros de arrimo	---
SUPERESTRUTURA	Concreto (areia brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Cercas, portões	Lenha
	Sucata de ferro, formas plástico	Reforço para contrapisos	Reciclagem
ALVENARIA	Blocos cerâmicos, blocos de concreto e argamassa	Base de piso, enchimentos argamassa	Fabricação de agregados
	Papel, plástico	---	Reciclagem
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIA	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	PVC, PPR	---	Reciclagem
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Condutes, mangueira, fio de cobre	---	Reciclagem
REBOCO INTERNO/EXTERNO	Argamassa	Argamassa	Fabricação de agregados
REVESTIMENTO	Piso e azulejos cerâmicos	---	Fabricação de agregados
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico	---	Reciclagem
FORRO DE GESSO	Placas de gesso acartonado	Readequação em áreas comuns	---
PINTURA	Tintas, seladoras, vernizes, textura	---	Reciclagem
COBERTURA	Madeiras	---	Lenhas
	Cacos de telhas de fibrocimento	---	---

Fonte: VALOTTO, (2007), adaptado por LIMA, (2009).

5. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM CONSTRUÇÃO CIVIL

A Resolução 001/86 CONAMA define impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades desenvolvidas pelo homem que possam afetar a saúde, segurança e o bem estar da população, economia, biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Os principais impactos causados ao meio ambiente e a sociedade urbanas pertinentes a geração de resíduos, talvez seja principiado da deposição irregular dos resíduos, visto que a construção civil atende continuamente as necessidades básicas da população, porém, não havia preocupação com as técnicas adotadas e de seus impactos ambientais gerados. Logo, objetiva apenas atingir seus objetivos de forma imediata. A construção civil encontra-se em um novo e importante ciclo de desenvolvimento, pois favorece o crescimento da economia nacional, ocupando um lugar de realce, tornando-se responsável por uma parcela deveras significativa no Produto Interno Bruto (PIB), além de contribuir na mão de obra direta. (CORRÊA, 2014).

O predomínio das atividades desenvolvidas em obras de construção civil é produtora de resíduos da construção. No decorrer do processo de construção existe alto índice de perdas de material, sendo esta a principal causa dos resíduos gerados. Meira, Silva, Rodrigues, Coringa e Silva² retratam que aproximadamente 75% a 80% dos resíduos sólidos produzidos por obras são gerados em pequenas obras como construções e reformas. Porém, preocupa-se que menos de 50% do total dos resíduos da construção civil são recolhidos, e o restante disposto de forma irregular (SILVA *apud* MEIRA; SILVA; RODRIGUES; CORINGA; SILVA², 2013).

Conforme Oliveira e Mendes (2008), no processo de construção civil realizado nos municípios brasileiros, encontram-se irregularidades quanto aos desperdícios inadequados de materiais, desde a sua origem, transporte, até o seu processamento em obra. Os depósitos clandestinos, mesmo que ilegais e muito prejudiciais à natureza, são comuns. A destinação inadequada de resíduos gera problemas como o esgotamento de aterros sanitários (esses resíduos chegam a mais de 50% do volume de resíduos depositados em aterros), a obstrução do sistema de drenagem urbana, a proliferação de insetos e roedores, a contaminação de águas subterrâneas pela penetração através do solo de metais de alta toxicidade e de chorume, o desperdício de materiais recicláveis, e o conseqüente prejuízo aos municípios e à saúde pública. A norma NBR 10.004 (ABNT, 2004) esclarece que resíduos sólidos e semi-sólidos são os materiais dispensados por atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Dados do IBGE (2000) apontam que somente 8,2% dos municípios brasileiros fazem coleta seletiva e 71% do lixo coletado é depositado a céu aberto sem nenhum tratamento ou controle. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os Municípios terão que se ajustar à Política de Resíduos Sólidos que proíbe os lixões e o descarte de resíduos que possam ser reciclados ou reutilizados.

ABRELPE (2014) constata que, em 2014 o Brasil gerou cerca de 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, cerca de 45 milhões de toneladas são resíduos da construção civil. Na região norte foi coletado cerca de 4.539 toneladas de resíduos por dia. Esse número pode ser ainda maior, dado que, foram coletados apenas os resíduos difundidos nos logradouros públicos.

