

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
VICTOR RUBENS RIBEIRO SZURKALO

ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO DE TIJOLOS SOLO CIMENTO COM
ADIÇÃO DE RESÍDUO DE OBRA PARA REDUÇÃO DO PRAZO DE
CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE UM PAVIMENTO

Varginha
2016

VICTOR RUBENS RIBEIRO SZURKALO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO DE TIJOLOS SOLO CIMENTO COM
ADIÇÃO DE RESÍDUO DE OBRA PARA REDUÇÃO DO PRAZO DE
CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL DE UM PAVIMENTO**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

Aprovado em / /2016

Professor Leopoldo Freire Bueno.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a meus pais, Demetrio e Maria José, por todo esforço e incentivo que proporcionou, para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora, aos meus pais Maria José R Szurkalo e Demetrio Szurkalo todos os colegas de sala, ao meu orientador Leopoldo Freire Bueno e todos os professores do UNIS, que contribuíram para os meus conhecimentos e realização desta vitória em minha vida.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mais lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes."

Marthin Luther King

RESUMO

O presente trabalho visa fornecer um estudo sobre tijolos solo cimento com adição de resíduos de demolição (RCD), detalhando conceitos e definições, bem como todo o processo construtivo. A adição de resíduos de obra na produção do tijolo solo cimento colabora com as condições técnicas favoráveis para se produzir um tijolo com resistência e qualidade confiáveis para a utilização em obras residenciais. Exemplificando o processo de fabricação do tijolo produzido com adição de (RCD), foi caracterizada uma usina onde os resíduos de demolição são submetidos a procedimentos para serem transformados em matéria prima regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Realizando um estudo comparativo de tempo gasto de mão de obra entre alvenarias que utiliza tijolos solo cimento com adição de resíduos e tijolos de cerâmica, será apresentado no decorrer do trabalho os resultados obtidos pelos dois tipos de alvenaria.

Palavras-chave: Tijolo, solo cimento com adição de resíduo de obra.

ABSTRACT

This paper aims to provide a study on soil cement bricks with addition of demolition waste (RCD), detailing concepts and definitions, as well as the entire construction process. The added work of waste in soil cement brick manufacturing techniques cooperates with favorable conditions for producing a brick with reliable strength and quality for use in residential construction. Exemplifying the brick manufacturing process produced with addition of (RCD), a plant was characterized where demolition waste are subjected to procedures to be transformed into raw material regulated by Técnicas. Realizando Brazilian Association Standards a comparative study time hand spending work between walls using soil cement bricks with addition of waste and ceramic bricks will be presented during the work the results obtained by the two types of masonry.

Keywords: *Brick, Soil cement brick with added work residue.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Fluxograma de uma usina de RCD.....	21
Figura 02 – Alimentador.....	21
Figura 03 – Britador de mandíbula.....	22
Figura 04 – Britador tipo cone.....	22
Figura 05 – Moinho de martelo.....	23
Figura 06 – Transportadora de correia.....	23
Figura 07 – Peneira vibratória.....	24
Figura 08 – Lavadora de resíduos.....	24
Figura 09 – Processo de fabricação da biomassa.....	25
Figura 10 – Extrusora de tijolos.....	25
Figura 11 – Processo de cura.....	26
Figura 12 – Tijolo solo cimento.....	28
Figura 13 – Família dos tijolos solo cimento modular.....	28
Figura 14 – Marcação e direção das paredes.....	35
Figura 15 – Nivelamento do piso.....	36
Figura 16 – Impermeabilização.....	36
Figura 17 – Posicionamento dos tijolos.....	36
Figura 18 – Posicionamento dos tijolos de canto.....	37
Figura 19 – Posicionamento das ferragens.....	37
Figura 20 – Posicionamento das ferragens á 1,5 m de altura.....	38
Figura 21 – Posicionamento dos conduíte.....	38
Figura 22 – Instalação hidráulica.....	39
Figura 23 – Posicionamento do grampo de amarração.....	39
Figura 24 – Posicionamento das ferragens horizontais.....	39
Figura 25 – Isolamento e concretem do parapeito.....	40
Figura 26 – Travamento da estrutura.....	40

Figura 27 – Canaleta travamento e concretagem.....	41
Figura 28 – Vigas camufladas com tijolos.....	41
Figura 29 – Aplicação de impermeabilizante e rejunte.....	42
Figura 30 – Planta modular com tijolos solo cimento com adição de resíduos da construção de demolição (RCD), primeira edificação.....	44
Figura 31 – Planta modular com tijolos solo cimento com adição de resíduos da construção de demolição (RCD), segunda edificação.....	45
Figura 32 – Planta modular com tijolos cerâmicos terceira edificação.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resíduos gerados por mês na construção civil.....	17
Tabela 02 – Classificação dos agregados.....	20
Tabela 03 – Dimensões dos tijolos solo cimento.....	27
Tabela 04 – Dimensões dos tijolos solo cimento vendidos no Brasil.....	27
Tabela 05 – Granulometria dos agregados a compor o tijolo solo cimento com adição de RCD.....	30
Tabela 06 – Limite de consistência.....	30
Tabela 07 – Umidade ótima e massa especificam seca.....	31
Tabela 08 – Absorção de humidade dos tijolos.....	31
Tabela 09 – Retração Linear.....	20
Tabela 10 – Ensaio de compressão simples.....	32
Tabela 11 – Resistência à compressão da argamassa.....	33
Tabela 12 – Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD, gastos na primeira edificação.....	48
Tabela 13 – Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD, gastos na segunda edificação.....	48
Tabela 14 – Quantitativo de tijolos cerâmicos gastos na terceira edificação.....	49
Tabela 15 – Tempo gasto de mão de obra homem hora trabalhado na obra de Varginha - (MG).....	49
Tabela 16 – Tempo gasto de mão de obra homem hora trabalhado na obra de São Bernardo do Campo (SP).....	50
Tabela 17 – Tempo gasto de mão de obra homem hora trabalhado no projeto fictício elaborado a partir do projeto realizado em Varginha – (MG), para fim de calculo comparativo.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
2.3 Justificativa	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 História mundial.....	15
3.1.1 Histórico Brasileiro.....	15
3.2 Conceitos e definições.....	16
3.2.1 Definição de alvenaria estrutural.....	16
3.3 Resíduos gerados no canteiro de obra	16
3.3.1 Procedimento de usina (Resíduos da Construção de Demolição RCD).....	16
3.4 Tijolos de solo cimento com adição de RCD	18
3.5 Dimensões dos tijolos	25
3.5.1 Dimensões dos tijolos vendidos no Brasil.....	27
3.5.2 Modulação dos tijolos.....	27
3.5.3 Famílias de tijolos solo cimento modular.....	28
3.6 Características dos tijolos solo cimento com adição de RCD	29
3.6.1 Granulometria dos tijolos.....	30
3.6.2 Limites de liquidez e plasticidade dos tijolos.....	30
3.6.3 Umidades ideal dos tijolos.....	31
3.6.4 Absorção de humidade dos tijolos.....	31
3.6.5 Retrações linear dos tijolos.....	32
3.6.6 Resistencia a compressão dos tijolos.....	32
3.7 Argamassas de assentamento	33
3.8 Graute	33
3.9 Armadura	34
3.10 Controle de qualidade	34
3.11 Sistema construtivo de alvenaria estrutural	34
3.12 Etapas para o processo construtivo do sistema modular	35

3.13 Produtividade e mão de obra na construção civil.....	42
4 METODOLOGIA.....	43
4.1 Características das Edificações.....	43
4.1.2 Consumo de mão de obra em Varginha – (MG).....	47
4.1.3 Consumo de mão de obra em São Bernardo do Campo – (SP).....	47
4.1.4 Consumo de mão de obra com alvenaria de tijolos cerâmicos.....	47
5.0 ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	48
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A racionalização das obras de Alvenaria Estrutural é um dos grandes avanços na área da construção civil. As construtoras buscam investir em elementos que geram diminuição dos custos nos processos empregados como a diminuição de desperdícios de materiais, aumento da qualidade e produtividade do canteiro de obra.

Devido ao elevado números de obras e seus processos construtivos, vem se notando mudanças na maneira de se construir utilizando maneiras racionalizadas mais eficazes e econômicas. Desse modo o uso dos tijolos solo cimento com adição de resíduos de demolição, produzidos por meio de prensas manuais ou hidráulicas com a aplicação de uma técnica simples como a adição dos resíduos de demolição ao tijolo que passa a ter características estruturais.

A reciclagem dos resíduos de obras vem se tornando uma solução, pois a reutilização torna estes resíduos em matéria prima para a fabricação tijolos solo cimento com adição de resíduos de demolição reduzindo o custo do processo de fabricação, fator que contribui para viabilizar do processo de tratamento dos resíduos (ARANI, 2000).

Devido aos vários processos construtivos existe sempre um questionamento, ou seja, qual a melhor forma de se construir com um menor tempo? Portanto, o referente trabalho irá apresentar um estudo comparativo entre Alvenaria de tijolos solo cimento com adição de resíduo de demolição com a Alvenaria de tijolos de cerâmica.

Posteriormente será apresentado na etapa 2 deste trabalho, os resultados obtidos pelos dois tipos de alvenaria. E com isso, apresentar qual método se torna mais viável para a elaboração do edifício residencial de um pavimento.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo em que se utiliza tijolos solo cimento com adição de resíduo de obra, demonstrando suas vantagens, desvantagens e processos de produção e aplicação para agilidade no prazo da obra.

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterização do resíduo de demolição.
2. Caracterização do tijolo solo cimento.
3. Apresentação do método construtivo com tijolos solo cimento.
4. Estudo comparativo analisando o tempo gasto de mão de obra entre alvenaria de tijolo solo cimento e tijolo cerâmico.

2.3 Justificativa

A construção civil é o maior consumidor de recursos naturais, o que causa certa preocupação com relação ao meio-ambiente, pois é uma indústria que requer métodos construtivos racionalizados para que estabeleça um equilíbrio de maneira que não prejudique o meio ambiente deixando os recursos naturais escassos.