A construção formal é responsável pela geração de apenas 30% dos resíduos, sendo os geradores informais os responsáveis pela maior parcela dos resíduos gerados, de acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCONSP, 2012).

6. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O emprego de parâmetros e procedimentos relacionados a gestão dos resíduos da construção civil é particularmente necessária sobretudo nos canteiros de obras, por ser responsável pela geração dos resíduos. A associação de ações coligado ao manejo correto dos resíduos e a destinação adequada devem ser adotados para propiciar a redução dos impactos ambientais (LORDÉLO et al, 2006).

A Resolução CONAMA 307/2002 estipula que os grandes geradores, como empresas privadas de construção, deverão esboçar projetos próprios classificando o gerenciamento dos resíduos, enquanto adéqua-se aos municípios a elaboração de procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, na forma de um Programa Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. O Programa Municipal assume caráter de serviço público com a implantação de uma rede de serviços por meio da qual os pequenos geradores e transportadores podem arcar com suas responsabilidades na destinação correta dos resíduos da construção civil decorrentes de sua própria atividade. Pinto (2005)

O Art. 4 da Resolução 307 do CONAMA enfatiza que os resíduos não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Para os resíduos Classe A, a disposição final adequada é exclusivamente em aterro de inertes, sendo que estes resíduos devem, de preferência, ser reciclados. O aterro de inertes é uma área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe A no solo, tencionando à preservação de materiais

segregados de forma a propiciar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para demarca-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

O Art. 10 da Resolução 307 do CONAMA indica que os resíduos da construção civil de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados. Toda via, quanto aos resíduos das Classes B, C e D, a Resolução não especifica formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo, apenas indica que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

O gerenciamento dos resíduos da construção civil deve atuar como um conjunto de ações operacionais que visem reduzir a geração de resíduos no canteiro de obra. Comumente estruturado por programas e planos com intuito de planejar, delimitar e delegar responsabilidades aos agentes envolvidos e assim adotar os procedimentos para o manejo e destinação adequada dos resíduos. (BRASIL, 2002)

Para Bernardes et al. (2008), de acordo com os estudos já realizados, a primeira atitude a ser tomada para o desenvolvimento de ações, que visem o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil é o levantamento do diagnóstico do canteiro de obra, identificando as características dos resíduos tais como a origem, índice de geração, agentes envolvidos na geração, coleta e destinação final.

Para se preconizar um gerenciamento correto dos resíduos da construção civil é necessário a prévia caracterização dos resíduos a serem gerados. Esse conhecimento norteia a definição das demais etapas do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, como segregação, acondicionamento, transporte, incluindo o tratamento dos resíduos e a disposição final dos rejeitos.

6.1 SEGREGAÇÃO

Segregação nesta fase deve-se prever a triagem dos resíduos entre as diferentes classes, e, ainda, quais resíduos demandam uma separação exclusiva. A segregação é indispensável, pois facilita as etapas seguintes, considerando que este trabalho é realizado diretamente na fonte de geração, retirando a necessidade de uma segregação posterior, possivelmente mais onerosa. Além disso, há um ganho de tempo no envio dos resíduos aos seus tratamentos e destinação final dos rejeitos.

Resíduos Classe A devem ser separados dos demais. Já para os pertencentes à Classe B, sugere-se que sejam separados pelo tipo de resíduos. A Resolução nº 307/2002 CONAMA não exemplifica resíduos Classe C, mas pressupõe-se que

sejam pincéis, lixas sem condições de uso e resíduos de lã de vidro enquadrados na descrição. Desse modo, sugere-se que tais resíduos sejam segregados dos demais.

Os resíduos perigosos da Classe D, em razão das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, segundo a Lei N. 12.305 de 2 de agosto de 2010 e ABNT NBR 10004:2004 (ABNT,2004). Devido a essas características, estes resíduos devem ser separados dos resíduos não perigosos de modo a evitar a contaminação, bem como para que não haja o comprometimento de processos como a reciclagem e eventuais reutilizações.