A fabricação de tijolos solo cimento através do reaproveitamento de resíduos de obras trás grandes vantagens, pois a utilização dos resíduos de demolição melhora a característica técnica do tijolo solo cimento podendo ser utilizado como um tijolo estrutural.

Devido ao alto processo de construção, as empresas buscam medidas que garantam em curto prazo, a realização e qualidade da obra e do meio ambiente. Portanto, a Alvenaria Estrutural se encaixa neste nicho de mercado, que a cada dia está mais reconhecido entre os profissionais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Histórico mundial da alvenaria estrutural

De acordo com BROCK (1994), o tijolo é o material mais utilizado na construção civil, relevam sua existência desde sete mil anos antes de Cristo e com dimensões de 25cm x 25cm x 20cm, os tijolos tinham a vantagem de ser mais leves do que as pedras, a facilidade em produzi-lo e a demanda deste material foi se elevando com sua aplicação em grandes obras com as pirâmides do Egito, Hagía de Sophia, em Constantinopla, Coliseu de Roma, Catedral de Notre dame.

O tijolo evoluiu para forma de tijolo queimado onde teve sua primeira referencia na Bíblia Gênesis 11, onde descendentes de Noah, migrando para a nova terra, dizem: "Venham, vamos fazer tijolos e queimá-los". Esta prática veio observação de que tijolos próximos ao fogo se tornavam mais resistentes (BROCK, 1994).

Segundo SCHENINIET *et al* (2004), a implantação da alvenaria estrutural a partir do século XIX na Europa passa a ficar mais forte com a padronização dos tijolos deixando de lado as ultrapassadas formas quadradas e começando a estabelecer normas com dimensões e proporção de (comprimento igual ao dobro da largura), contribuiu para que este material utilizado na construção civil permanecesse até hoje em uso.

3.1.1 Histórico Brasileiro

A história brasileira registra que a técnica da utilização da taipa, chega ao Brasil no início da colonização, implantou-se a sua utilização para as construções de casa, mais intemperes com conseguir a rigidez necessária para construção onde utilizava grande espessura das paredes, possibilitou a evolução para a estrutura de pau-apique, aonde chegava à rigidez necessária mesmo reduzia a espessura das paredes (ABCI, 1998).

Segundo SCHENINIET *et al* (2004), na década de 60 iniciou-se a expansão das cidades brasileiras ocorrida principalmente pela necessidade de desenvolvimento industrial passando a formar grandes centros urbanos principalmente em São Paulo onde as edificações passaram a ser produzidas de forma moderna, pois a preocupação com o tempo e a capacidade de incorporar elementos à estrutura, já naquele tempo ganhava força, o código de posturas paulistano proibia as construções de ranchos de palha, capim ou sapé, abrindo caminho para o desenvolvimento do tijolos de argila.

Na década de 90, observou-se uma disseminação do sistema em alvenaria estrutural pelo país. Porém a área ainda é muito carente de trabalhos científicos, principalmente na parte que diz respeito ao gerenciamento de obras em alvenaria estrutural (ABCI, 1998).

3.2 Conceitos e definições

CINTA: elemento estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não às lajes, vergas ou contravergas.

VERGA: viga alojada sobre abertura de porta ou janela e que tenha a função exclusiva de transmissão de cargas verticais para as paredes adjacentes à abertura.

CONTRAVERGA: elemento estrutural colocado sob o vão de abertura com a função de redução de fissuração nos seus cantos.

ÁREA BRUTA: área de um componente ou elemento considerando-se as suas dimensões externas, desprezando-se a existência dos vazados.

ÁREA LÍQUIDA: área de um componente ou elemento, com desconto das áreas dos vazados.

PRISMA: corpo de prova obtido pela superposição de blocos unidos por junta de argamassa, grateados ou não.

PEQUENA PAREDE: ensaio para a determinação da resistência à compressão de pequenas paredes.

PAREDE: ensaio para a determinação da resistência à compressão de paredes.

TIJOLO SOLO CIMENTO: Elemento de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 40% da área bruta.

3.2.1 Definição de alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo em que a estrutura e a vedação do edifício são executadas simultaneamente e também em conjunto com o projeto elétrico e hidráulico. No sistema de alvenaria estrutural a parede não tem apenas a função de vedação e passa a ter o papel de estrutura da edificação que suportam todas as cargas além do peso próprio, também das lajes, e fatores externos com o vento (ROMAN *et al*; 1999)

3.3 Resíduos gerados no canteiro de obra

De acordo com a resolução do Conama nº. 307/2002, em suas considerações, a viabilidade técnica e econômica de produção de matérias proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil. Podendo controlar a demanda de resíduos descartados com a reciclagem e aproveitar como material alternativo.

Segundo a JONH, V.M(2000), dados alarmantes sobre a produção de resíduos da construção civil produzidos por mês no Brasil, Europa, Reino Unido e Japão. Esta descrito na tabela 1 o volume de resíduos gerados na construção civil.

Tabela 1: Resíduos gerados por mês na construção civil.

LOCAL GERADOR	GERAÇÃO ESTIMADA (t/mês)	
Brasil	São Paulo	372.000
	Rio de Janeiro	27.000
	Brasília	85.000
	Belo Horizonte	102.000
	Porto Alegre	58.000
	Salvador	44.000
	Recife	18.000
	Curitiba	74.000
	Fortaleza	50.000
	Florianópolis	33.000
	Santo André	30.390
	Ribeirão Preto	31.290
	Jundiaí	21.360
	Uberlândia	29.740
	Guarulhos	39.240
Piracicaba	18.600	
Europa	16.000 a 25.000	
Reino Unido	6.000	
Japão	7.000	

Fonte: (Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 8ª Edição)

Segundo a ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da construção civil e Demolição), os resíduos gerados pela construção civil são caracterizados como fragmentos ou restos de tijolos, concretos, argamassa, aço, madeira e outros proveniente do desperdício na construção.

De acordo com a ABRECON, os resíduos encontrados no entulho, que são renováveis para a reutilização são pertencem a três grupos:

Primeiro grupo, materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto são materiais que podem ser reutilizados em tijolos e blocos ecológicos e contra piso.

Segundo grupo solo, metal, madeira, papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor podem ser utilizados como combustível em fornos ou em caso de não ter capacidade reciclável são descartados em aterros e bota fora devidamente controlado seguindo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15.113/04 .

Terceiro grupo materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos podem ser reaproveitados como agregado na própria construção.

De acordo com Resolução Conama nº 307/2002 A Resolução do Conama estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, e dá outras providências. A resolução define e classifica os resíduos da construção e demolição, estabelece condições para o gerenciamento e destinação final dos mesmos, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à destinação.

Segundo a resolução do Conama nº 307 (2002), os resíduos podem ser classificados da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;

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

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (nova redação dada pela Resolução nº 348/04) (CONAMA 307, 2002 p. 2).

3.3.1 Procedimento de usina (Resíduos da Construção de Demolição RCD)

De acordo com a norma NBR 15.114/04, define área de reciclagem de resíduos da construção como “área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A.”

Segundo a NBR 15.114/04 as usinas de reciclagem devem adotar quatro procedimentos básicos para serem regulamentadas.

- Isolamento: deve ser cercada para impedir a entrada de pessoas e animais. Deve ter também barreira para melhorar o aspecto visual, formada por cerca viva.

- Identificação: deve haver placa em local visível, informando sobre as funções da unidade e da aprovação de sua operação. NBR 15.114/04

- Segurança: deve ser dotada de dispositivos de segurança: equipamentos de proteção individual (EPI); para-raios; proteção contra incêndios; iluminação externa; energia de emergência.

- Sistema de proteção ambiental: envolve a contenção de emissão de pó e ruído com: aspersão de água na descarga dos resíduos no pátio e nas zonas de acumulação dos resíduos; instalação de dispositivos de contenção de ruídos nos veículos e equipamentos; sistema de drenagem com contenção de material particulado; revestimento do piso da instalação com pedra britada natural ou reciclada, priorizando local onde trafegam veículos.

De acordo JUNIOR (2007), os materiais produzidos pelas usinas brasileiras são os agregados peneirados, provenientes da fase cinza do RCD e classificados em faixas granulométricas, chamados de areia, pedrisco, brita 1, brita 2, brita 3, brita 4 e rachão, e os agregados não peneirados, provenientes da fase vermelha do RCD e chamados de bica corrida

No Brasil o processo de reciclagem do RCD, realizado pelas usinas, são compostos pelas etapas de segregação, triagem, britagem e peneiramento.

A primeira etapa consiste no depósito dos resíduos em pátios preestabelecidos, conforme o teor de impurezas ou o tipo predominante de componente do resíduo (concreto, resíduos de alvenaria, etc.).

Na segunda etapa é realizado a triagem uma das formas mais simples é a retirada dos metais ferrosos por eletroímã e a remoção manual dos materiais restantes, antes ou depois da britagem, materiais leves são separados com o uso de peneiras planas, jatos de ar ou de água (JUNIOR,2007).

A britagem é o procedimento mais importante da reciclagem, pois influencia na forma, na resistência e na granulometria dos grãos de agregados reciclados, com o uso de britadores de mandíbula ou de impacto. No peneiramento, as partículas são separadas por tamanho, a partir de peneiras que os materiais são classificados. Na tabela 2 está descrito a classificação dos materiais retirados do processo de peneiramento (ÂNGULO, 2000)

Tabela 2: Classificação dos agregados

Agregado reciclado	Dimensões	Matéria-prima	Aplicação
Areião	4,8 mm	RCD Cinza	Argamassas de assentamento de vedação, contra pisos, tijolos solo-cimento, blocos, tijolos de vedação
Pedrisco	6,3 mm	RCD Cinza	Artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos inter travados, manilhas de esgoto
Brita	39 mm	RCD Cinza	Concretos não estruturais e obras de drenagens
Bica Corrida	63 mm	RCD Vermelho	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos
Rachão	150 mm	RCD Cinza	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem

Fonte: (Cunha, 2007)

De acordo com as Normas Brasileiras ABNT: NBR 15.115/2004, e ABNT: NBR 15.116/2004 que regulamentam o uso dos agregados reciclados na construção civil são permitidos utilizar tais materiais para a substituição do agregado natural na produção de blocos e tijolos.

De acordo com BRITO FILHO, (1999, p.64), o processo de reciclagem de RCD e feito por seis processos nos quais as etapas são as seguintes.

Na primeira etapa é feito o recolhimento dos resíduos da construção civil e após chegar à usina e verificado o peso do material recolhido para que tenha o controle do material.

Na segunda etapa após recolhe e pesar o RCD é levado para área de estocagem para efetuar a triagem, ocorre a eliminação de materiais inadequados como madeiras, gessos e sucata metálica, definindo a qualidade do produto final.

Na terceira etapa em conjunto com o sistema de aspersão a área de estocagem é umidificada para evitar dispersão dos materiais particulados resultantes do transporte e descarga dos resíduos.

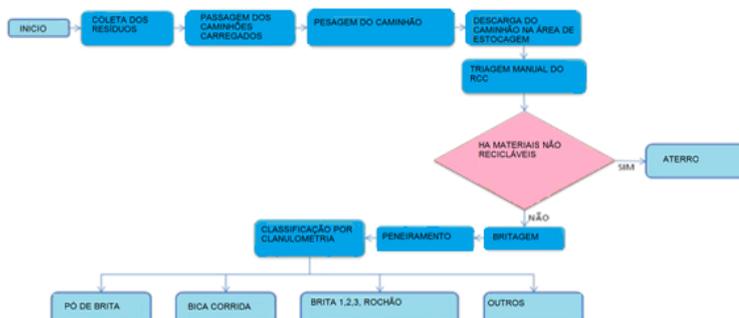
Na quarta etapa o material é encaminhado para os alimentadores que passa a ter a função de encaminhar o RCC para os britadores.

Na quinta etapa os materiais são encaminhados por meio de correias transportadoras para as peneiras de diversos diâmetros e se obtêm vários tipos de agregados com granulometrias diferentes

A sexta etapa é feita após o peneiramento onde o RCD é classificado pela sua granulometria e estocado em seu devido lugar.

Segundo BRITO FILHO, (1999), o lay out bem planejado de uma usina de RCD interfere na qualidade do produto final e na quantidade de produção. Na figura 1 pode ser visto um fluxo grama de uma usina de RCC.

A figura 1 representa um fluxograma de uma usina de RCD



Fonte: (URB usina de reciclagem Brasileira)

De acordo com BRITO FILHO (1999), os equipamentos de reciclagem compõem-se de silos de recepção tipo calha vibratória, triturador, transportadores de correia, extrator de metais ferrosos e conjunto peneirador. O produto final de uma instalação de britagem é obtido através da sequência ordenada de operações. Para se obter o máximo de rendimento dessa instalação é imprescindível a escolha adequada dos equipamentos para cada operação.

Segundo LIMA (2006), as usinas de reciclagem necessitam de alguns equipamentos que reduza as dimensões de grandes blocos que vêm normalmente nos resíduos da construção civil. Alimentadores: são equipamentos de alimentação onde são depositados os resíduos da construção civil que irão em seguida para os britadores primários. Como pode ser visto na figura 2.

Figura 2: Alimentador



Fonte: (Equipe de obras Edição 32 - Julho/2012)

A britagem é realizada através dos britadores de mandíbulas que são equipamentos que executam a cominação dos materiais adequando a sua granulometria, com a finalidade de aumentar a superfície de contato, diminuindo desta forma os tamanhos das partículas. Na figura 3 podemos observar o britador de mandíbulas

Figura 3: Britador de mandíbulas



Fonte: (RGHT britor 2015)

As principais vantagens deste tipo de britador são: grande capacidade de trabalho, britagem satisfatoriamente materiais de granulometria intermediária como tijolos e argamassas.

A seguir é ilustrado, na figura 4, o britador tipo cone.

Figura 4: Britador tipo cone



Fonte: (Catálogo comercial Maquinas Furlan Ltda.2015)

O moinho de martelo é a máquina especialmente projetada para a moagem de materiais de baixa abrasividade, sendo empregado, principalmente, na moagem de calcários e dolomitas para corretivos de solos. Imagem do moinho de martelo na figura 5.

Figura 5: Moinho de Martelo



Fonte: (TOBEMAQ Britagem 2012)

Os transportadores de correia são utilizados para a locomoção dos resíduos que irão para processo de britagem, moagem e peneiramento. Imagem de transportadores de correia na figura 6.

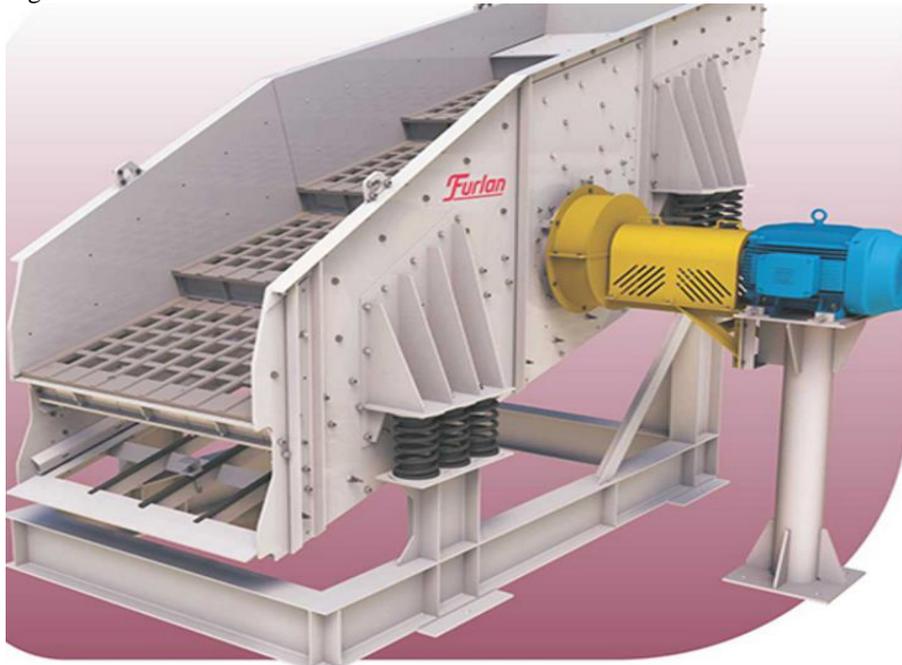
Figura 6: Transportadora de correia



Fonte: (Geração Sustentável - Elder Ramos 15 / 11/ 2013)

Segundo ALMEIDA *et al*, (2005), as peneiras são utilizadas para separação de resíduos da construção civil que ainda não estão com uma granulometria adequada para seguir o processo de reciclagem. Normalmente emprega-se um conjunto de até três telas para fração graúda. Somente a usina de resíduos da construção civil emprega um corte na fração fina (malha 1,2 mm) por direcionar sua produção para agregados miúdos de RCD. Imagem da peneira vibratória na figura 7.

Figura 7: Peneira vibratória



Fonte: (Catálogo comercial Maquinas Furlan Ltda.2015)

Lavadores: A lavagem tem por objetivo a remoção de materiais indesejáveis, como argila e partículas superfinas. É aplicada também na classificação de materiais finos e úmidos, cujo peneiramento é extremamente difícil sem o emprego da lavagem. Imagem da lavadora de resíduos da construção civil figura 8.

Figura 8: Lavadora de resíduos



Fonte: (Tracked Crusher)

3.4 Tijolo de solo cimento com adição de RCD

Segundo a Terramax fabricante dos tijolos solo cimento com adição de resíduo da construção de demolição, a fábrica utiliza resíduos da construção civil fornecida por uma empresa particular, como parte da matéria prima na produção dos tijolos ecológicos. Estes tijolos ecológicos são feitos por três processos.

No primeiro processo a matéria prima são os resíduos da construção civil mais solo, cimento e água, passam por um processamento onde se tornam uma biomassa, neste processo o tijolo ecológico mostra vantagem sobre o tijolo convencional, pois deixa de extrair matéria prima nativa como a argila para tornar a sua principal matéria prima os resíduos da construção civil. A seguir é ilustrado, na figura 9 o processo de fabricação da biomassa.

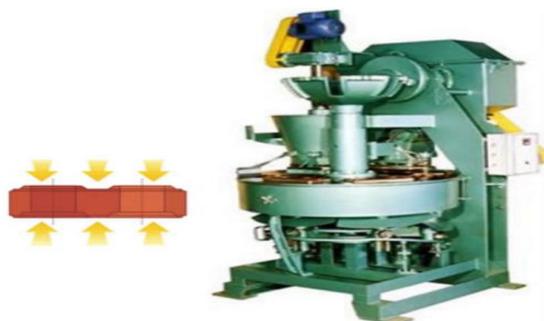
Figura 9: Processo de fabricação da biomassa



Fonte: (Terramax Fabricante)

De acordo com a Terramax, segundo processo a biomassa composta por resíduos de obras, cimento e água e prensada em uma máquina de prensagem com uma força equivalente a 6 toneladas. Neste processo os tijolos solo cimento se sobrepõem aos tijolos convencionais mostrando novamente vantagens ecológicas e econômicas, pois com o processo de prensagem a fábrica consegue produzir 3800 tijolos por dia com apenas um homem trabalhando na máquina de prensagem contra 500 tijolos convencionais produzidas por um homem moldados por dia. Imagem da máquina de prensa de biomassa na figura 10.

Figura 10: Extrusora.



Fonte: (Terramax)

No terceiro processo, durante a cura os tijolos precisam ser molhados para que atinjam a umidade ótima, com isso se compensa a perda de água por evaporação e, também, quando se esta úmida o cimento que foi incorporado à massa reage e proporciona a resistência exigida pela norma técnica brasileira. Imagem do processo de cura dos tijolos ecológicos na figura 11.