6.2 ACONDICIONAMENTO

O acondicionamento deve garantir, conforme planejado na etapa de segregação, a separação dos resíduos, bem como facilitar o transporte do canteiro de obras para encaminhamento ao tratamento e destinação final. De acordo com IBAM (2001), os dispositivos definidos para o acondicionamento devem ser compatíveis com o tipo e quantidade de resíduos, com o objetivo de evitar acidentes, a proliferação de vetores, minimizar odores e o impacto visual negativo. Visando à organização do local, deve-se utilizar de etiquetas que indiquem os tipos de resíduos deve ser depositado em cada local, em tamanho que possibilite fácil identificação. Nesta etapa podem ser utilizados big bags, baias, caçambas, lixeiras comuns e entre outros.

6.2.1 BIG BAGS

Os big bags são sacarias confeccionadas em material plástico, com tamanho variando de acordo com a necessidade de armazenamento. Esses dispositivos devem ser utilizados no acondicionamento de resíduos Classe B como papéis, plásticos e materiais leves como fardamentos, luvas, botas. O local dos bags deve ser coberto, sendo necessária a construção de suportes de metal ou madeira para posicioná-los abertos. Souza (2007)

6.2.2 BAIAS

Baias se tratam instalações com divisórias para o acondicionamento temporário dos resíduos. Estas instalações podem ser móveis ou fixas, sendo sua escolha condicionada a fatores como a quantidade gerada de resíduos, disponibilidade de espaço e resíduo a ser acondicionado. As baias podem ser utilizadas para o acondicionamento de resíduos Classe B, C e D, haja vista que resíduos Classe A, cujo volume gerado é significativo, demandam espaços com acesso mais facilitado para o transporte e estruturas mais resistentes, como caçambas estacionárias.

Caso sejam depositados resíduos pertencentes à Classe D, há a necessidade de cobertura das baias, bem como a garantia de que o piso seja impermeabilizado, de modo a evitar a contaminação do solo.

6.2.3 CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS

São estruturas metálicas com capacidade para cerca de 5 m³, indicadas ao acondicionamento de resíduos cuja massa e volume de geração sejam consideráveis, como os pertencentes à classe A, além das madeiras, classificadas como classe B. Sua retirada do local é realizada por caminhões-caçamba, projetados especialmente para este fim, que levam a caçamba até o local de segregação, tratamento dos resíduos ou destinação final.

6.2.4 LIXEIRAS COMUNS

Nas áreas onde são gerados resíduos com características domésticas, (Classe B), indica-se a utilização de contentores comuns.

6.3 TRANSPORTE

A etapa do transporte define-se pela remoção dos resíduos dos locais de origem para estações de transferências, centros de tratamento ou, então, diretamente para o destino final, por diferentes meios de transporte (MASSUKADO, 2004). É importante implantar uma logística para o transporte, provendo acessos adequados, horários e controle de entrada e saída dos veículos que irão retirar os resíduos devidamente acondicionados, de modo a combater o acúmulo excessivo de resíduos, melhorando a organização local. As empresas transportadoras devem possuir licença ambiental para esta atividade específica, a ser emitida pelo órgão competente.

Também, é necessário estabelecer para o transporte interno, a indicação de colaborador para a realização da atividade de transporte, principalmente quanto aos resíduos com características domésticas, que podem ser enviados a cooperativa de reciclagem ou para o serviço público de coleta, sendo altamente desejável a segregação e o acondicionamento adequados destes resíduos.

6.4 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL

O tratamento dos resíduos são ações corretivas que podem trazer benefícios, conforme estabelecido no plano de gerenciamento de resíduos da construção civil,

como a valorização dos resíduos e os inserindo novamente na cadeia produtiva, ganhos ambientais com a redução do uso dos recursos naturais, pela minimização da poluição, pelo aumento da vida útil de operação dos locais de disposição final e a geração de emprego e renda. A etapa de tratamento dos resíduos envolve as ações destinadas a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de rejeito em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (IBAM, 2001). Dadas as prioridades, quando verificadas as alternativas de tratamento para a reutilização e reciclagem, e por fim resultar nos rejeitos, estes devem ser dispostos.

7. RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo JOHN (1996) a prática da engenharia civil é a que apresenta uma melhor alternativa para a utilização de materiais reciclados, porque o mercado atua em todas as regiões do país, possuindo matéria em abundância, diminuindo os gastos com transporte.

A reciclagem, em diversos estudos (CARNEIRO et al., 2001; JOHN, 2000; LEITE, 2001), é citada como uma alternativa para a redução da quantidade de resíduos dispostos nos aterros, além de ser uma proposta sustentável para a destinação dos resíduos da construção civil.