Figura 11: Imagem do processo de cura



Fonte: (Terramax)

Segundo a Terramax, (2016), o processo de cura é feito de forma 100% ecológica, pois a água utilizada para a cura dos tijolos ecológicos é proveniente de água da chuva armazenadas em tanques com capacidade para um ano de uso na utilização do processo da cura dos tijolos ecológicos, pois é reaproveitada várias vezes no processo de cura. Os tijolos ecológicos por não utilizarem a queima da biomassa para o processo de cura deixam de utilizar grandes quantidades de madeiras preservando áreas florestais, ainda existe resistência à compressão dos tijolos ecológicos é um fator que não deixa a desejar, pois apresenta resistência entre 3,9 e 4,5 MPa com uma mistura de solo mais 8% de cimento mais 20% de RC.

Conforme AZEVEDO, (2009), a resistência à compressão dos tijolos convencionais varia de 1,5 a 3,5 mpa.

Segundo a Costruvan, (2013), a cada 1000 tijolos solo cimento com adição de resíduos de demolição RCD, cerca de 2,5m³ de entulhos que deixam de agredir o meio ambiente, pois são consumidos no processo produtivo, para a fabricação dos tijolos, o que equivale a 150 metros cúbicos de entulhos retirados das obras ao mês.

3.5 Dimensões dos tijolos

De acordo com a ABNT - NBR 10836:2013 estabelece que os tijolos possam ser fabricados observando-se as dimensões do tijolo tipo I (20 x 10 x 5 cm) ou do tipo II (25 x 10 x 5 cm), com tolerância máxima de 3 mm em cada aresta, visando garantir o padrão necessário para a estabilidade da construção. Descrito na tabela 3 as dimensões nominais dos tijolos.

Tabela 3: Dimensões nominais dos tijolos.

Tipos e dimensões nominais (cm)			
Designação	Comprimento	Largura	Altura
Tipo I	20	10	5
Tipo II	25	10	5

Fonte: (ABNT 8491/1984)

3.5.1 Dimensões dos tijolos vendidos no Brasil

Hoje no Brasil são encontrados vários tipos de tijolos ecológicos com dimensões diferenciadas que seguem as especificações da NBR 10834:2013. Como pode se visto as dimensões na tabela 4.

Tabela 4: Dimensões dos tijolos vendidos no Brasil.

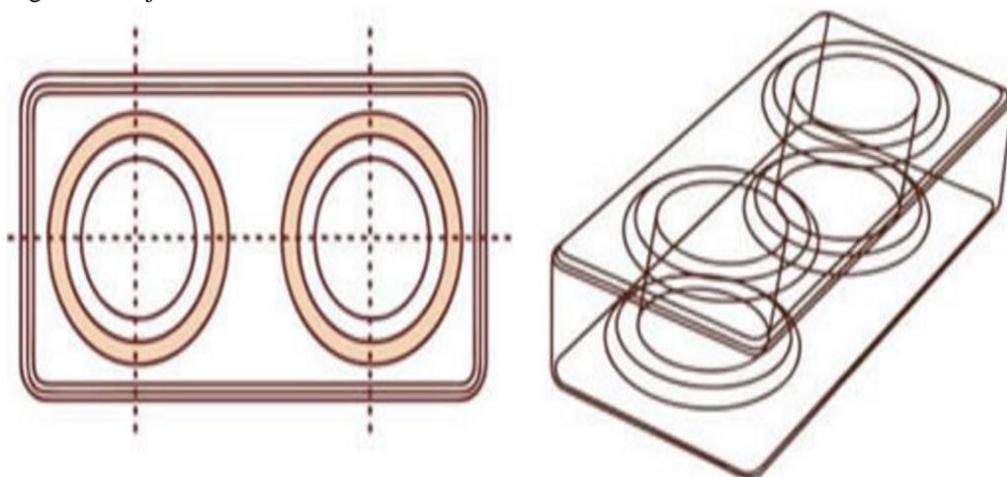
Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5 x 10 x 20 cm 5 x 10 x 21 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar dos tijolos maciços comuns
Maciço com encaixes	5 x 10 x 21 cm 5 x 12,5 x 25 cm 5 x 11 x 23 cm	Assentamento com encaixe com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixe	5 x 10 x 10 cm 5 x 10 x 11,5 cm	Elemento produzido para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
Tijolos com dois furos e encaixe	5 x 12,5 x 25 cm 5 x 12,5 x 12,5 cm 7,5 x 15 x 30 cm	Assentamento a seco com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos verticais
½ tijolos com furos e encaixe	5 x 10 x 10 cm 5 x 12,5 x 12,5 cm 7,5 x 15 x 15 cm	Elemento produzido para assentar os aparelhos, sem a necessidade de quebra.

Fonte: (Instituto de tecnologia e pesquisa de São Paulo 18/06/2012)

3.5.2 Modulação dos Tijolos

De acordo com a REVISTE TÉCHNE, WENDLER (2014), suas formas regulares e medidas precisas do tijolo solo cimento proporciona economia coma utilização da argamassa de assentamento, pois é aplicada só em 30% da sua área líquida, seus dutos facilitam o assentamento e o alinhamento dos tijolos e também funcionam com isolante térmico e acústico. Na figura 12 está representado o tijolo solo cimento.

Figura 12. Tijolo solo cimento.

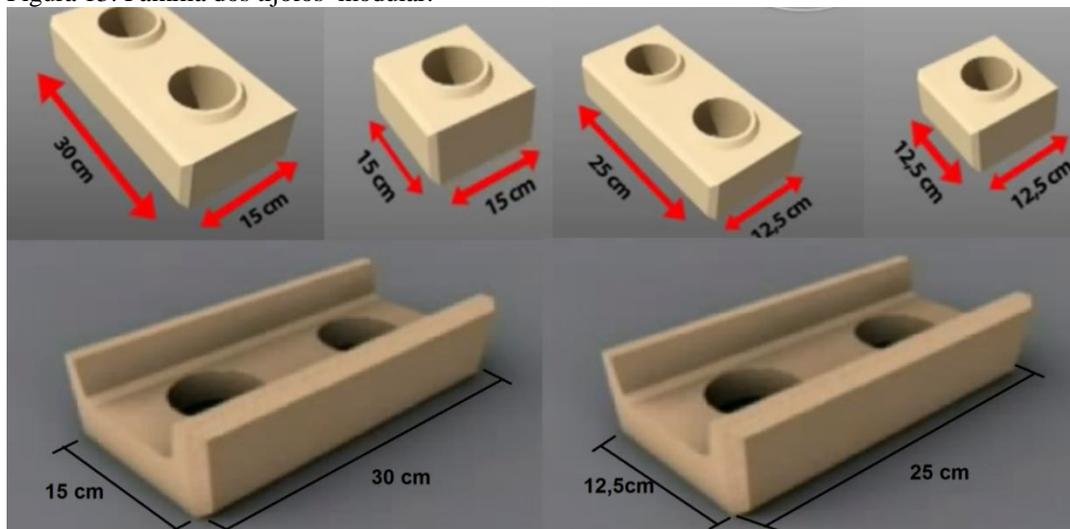


Fonte:(Revista Téchné, Edição 85 - Abril/2004)

3.5.3 Família de tijolos solo cimento modular.

Na figura 13 é representada a família de 6 tijolos modular.

Figura 13: Família dos tijolos modular.



Fonte: (Alroma construtora)

3.6 Características dos tijolos solo cimento com adição de RCD

De acordo com ADRIANA PINATTI (2015), são tijolos que tem a função estrutural e não só vedação como o tijolo comum feito da queima da argila. Possuem características próprias que o torna diferenciado dos tijolos comum. Algumas da característica dos tijolos solo cimento com adição de RCD são:

De acordo com sua face lisa e seu duplo encaixe, facilita um perfeito nivelamento e acabamento, diminuir o tempo de conclusão da obra.

Sua estrutura dispensa a utilização de pregos, arames, formas de madeira, além de evitar cortes na parede pronta para embutir a rede hidráulica, elétrica.

A estrutura feita com tijolos solo cimento trabalha, como um sistema térmico e acústico, permitindo que o ar dentro dos dutos dos tijolos ao ser aquecido pelo sol circule diminuindo a umidade nas paredes.

Permite assentamento de azulejos e outros acabamentos, quando desejado, não há necessidade de revestimento como o reboco.

O Tijolo solo cimento com adição de RCD foi aprovado e regulamentado pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10836:2013.

A construção com tijolo modular favorece uma obra limpa, com o mínimo de resíduos gerado pela obra e perda de material.

De acordo com a ABNT - NBR 10836:2013 o tijolo solo cimento com acréscimo de resíduo de demolição em sua composição devem atender algumas características: aspecto dimensão absorção de água, retração na secagem e resistência a compressão.

Aspectos: homogêneos, sem trincas ou outras imperfeições que possam prejudicar a edificação.

As dimensões o tijolo solo cimento deve atender a norma ABNT - NBR 10836:2013, caso contrário, a modulação estabelecida em projeto, quanto o processo construtivo podem ficar comprometidos.

Absorção de água: segundo a ABNT - NBR 10836:2013, absorção máxima de 20%. Com adição do RCD promove redução nos valores de absorção para de 12,6%.

Retração de secagem conforme CEPED (2014) é de 20 mm para os tijolos solo cimento. Com a adição de RCD a retração diminui para 7% comparado com o tijolo de solo cimento convencional.

Resistência à compressão sendo a principal característica do tijolo deve atingir os requisitos mínimos da ABNT - NBR 10836:2013.

3.6.1 Granulometria dos Tijolos

Conforme a CEPED (2014) centro de pesquisa e desenvolvimento, onde foram realizados estudos sobre tijolos solo cimento com adição de RCD para desenvolvimento do produto da Terramax. Onde a primeira fase do estudo foi a análise de granulometria dos agregados. Como pode ser visto a seguir na tabela 5 granulometria dos agregados a compor o tijolo solo cimento com RCD.

Tabela 5: Granulometria dos agregados a compor o tijolo solo cimento com adição de RCD.

Material	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)	Areia Média (%)	Areia Grossa (%)
Solo natural	21,0	18,0	59,0	2,0	0,0
RC – Resíduo de Concreto	0,0	0,0	8,2	36,4	55,4
Solo + 20% de RC	11,5	12	56,4	14,4	5,7
Solo + 40% de RC	9,3	10,7	47,8	22,4	9,9
Solo + 60% de RC	8,0	8,5	42,7	27,8	12,9

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento).

Com os resultados granulométricos notasse pela composição do resíduo de concreto, que se trata de um material eficaz para corrigir a granulometria dos solos, tornando um material com características à produção do tijolo solo-cimento com adição de RCD.

3.6.2 Limite de liquidez e plasticidade dos Tijolos

De acordo com a CEPED (2014), o limite de liquidez e o limite de plasticidade diminuiram são relativos ao aumento de RCD adicionado ao solo. Os resultados do limite de liquidez e o limite de plasticidade são fundamentais para analisar a qualidade do produto final.

Como pode ser visto na tabela 6, o teste laboratorial de limite de liquidez e o limite de plasticidade realizado pela CEPED.

Tabela 6: Limite de consistência.

Material	LL (%)	LP (%)
Solo natural	27,7	18,3
Solo + 20% de RC	21,9	15,8
Solo + 40% de RC	21,6	15,7
Solo + 60% de RC	21,4	15,6

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento)

3.6.3 Umidade ideal dos tijolos

Conforme a CEPED (2014), a adição de RCD ao tijolo solo cimento apresenta melhora na característica física por diminuir o valor de umidade, o material passa a ter melhor compactação com isto maior resistência.

De acordo com o teste de compactação realizados no centro de pesquisa e desenvolvimento os valores obtidos no ensaio estão descritos na tabela 7.

Tabela 7: Umidade ótima e massa específica aparente seca.

Traço	(Wot) Umidade Ótima (%)	(Pd) Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)
Solo natural	12,7	1,89
Solo + 6% de cimento	13,0	1,87
Solo + 8% de cimento	13,0	1,88
Solo + 10% de cimento	13,0	1,87
Solo + 6% de cimento + 20% de RC	12,0	1,91
Solo + 8% de cimento + 20% de RC	12,3	1,90
Solo + 10% de cimento + 20% de RC	11,8	1,89
Solo + 6% de cimento + 40% de RC	11,3	1,98
Solo + 8% de cimento + 40% de RC	11,2	1,94
Solo + 10% de cimento + 40% de RC	11,8	1,93
Solo + 6% de cimento + 60% de RC	11,2	1,94

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento)

3.6.4 Absorção de Humidade dos Tijolos

Conforme a ABNT-NBR 10836:2013, verificou-se que todos os traços atenderam a absorção máxima de umidade de 20% estabelecido pela norma. Nota-se que os valores absorção diminuíram com a adição de RCD. Como pode se visto na tabela 8 os valores de absorção obtidos pelo centro de pesquisa e desenvolvimento.

Tabela 8: Absorção de umidade dos tijolos.

Traço	Absorção (%)
Solo + 6% de cimento	17,5
Solo + 8% de cimento	17,2
Solo + 10% de cimento	17,0
Solo + 6% de cimento + 20% de RC	14,7
Solo + 8% de cimento + 20% de RC	14,5
Solo + 10% de cimento + 20% de RC	14,3
Solo + 6% de cimento + 40% de RC	14,1
Solo + 8% de cimento + 40% de RC	13,5
Solo + 10% de cimento + 40% de RC	13,3
Solo + 6% de cimento + 60% de RC	12,8

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento)

3.6.5 Retração linear dos Tijolos

De acordo com CEPED (2014) adição do RCD resultou em uma diminuição considerável nos valores de retração por secagem. Como apresentados na tabela 9.

Tabela 9: Retração Linear

Traço	Retração Linear (mm)
Solo natural	24,0
Solo + 20% de RC	7,9
Solo + 40% de RC	7,0
Solo + 60% de RC	6,7

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento)

3.6.6 Resistência à compressão dos Tijolos

De acordo com CEPED (2014), a resistência a compressão do tijolo solo cimento varia com a porcentagem de adição de resíduos proveniente RCD. Apresentam-se na tabela 10 os resultados da compressão simples.

Tabela 10: Ensaio de compressão simples.

Traço	Resistência Média (MPa)				
	07 dias	28 dias	56 dias	120 dias	240 dias
Solo + 6% de cimento	1,60	3,40	4,11	4,70	4,84
Solo + 8% de cimento	2,31	4,20	5,03	6,63	6,80
Solo + 10% de cimento	2,69	5,57	7,30	7,71	7,96
Solo + 6% de cimento + 20% de RC	2,50	3,74	4,15	5,02	5,49
Solo + 8% de cimento + 20% de RC	2,89	4,74	5,34	7,21	7,35
Solo + 10% de cimento + 20% de RC	3,21	5,93	7,43	8,26	8,62
Solo + 6% de cimento + 40% de RC	2,78	4,39	4,94	5,81	6,03
Solo + 8% de cimento + 40% de RC	3,03	5,18	6,23	8,14	8,22
Solo + 10% de cimento + 40% de RC	3,74	6,86	8,12	9,31	9,94
Solo + 6% de cimento + 60% de RC	2,78	4,64	4,94	5,73	6,07
Solo + 8% de cimento + 60% de RC	3,08	5,09	6,44	8,02	8,23
Solo + 10% de cimento + 60% de RC	3,86	6,96	7,97	9,80	9,94

Fonte: (CEPED centro de pesquisa e desenvolvimento)

3.7 Argamassas de assentamento

Segundo ABNT - NBR 15961-2: 2011 as juntas horizontais e verticais devem ter espessuras de 1cm. A argamassa deve ser acondicionada em um misturador de argamassa metálica ou plástica que garanta a estanqueidade e seja consumida no máximo 2h30min. Qualquer mistura não utilizada neste período, deve ser descartada.

De acordo com a ABNT - NBR 15961-1: 2011, "à resistência à compressão, deve ser atendido o valor máximo limitado a 0,7 da resistência característica especificada para o tijolos, referida à área líquida".

Com base na ABNT - NBR 13281:2005, apresenta a resistência característica da argamassa quanto à compressão e tipo de classe, conforme a tabela 11 abaixo.

Tabela 11 - Resistência à compressão da argamassa.

Classes	Resistência à compressão (MPA)	Método de ensaio
P1	≤ 2,0	ABNT NBR 13281
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	
P5	5,5 a 9,0	
P6	>8,0	

Fonte: (ABNT - NBR 13281: 2005)

3.8 Graute

Segundo CAMACHO (2006), o Graute é constituído de cimento, água, agregados miúdos e graúdos com dimensão até 9,5mm.

PARSEKIAN e FARIA IN MOHAMAD (2015) diz que, "graute é um tipo especial de concreto utilizado para o preenchimento dos vazios dos blocos e das canaletas de concreto",. Este produto possui a finalidade de aumentar a capacidade de resistência à compressão da parede e de solidificar as ferragens com a alvenaria.

Segundo ABNT - NBR 15961-1: 2011, a altura máxima de lançamento deve ser de 1,6m, exceto se o graute for devidamente aditivado, garantida a coesão sem segregação, situação em que a altura de lançamento máximo permitido é de 2,8m.

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2009), os pontos de grauteamento como: cintas, vergas e contravergas são determinadas conforme o projeto. É necessária a limpeza no interior dos furos, para a retirada de excesso de argamassa de assentamento.

3.9 Armadura

Segundo Camacho (2006, p. 13), "as armaduras empregadas na Alvenaria Estrutural são as mesmas utilizadas no concreto armado e estão sempre presentes na forma de armadura construtiva ou de cálculo". "As armaduras são colocadas para absorver eventuais esforços de tração, sempre envolvidas por graute, de modo que trabalhem monoliticamente com os tijolos" (SALVADOR FILHO, 2007 p 84). A ABNT - NBR 15961-1:2011 especifica o cobrimento mínimo de 15mm, quando envolvidas.

Com base na ABNT - NBR 15961-1: 2011, as armaduras alojadas em um mesmo espaço grauteado (furo vertical ou canaleta horizontal) não podem ter área da seção transversal superior a 8% da área correspondente da seção do graute envolvente.

3.10 Controle de qualidade

De acordo com a ABNT - NBR 15961-2: 2011, antes do início da obra, deve ser feita a caracterização da resistência à compressão dos materiais, componentes e da alvenaria a serem usados na construção.

De acordo com TAUIL e NESSE (2010, p.179), quando os tijolos modulares são fabricados pelo próprio fornecedor, deve ser enviada ao laboratórios credenciados pelo Inmetro amostras obtidas da fábrica para ensaios exigidos em norma e controle de qualidade. Os fabricantes de tijolos modulares deverão ter certificação das normas brasileiras vigentes. TAUIL e NESSE (2010, p.179).

3.11 Sistema construtivo de alvenaria estrutural

De acordo com a REVISTA TECHNE, TAUIL (2010), alvenaria estrutural, possibilita layout com várias formas, desde de formatos circulares com paredes radiais, como edifícios em Y, em cruz, quadrados, retangulares.

SAMARA *et al* in MOHAMAD (2015), fala que a especificação de diretrizes técnicas para a execução dos projetos é fundamental para a obtenção da qualidade final da edificação e a otimização dos recursos físicos, financeiros e materiais empregados em sua produção. Um dos aspectos mais relevantes é a definição do tipo de tijolos modulares a ser empregado no projeto.