A reutilização consiste no reuso de um produto de forma diferente da inicialmente utilizada. Na reciclagem, os resíduos passam por procedimentos de transformação, servindo de matéria-prima para um novo produto. Para Arruda (2005), a reciclagem surge como uma medida necessária para transformar os resíduos em novo produto, mas, para ser viável, deve-se levar em consideração as condições em que os resíduos serão segregados.

Atualmente a preocupação com reciclagem tem sido cada vez mais comum, em vista que a construção civil consome entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, sendo que a construção civil acaba utilizando 2/3 de madeira extraído da própria natureza.

De acordo com SJÖSTRÖM (1996) a construção civil é responsável por ser o maior consumidor de recursos naturais. Em um metro quadrado de construção são gastos em torno de uma tonelada de materiais, além disso, devemos citar que a indústria da construção civil é responsável por ser o maior gerador de resíduos de toda a sociedade. O volume total de entulhos gerados do mesmo é até duas vezes maiores que o volume de lixo sólido urbano.

A partir desses fatores cria-se a responsabilidade socioambiental no meio da construção civil, Segundo pesquisa internacional realizada pela Civil

Engineeringresearch Foundation, líderes do setor tem maiores preocupações na questão ambiental, em vista desse cenário podemos abordar uma necessidade de apresentar novos métodos sustentáveis na construção Civil, causando menos impactos no meio ambiente. Pensando nessa necessidade o tijolo ecológico feito com os resíduos classe A da construção civil tem como objetivo reduzir o custo e trazer menor impacto ambiental.

Segundo John (2000) a porcentagem máxima em que o agregado reciclado pode substituir o agregado natural, se determina em função de algumas propriedades do material reciclado, como: classe de resistência, tipo de aplicação e da densidade do agregado.

O agregado reciclado pode ser utilizado em vários segmentos do setor da construção, e as aplicações mais indicadas são em bases e sub-bases na pavimentação de estradas, aterros, argamassas e concreto e matéria-prima para produção de tijolos e blocos solo-cimento. (COSTA, et al. 2000).

8. FABRICAÇÃO DE TIJOLOS COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A idéia de se misturar resíduos de construção na fabricação de tijolos de solo-cimento surgiu em função da possibilidade de se melhorar as suas características mecânicas, uma vez que as características físicas dos resíduos de argamassa e concreto se assemelham às dos pedregulhos e isto é bastante positivo. (FERRAZ, SEGANTINI, 2004)

O tijolo ecológico ao contrário dos tijolos convencionais isenta a queima no seu processo de fabricação. Processo no qual o deixa com vantagens significativas, colaborando consideravelmente com a sustentabilidade, não emitindo gases para a atmosfera e nem sendo necessário o corte de árvores. Mais um fator relevante é a configuração e geometria do tijolo que torna possível a armação e concretagem de pilares e vigas dentro de suas dimensões vazadas, tornando possível a não necessidade de formas e a redução de desperdícios, além de facilitar as instalações hidráulicas e elétricas. (Ribeiro, 2013)

Outras vantagens de sua utilização ainda podem ser destacadas: a não utilização procedimento de queima durante sua fabricação, fazendo sua utilização ser bastante aliada nos impactos gerados ao meio ambiente pela construção civil; encaixe perfeito dos tijolos, gerando economia na argamassa de concreto; proporciona perfeito acabamento, podendo ser utilizado o tijolo avista fazendo parte do acabamento da estrutura, diminuindo gastos com revestimentos cerâmicos, reboco de regularização; meio centímetro de espessura de reboco é o suficiente, quando este for necessário; extingui a utilização de formas de madeiras, pois os pilares e vigas são feitos dentro de seu elemento vazado, solucionando um outro problema

agravante para o meio ambiente que é o corte, em massa, de árvores nativas para o uso de lenha; oferece isolamento térmico e acústico, devido seu interior ter aberturas que criam câmaras de ar, favorecendo na minimização do gasto de energia com climatizadores em dias mais quentes e aquecedores em dias mais frios; excelente resistência mecânica, garantindo a sua troca pelo tijolos convencionais de cerâmica sem prejudicar a qualidade da obra; redução de umidade; facilidade de instalação elétrica e hidráulica, pois os seus alvéolos garantem que as instalações possam serem feitas sem a necessidade de aberturas extras nas alvenarias para a distribuição das mesmas e ainda garantem economia na obra por dispensarem o uso de formas, excesso de argamassa para regularização, uma vez que sua superfície de contato é regularizada possibilitando prumo as alvenarias sem custo excessivo. (Ribeiro, 2013)