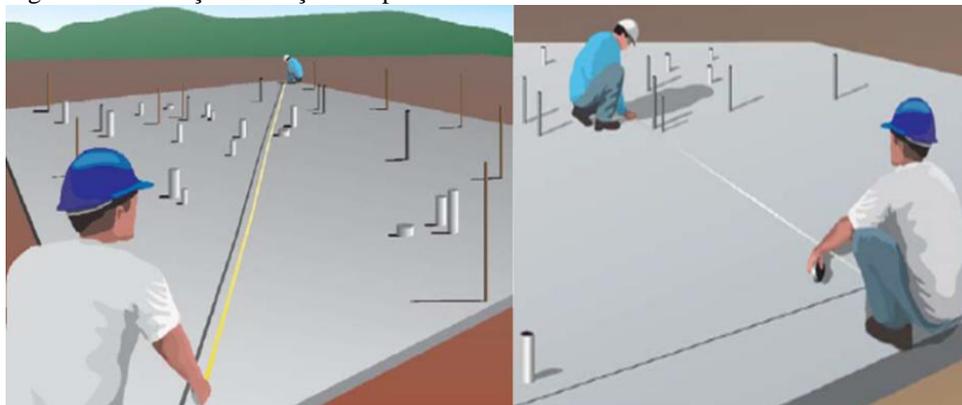
A definição do elemento padronizado é o ponto de partida para a modulação e, consequentemente, da racionalidade da obra (SAMARA *et al* in MOHAMAD (2015).

3.12 Etapas para o processo construtivo do sistema modular

Conforme a Alroma construtora, a alvenaria feita a partir de tijolos modular solo cimento com adição de resíduo de obras são feitas por 13 etapas.

A primeira etapa exige atenção seria a interpretação do projeto, pois o fator principal está na locação da obra para evitar erros na exceção da alvenaria. Como pode ser visto na imagem 14.

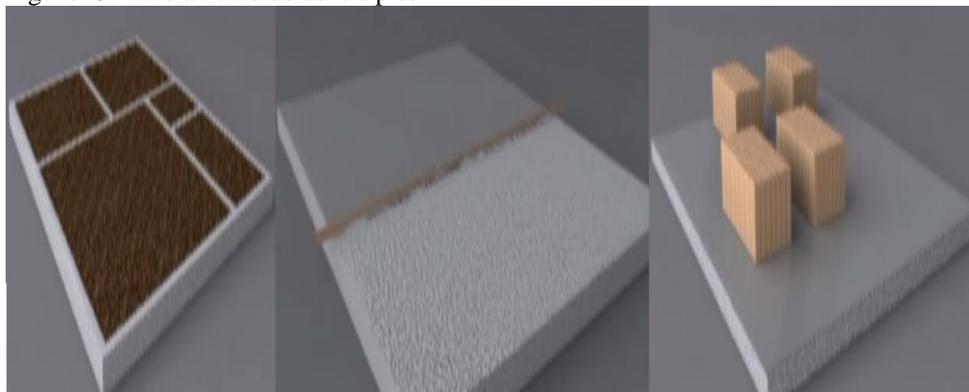
Figura 14: Marcação e direção das paredes



Fonte: ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)

Na segunda etapa, para construção com tijolos ecológicos recomenda se concluir a fundação já com o piso, com um melhor nivelamento facilita no momento de assentar os tijolos ecológicos, servindo também de área de armazenamento para os tijolos deixando próximos e facilitando o seu manuseio também diminuindo o tempo de assentamento.

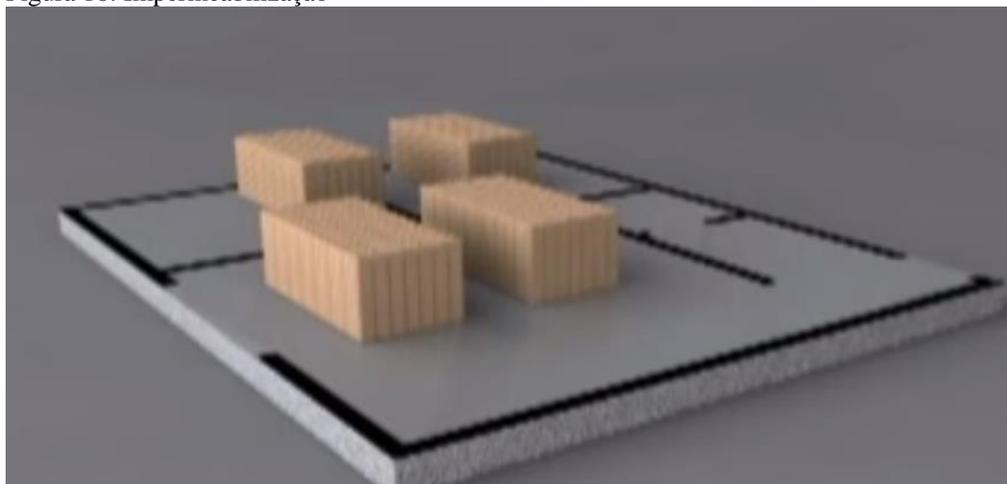
Figura 15: Nivelamento do contra piso



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na terceira etapa, após a conclusão do piso é importante que aplique uma camada de impermeabilizante asfáltico tomando cuidados com a limpeza da superfície da área a ser aplicada para que o impermeabilizante asfáltico tenha uma boa aderência antes de iniciar a primeira fiada de tijolos ecológicos. Como pode ser visto a aplicação do impermeabilizante somente nas áreas que serão aplicados os tijolos ecológicos na figura.

Figura 16: Impermeabilização



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

A quarta etapa é posicionar os tijolos, é bom esclarecer que a cada 8 tijolos a parede avança 1 cm, por este motivo tende a ser levado em conta no projeto da obra para não exceder a fundação quando for aplicar a primeira fiada de tijolos ecológicos. Após posicionar a primeira fiada sem argamassa de maneira que ultrapasse os intervalos das portas mais respeitando o posicionamento dos tijolos ecológicos de meio para que facilite a visualização e a confirmação que o projeto está sendo executado de maneira correta. Como pode ser visto os intervalos das portas são ultrapassados na imagem 17.

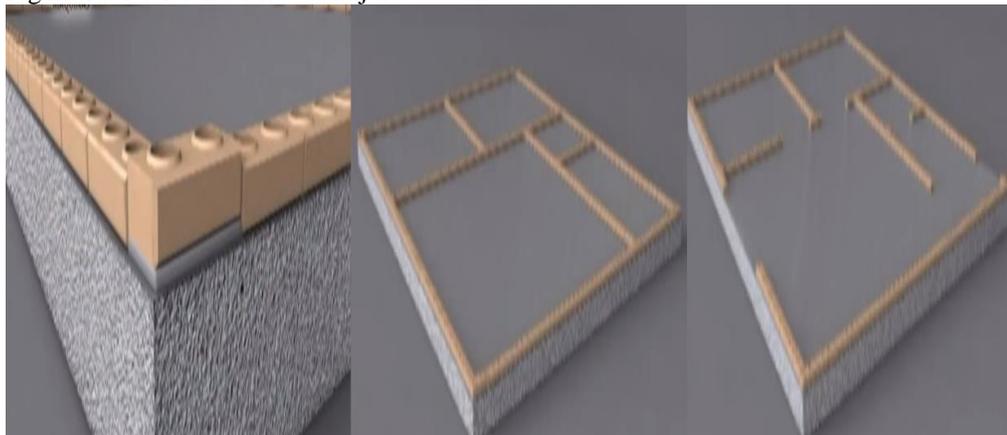
Figura 17: Posicionamento dos tijolos



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na quinta etapa são assentados os tijolos ecológicos que estão posicionados nos cantos da obra com a utilização de argamassa comum, de maneira que venha iniciar o assentamento da parte frontal da casa para os fundos, nivelando e alinhando, após nivelar e alinha retire os tijolos ecológicos que estão nos vãos das portas estes tijolos serviram somente para alinhar a fiada. Como pode ser visto da figura 18.

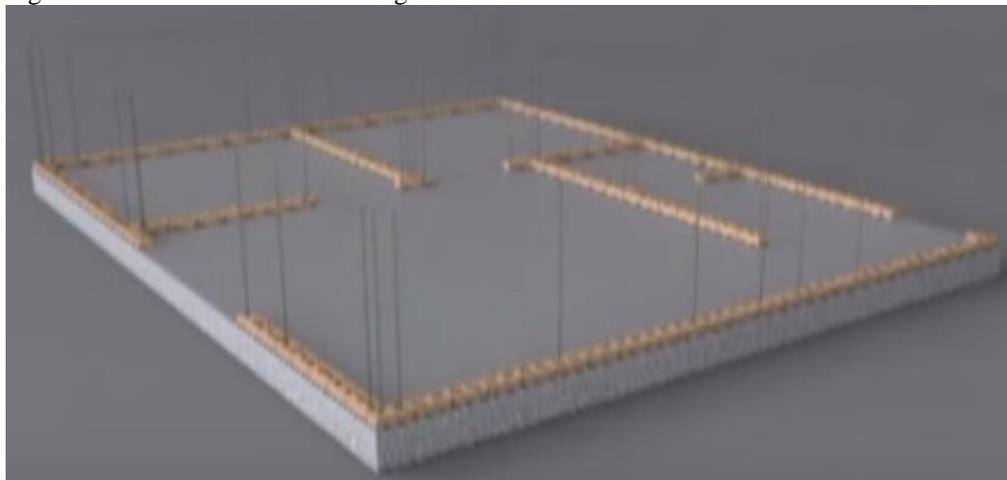
Figura 18: Posicionamento dos tijolos de canto.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

A quinta etapa são posicionadas as ferragens de aço com 8 mm de diâmetro e 1,6m de extensão que formaram os graute, é feita a perfuração do contra piso com a ajuda de uma furadeira com uma profundidade de 10 cm para a fixação das ferragens com 3 barras nos 4 cantos da fundação e em encontros de parede com uma distancia de 1 metro nas extensão das paredes de vedação externas. Como pode ser visto os posicionamentos das ferragens na figura 19.