Segundo a NBR 10833 os tijolos e blocos podem ser usados depois de no mínimo quatorze dias da sua fabricação. Os blocos prontos não devem apresentar fissuras, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o assentamento, a resistência e a durabilidade dos elementos no qual serão utilizados (NBR, 10834). O equipamento utilizado no processo de prensagem dos tijolos e blocos pode ser manual ou hidráulico. A prensagem com o uso do equipamento hidráulico permite uma maior compactação da mistura, acrescentando sua resistência sem a necessidade da adição de cimento, aumentando sua economia em relação a manual (Ribeiro, 2013).

Em relação aos preços vem variando de uma região para outra, porém a média é de 0,63 centavos por unidade, sendo o dobro do valor em relação aos tijolos convencionais, no entanto os tijolos convencionais é a metade do tamanho dos tijolos ecológicos e são agressivos ao meio ambiente, pelo motivo de precisar ser queimado para que o mesmo seja produzido. Visto de que se usam 50% menos tijolos ecológicos em uma edificação em comparação com os tijolos convencionais.

8.1 FABRICAÇÃO DO TIJOLO COM RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO

A reutilização dos resíduos para a fabricação dos tijolos tem feito com que grandes e pequenas obras passem a reduzir os gastos significativamente, pois evita o gasto com a compra de mais tijolos para a construção de uma alvenaria. A NBR 8491 esclarece que um tijolo deve apresentar 2,0 mpa após aos 7 dias porém valores individuais não podem ser menores que 1,7 mpa e a absorção de água de 20%, para tijolos sem função estrutural.

8.1.1 O PRIMEIRO PROCESSO

Os resíduos da construção civil são selecionados e apresentados a uma máquina conhecida como triturador de escombros, os mais adquiridos são queixada 200 para

obras pequenas e medianas, agora para obras maiores são utilizadas a queixada 400 e 400p, essa máquina possibilita a reciclagem dos resíduos da classe A, formado por 4 mandíbulas intercambiáveis que trituram o material.

O processo funciona parte manualmente, alimentando a máquina com entulho, separando o material em duas frações, sendo elas em brita e materiais finos. Após a separação dos materiais, a brita ganha outras finalidades, como por exemplo, utilização na fabricação de concreto dês que não seja para função estrutural, caso contrário seriam necessários outros estudos por preocupação com a reação do concreto. Já o material fino vem a ser utilizado para a fabricação dos tijolos ecológicos.

8.1.2 PROCESSO DE MISTURA

Segundo Lima (2010) é a quantidade de materiais (no caso solo, cal e água) a serem misturados pode ser expresso em unidade de massa. A relação entre essas quantidades deverá produzir tijolos de qualidade satisfatória. Por conta da carência de normas para a fabricação do solo-cal, os parâmetros adotados são os mesmos que para a dosagem do solo cimento.

8.1.3 SOLO

O solo recomendável é o solo arenoso, o mais adequado para utilizar é aquele que 100% do material passe na peneira 4,8 mm, e de 10% a 50% passem na peneira 0,075 que tenha o limite de liquidez 45 % e o limite de plasticidade de 18% do solo recolhido para fabricar o tijolo. Sendo assim junto com a utilização da cal. Em solos a cal tem efeitos orgânicos e também em solos com pouca ou nenhuma quantidade de argila. É mais eficiente em solos argilosos, podendo ser mais efetivo em pedregulhos argilosos (INGLES & METCALFT, 1972 apud LOPES JUNIOR 2007)

8.1.4 CAL

Castro (1995), apud Lovato (2004), afirma que quando se adiciona cal a um solo fino na presença de água, ocorrem reações químicas em duas etapas distintas uma etapa rápida durando de horas a dias e outra etapa lenta durando de meses a anos. A etapa rápida se caracteriza por reações químicas de interação da cal, como trocas catiônicas e floculação-aglomeração. Na etapa lenta é onde se tem o aumento na resistência do material, com as reações pozolânicas, que são responsáveis pela formação de produtos cimentantes. Porém diferentemente destas, as reações de carbonatação que são prejudiciais à composição solo-cal, também são características da fase lenta.

Já as reações pozolânicas são responsáveis pelo contínuo aumento da resistência mecânica de misturas solo-cal. Esse aumento ocorre porque as fontes de sílica, alumina e ferro presentes no solo reagem com a cal e a água, formando diversos produtos cimentantes (CAMPELLO et al., 2000 apud LOVATO, 2004).

Foi utilizada uma cal calcítica hidratada conhecida comercialmente como Carbomil, fabricada no Município de Limoeiro do Norte – CE. Segundo Farias Filho (2007), esta cal é a que possui maior teor de hidróxido de cálcio dentre as cals encontradas no nordeste do Brasil.

8.1.5 FABRICAÇÃO DA SOLO-CAL

Na preparação do solo-cal, deve-se fazer primeiramente a dosagem, que consiste na escolha do traço, ou seja, da quantidade de solo, cal e água que irá compor o solo-cal.

No misturador devem ser colocados inicialmente os componentes secos que são misturados até serem completamente homogeneizados, ou seja, apresentar coloração uniforme. A água deve ser adicionada em forma de chuva (com um regador, por exemplo) garantindo boa distribuição sobre a massa até que atinja umidade ideal, essa verificação pode ser feita manualmente no local da obra com relativa precisão através do teste da mão que consiste em formar com as mãos um “bolo” que mantenha sua forma inalterada ao abrir a mão (LIMA, 2010).

8.1.6 TIJOLOS DE SOLO-CAL

O tijolo de solo cal após a sua mistura assim como o tijolo de solo cimento vai para a prensa para que venha a ganhar forma necessária e desejada para o tipo de alvenaria, seja um formado vazado, ou qualquer outro formado desejado pela obra ou seguindo instruções de projeto.

Os tijolos solo-cal, dentre outras vantagens também possibilita a redução do uso de argamassas de assentamento e revestimento já que a qualidade e o estudo da durabilidade de tijolos solo-cal incorporados com resíduos da construção civil, os aspectos finais das peças são notadamente superiores, com maior regularidade dimensional e planicidade de suas faces, podendo até ser utilizado em alvenaria aparente, necessitando apenas de uma cobertura impermeabilizante como acabamento. Além disso, ao contrário dos tijolos de argila queimada, que quando quebram não podem ser reaproveitados, os tijolos ecológicos podem ser moídos e prensados novamente, evitando desperdício (SOUZA, 2006 apud LIMA, 2010).

Apesar de ser um material com grandes potencialidades de utilização, ainda existe um grande preconceito quanto ao seu emprego. Para Grande (2003), esse preconceito se justifica pelo fato de o processo de estabilização envolver variáveis bastante complexas, e por isso para que se obtenha um produto de qualidade se faz necessário o conhecimento de técnicas e um controle tecnológico eficiente.

8.1.7 SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO

Após a coleta dos resíduos da Construção Civil, que vai se encontrado na edificação, devem separar as suas classes (A, B, C e D). O material coletado deverá passar por um controle para separar os resíduos de acordo com sua classe implantada. Assim o tijolo ecológico proposto terá por fim a utilização da classe A dos resíduos, pelo motivo da formação dessa classe ter os resíduos rústicos e com a maior parte dos agregados do tijolo ecológico, com isso atingindo sua resistência desejada sem a ver futuros danos a sua estrutura.

A sua separação será feita através de uma máquina chamada queixada, que tem por finalidade separar e triturar os resíduos rústicos, depois fazer sua separação sendo ela de material fino e grosso. Primeiramente é colocado os resíduos (Classe A) na maquina queixada, que posteriormente já faz a separação dos agregados sem precisar de esforço manual, entre alguns minutos em um lado da máquina é descartado o resíduo fino e do outro lado o mesmo de forma grossa. É importante ressaltar que esse resíduo rústico pode ser utilizado em outras etapas da construção, por esse motivo eles não são descartados tendo o aproveitamento de 100% dos materiais.