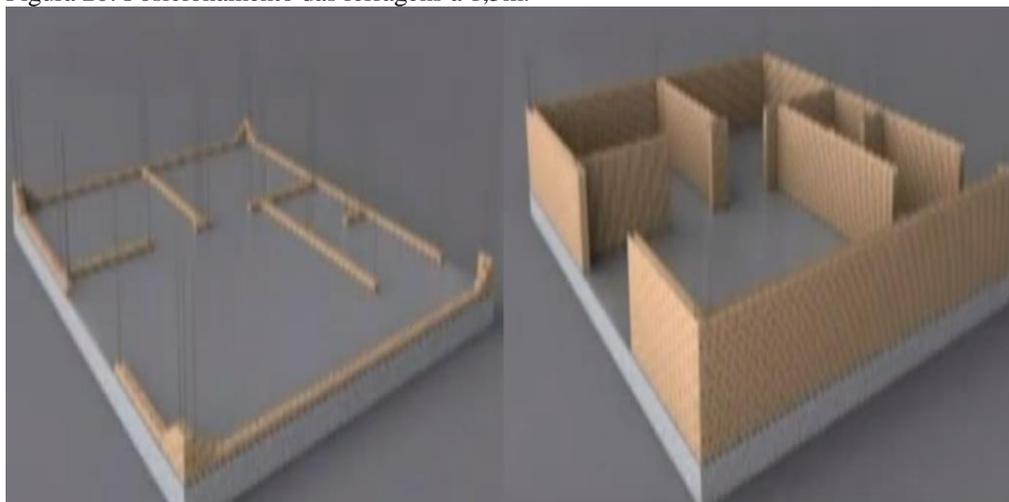
Figura 19: Posicionamento das ferragens



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na sexta etapa da construção são assentados os tijolos solo cimento acima da primeira fiada, iniciando o assentamento a partir dos quatro cantos da construção com a utilização de argamassa aplicada dois filetes de argamassa em linha reta para a fixação dos tijolos ecológicos, em seguida nivelando e aplumando levante todas as paredes a uma altura de 90 cm que seria a altura dos parapeitos. Como pode ser visto o assentamento dos tijolos ecológicos na figura 20.

Figura 20: Posicionamento das ferragens a 1,5m.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na sétima etapa após começar levantar as paredes já é possível iniciar o posicionamento de conduítes, interruptores e tomadas, pois ao levantar as paredes já são feitas aberturas dos suportes de tomadas e interruptores previstos no projeto elétrico. Como pode ser visto instalações dos componentes da parte elétrica da obra na figura 21

Figura 21: Posicionamento dos conduítes



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na mesma etapa vista anteriormente da obra já é possível iniciar a instalação das partes hidráulicas que irá subir junto com as paredes previstas no projeto hidráulico. Como pode ser visto o início da instalação hidráulica na figura 22.

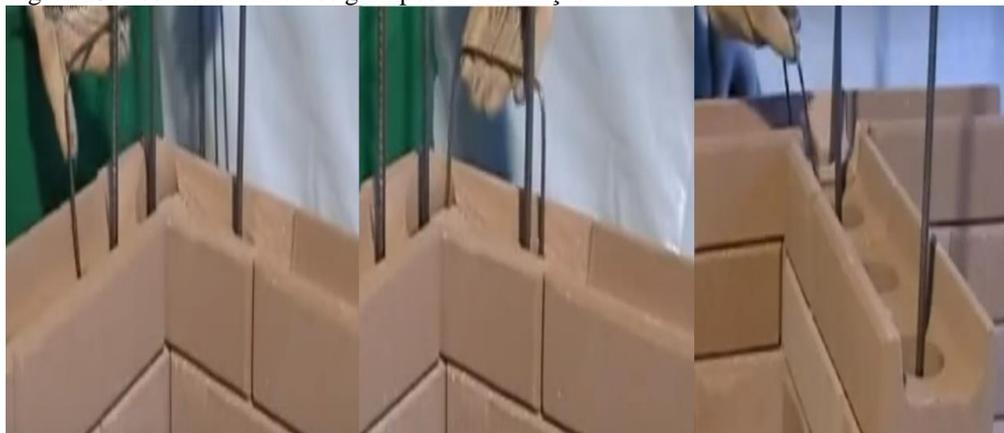
Figura 22: Instalação hidráulica.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na oitava etapa são posicionados os tijolos solo cimento do tipo canaleta para ser possível a amarração das paredes na altura de 90 cm. Nesta etapa são distribuídos os grampos de aço com diâmetro 4 mm e com uma extensão de 30cm que serviram de amarração dos cantos da obra e paredes perpendiculares. Como pode ser visto a amarração dos cantos e paredes perpendiculares na figura 23

Figura 23: Posicionamento dos grampos de amarração



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na nona etapa, após distribuir os grampos de amarração são posicionados as ferragens de amarração horizontal, são barras de aço com o diametro de 4mm distribuidas nas canaletas, respeitando a distancia entre as paredes para cada barra de aço. Travando cada barra dentro dos grautis com uma dobra de 20 cm para cada lado das barras, tomando cuidado com o espessamento entre barras é utilizado copos

descartáveis para manter o espessamento das barras de aço e para não obstruir os dutos dos tijolos ecológicos na fase de concretagem das canaletas. Como pode ser visto o posicionamento das ferragens na figura 24.

Figura 24: Posicionamento das ferragens horizontais.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

A décima etapa é feita a concretagem dos tijolos solo cimento tipo canaleta, nesta etapa é feito o isolamento dos dutos dos tijolos da terceira fiada abaixo dos tijolos tipo canaleta com bolas de papel. Este processo é feito somente nos parapeitos para que fiquem reforçados. Como pode ser visto o isolamento dos dutos dos tijolos ecológicos e a concretagem do parapeito na figura 25.

Figura 25: Isolamento e concretagem do parapeito



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na décima primeira etapa consiste em levantar as paredes a 60 cm da primeira amarração sempre levando em conta o projeto elétrico e hidráulico. Ao chegar a 1,5m é feita a próxima amarração das paredes com as ferragens que vem subindo com grautis transpassando 20 cm entre elas, os grampos de aço de 4 mm de diâmetro são distribuídos novamente nos cantos da parede para efetuar o travamento entre as paredes. Como pode ser visto as ferragens de travamento na altura de 1,5 m na figura 26.

Figura 26: Travamento da estrutura a 1,5m.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

A décima segunda etapa é aos 2,10m na altura de portas e janelas é feita à segunda fiada de tijolos ecológico tipo canaleta, utilizando um tijolo virado para o outro formando uma verga camuflada, para que possa ser feita a amarração lembrando sempre de deixar passagem para os conduítes e tubos hidráulicos. Como pode ser visto a segunda fiada de tijolos canaletas na figura 27.

Figura 27: Canaletas travamento e concretagem.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

A décima terceira etapa aonde as paredes chegam ao seu pé direito de projeto, nesta fase é feita a última amarração com tijolos tipo canaleta para que receba a viga seguida da laje. Como pode ser visto vigas camufladas com tijolos ecológicos, na figura 28.

Figura 28: Vigas camufladas com tijolos ecológicos



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

Na última etapa após o término da alvenaria é feito pré-impermeabilização dos tijolos com resina acrílica aplicando só nas faces dos tijolos e ignorando as frestas onde o rejunte ira ser aplicado, após a aplicação do rejunte é aplicado mais uma camada de impermeabilizante, propiciando a hidro repelência absoluta.

Como pode ser visto na figura 29 a aplicação de impermeabilizante e rejunte.



Fonte: (Alroma Construtora 12 jun 2012)

3.13 Produtividade e mão de obra na construção civil

De acordo com Oliveira (2004), muitas empresas fazem o uso da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), sem às vezes levar em conta as variáveis envolvidas no serviço da mão de obra. Seria interessante uma maior atenção das empresas na medição da produtividade para chegarem a valores que se aproximem mais da realidade do setor na construção civil.

Segundo Souza *et al* in Araújo (2003), considera-se que produtividade seja a eficiência em transformar as entradas em saídas de um processo de produção.

Segundo Souza (1996:2), a produtividade da mão de obra pode ser medida por meio de um índice parcial, denominado Razão Unitária de Produção (RUP). Este relaciona os homens hora, entradas à quantidade de serviço executada e saídas. A fórmula da RUP pode ser definida por: $RUP = Hh / QS$.

Onde RUP e razão unitária de produção Hh igual: homens hora despendidos para a produção do serviço: QS é igual: quantidade de serviço.

Segundo Mattos (2006), índice, que também pode ser chamado de Razão Unitária de Produtividade (RUP), é a incidência de cada insumo na execução de uma atividade ou serviço. Ele é sempre expresso como unidade de tempo por unidade de trabalho (h/kg, h/m², min/um, dia/m³, semana/t, etc.) Inversamente, produtividade é definida como a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado.

4 METODOLOGIA

Para efeito de calculo comparativo de homens horas trabalhadas foi utilizado três edifício residencial de um pavimento:

1º Edifício residencial localizado em Varginha MG utilizou tijolos solo cimento com adição de RCD construído pelo proprietário com área de 252,45 m². Será estudado quanto ao prazo nas condições executivas.

2º Edifício residencial localizado em São Bernardo do Campo SP construído pela construtora Alroma com área de 56 m² utilizou tijolos solo cimento com adição de RCD.

3º Edifício residencial de um pavimento fictício elaborado a partir do projeto realizado em Varginha – MG com área de 252,45 m² para efeito de calculo comparativo, com alvenaria de tijolos de cerâmica.

Para nivelar as três edificações foram feito as seguintes considerações:

1. Aplicação do tijolo solo cimento com adição de RCD e dimensões de 5 x 25 x 12,5 cm, e com tijolos cerâmicos nas dimensões de 9 x 19 x 19 cm.
2. Inexistência de lajes.
3. Graute, com ferragem de Ø 8,0 mm, na alvenaria de tijolos de solo cimento com adição de RCD e colunas convencionais de concreto armado de 15x15cm na alvenaria de tijolos cerâmicos.
4. Inexistência de chapisco e emboço e reboco nas paredes externas na alvenaria de solo cimento com adição de RCD.
5. Aplicação de chapisco e emboço e reboco nas paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos.
6. Adotou-se pé direito de 2,80 m

4.1 Características das Edificações

Para a elaboração do estudo da edificação residencial de um pavimento, foi fornecido pelo proprietário Luciano De Carvalho Medis o projeto da edificação que utilizou em sua alvenaria o tijolo solo cimento com adição de RCD para que fosse possível a conclusão do estudo sobre o consumo de mão de obra.