8.1.8 MISTURA PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO

A mistura será feita através do misturador, após a separação dos materiais, os agregados finos serão utilizados para a fabricação direta do tijolo, adicionando solo e cal. Para obter uma boa trabalhabilidade o solo deve ser adicionado em forma pulverulenta, pois no momento da mistura, se o solo for pulverulento apresentará facilidade para misturar, assim deixando totalmente uniforme a soma de tudo. A cal terá como prioridade dar resistência e liga entre os materiais que serão usados, já a água deverá ser potável para não apresentar possíveis interferências químicas se o mesmo não tiver o devido cuidado.

Os agregados finos serão colocados no misturador em seguida o solo e a cal,o processo deverá ser feito até a mistura dos materiais se tornarem uniformes, após essa mistura primaria a água potável será adicionada em pequenas quantidades, até chegar a plasticidade desejada.

8.1.9 PRENSAMENTO PARA A EXECUÇÃO DO TIJOLO ECOLÓGICO

O prensamento é a fase que dará formato ao tijolo ecológico, sendo feita através de uma prensa, onde a mesma tem uma forma de aço com o formado desejado, o material produzido pelo misturador será despejado nessa forma, onde a prensa entra em contato coma forma, depois de ser prensado o material é retirado da forma

já apresentando o formato do tijolo ecológico, o tijolo deverá secar por 28 dias para a cal atingir seu nível máximo de resistência, assim obtendo a resistência desejada do tijolo ecológico.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a estudos chegamos à conclusão que tijolos ecológicos são uma das melhores formas para ampliar a preservação do meio ambiente trazendo êxito no combate a degradação ambiental, nos permitindo compreender a reutilização dos resíduos da construção civil e estabelecer um objetivo adequado e mais amplo para seu fim, que era o descarte muitas vezes mal feito que se tornou o principal material utilizado no tijolo ecológico que trará menos gastos e menos impactos ao meio ambiente.

Através das pesquisas feitas e dos dados coletados os resultados apresentados pelos resíduos foram satisfatórios para a realização da execução dos tijolos, pois as características físicas tem semelhança com os pedregulhos, se isenta a queima no seu processo de fabricação colaborando com a sustentabilidade, não emite gases na atmosfera, não tem necessidade do corte de árvores, facilita as instalações elétricas e hidráulicas e contribui a para a redução de umidade. E ainda estimular as pessoas que comprando tijolos ecológicos estão salvando o planeta, nossa proposta de tijolo não usará argamassa e não passará por forno a lenha proporcionando assim uma maior economia e ajuda ao meio ambiente, entre todas as classes de resíduos e suas especificações usaremos resíduos da classe A que são provenientes de construções, demolições, reformas e reparos de edificações.

Concluindo os planos a respeito do tijolo chegamos a finalidade de que muitos problemas vindo dos resíduos da construção civil podem ser solucionados com esse tijolo, nosso tijolo será projetado para revolucionar o uso de resíduos como material para novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica. NBR 10833, Rio de Janeiro, 2012.

JOHN, Wanderley Moacyr. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: WORKSHOP SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, São Paulo, 1996.

FLORES, Alder. Dados sobre resíduos Sólidos. Alagoas: Flores, 2010. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com/2010/06/13/residuos-daconstrucao-civil-e-a-sua-destinacao-final-alder-flores/>.

SANTIAGO, Fernando. Dados sobre Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <http://www.fernandosantiago.com>.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley. Dados de contaminação causada por resíduos. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf>.

VALOTTO, D. V. **Busca de informação: gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina, 2007.

SCHNEIDER, D. M. **Disposição irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo.** Tese de Mestrado da Faculdade da Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. A. **Manual de gestão ambiental de resíduos sólidos na construção civil.** Cooperativa de Construção Civil do Estado do Ceará, Fortaleza, 2008.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

ARRUDA, P. T. M. **Responsabilidade civil decorrente da poluição por resíduos sólidos domésticos.** São Paulo: Método, 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307/2002.** São Paulo. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf.

CARELI, E. D. **A resolução CONAMA nº 307/02 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição.** Dissertação Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável nos países em desenvolvimento.** A discussion document. South Africa, 2002.

André L. N. F, Antonio A. S. S. **Engenharia sustentável: aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento.** An. 5. Enc. Energ. Meio Rural 2004. Disponível em http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000100052&script=sci_arttext