Os dados técnicos para execução da obra foram cedidos pelo arquiteto responsável do projeto e implantação da obra.

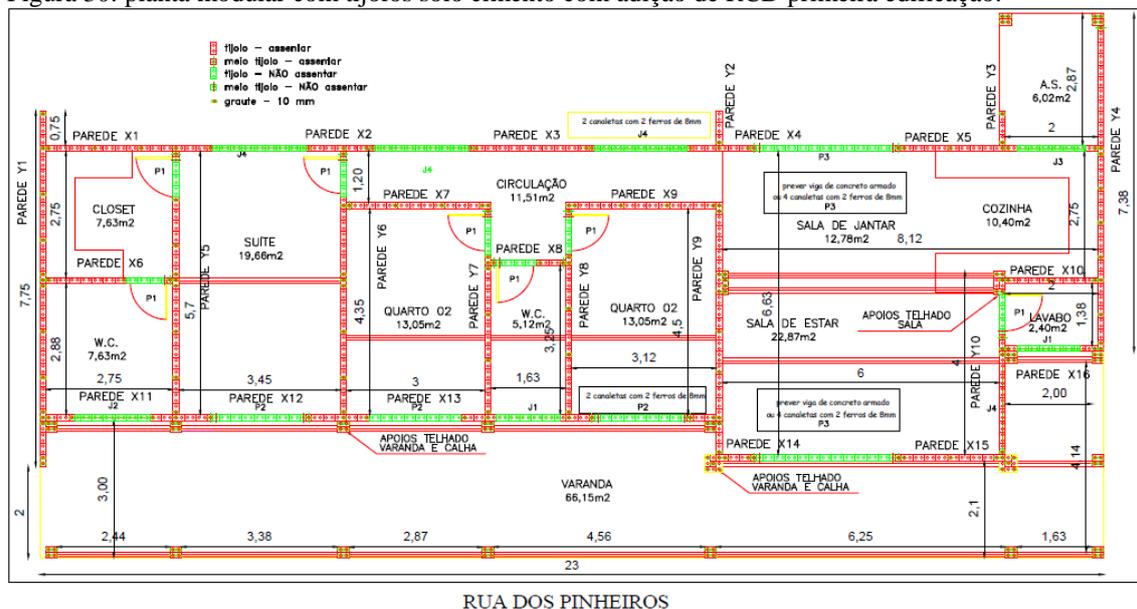
Descrição do edifício residencial localizado em Varginha MG.

- 1 Quarto com 13,05m²;
- 1 Quarto suíte com 19,66m²;
- 1 Banheiro com 7,63m²;
- 1 Closet com 7,63m²;
- 1 Cozinha com 10,40m²;
- 1 Sala de star com 22,87m²;
- 1 Sala de jantar 12,78m²;
- 1 Área de serviço com 6,02m²;
- 1 Banheiro com 5,12m²;
- 1 Lavabo com 2,40m²;
- 1 Área de circulação com 11,51m²
- Espessuras das paredes de 15cm;
- Revestimento interno com gesso;

A primeira edificação localizada em varginha com uma área de 252,45 m² foi construída com um rendimento de 80 tijolos solo cimento com adição de RCD por m², onde os tijolos foram assentados com cola branca PVA com rendimento de 1m²por tubo de cola.

Foi utilizado um pedreiro e um servente do começo ao fim da obra, onde trabalhou de segunda a sexta por um período de 8h diárias, totalizando 45h semanais. Na figura 30, apresenta a planta modular com tijolos solo cimento com RCD.

Figura 30: planta modular com tijolos solo cimento com adição de RCD primeira edificação.



Fonte: (Luciano de Carvalho Medis)

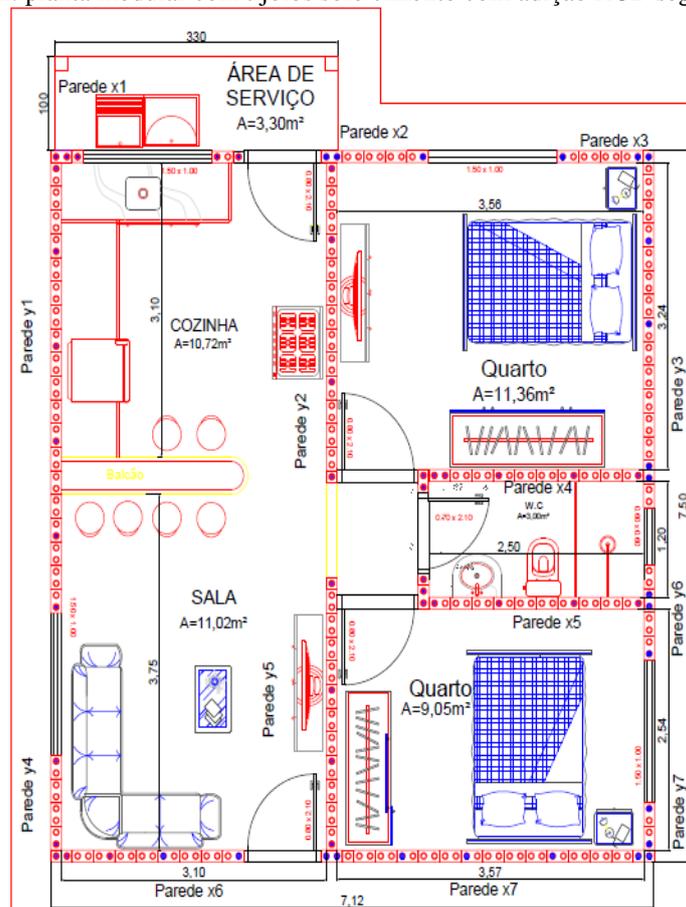
Descrição do edifício residencial localizado em São Bernardo do Campo SP.

- 1 Quarto com 11,36m²;
- 1 Quarto com 9,05m²;
- 1 Banheiro com 3,00m²;
- 1 Cozinha com 10,72m²;
- 1 Sala de star com 11,02m²;
- 1 Área de serviço com 3,30m²;
- Espessuras das paredes de 15cm;

A segunda edificação localizada em São Bernardo dos Campos com uma área de 56 m² foi construída com um rendimento de 80 tijolos solo cimento com adição de RCD por m², onde os tijolos foram assentados com cola para assentamento produzida na própria obra e seu traço e de 20 partes de argamassa para piso e 1 parte de cola branca PVA com rendimento de 3m²por traço de argamassa.

Foi utilizado um pedreiro e um servente do começo ao fim da obra, onde trabalhou de segunda a sexta por um período de 8h diárias, totalizando 45h semanais. Na figura 31, apresenta o modelo da planta modular com tijolos solo cimento com RCD.

Figura 31: planta modular com tijolos solo cimento com adição RCD segunda edificação.



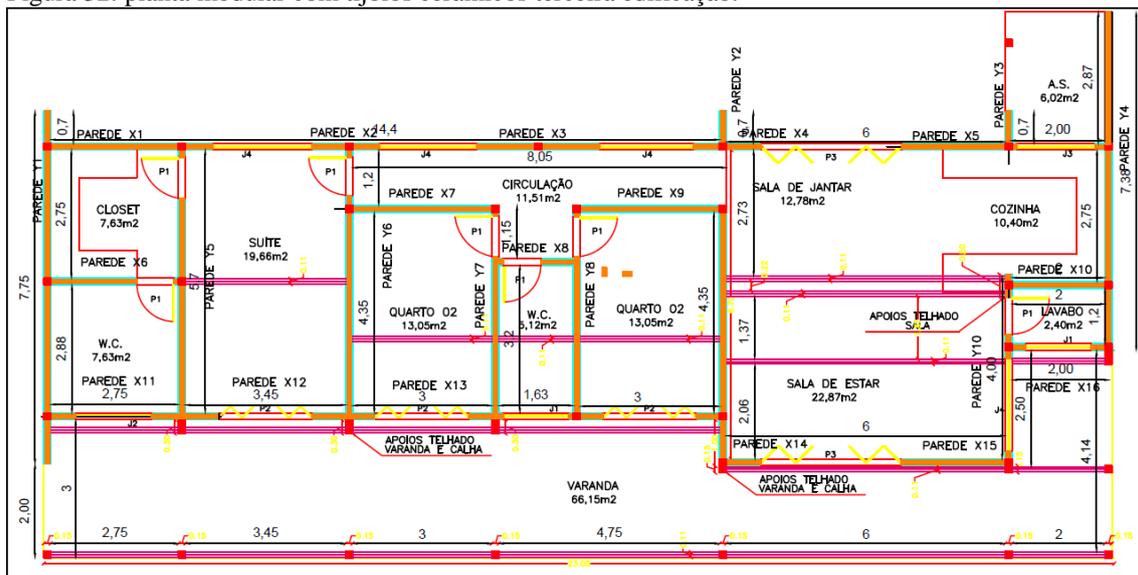
Fonte: (Construtora Alroma)

Descrição do edifício residencial elaborado a partir do projeto realizado em Varginha – MG

- 1 Quarto com 13,05m²;
- 1 Quarto suíte com 19,66m²;
- 1 Banheiro com 7,63m²;
- 1 Closet com 7,63m²;
- 1 Cozinha com 10,40m²;
- 1 Sala de star com 22,87m²;
- 1 Sala de jantar 12,78m²;
- 1 Área de serviço com 6,02m²;
- 1 Banheiro com 5,12m²;
- 1 Lavabo com 2,40m²;
- 1 Área de circulação com 11,51m²
- Espessuras das paredes de 15cm;

A terceira edificação localizada em varginha com uma área de 252,45 m² foi construída com um rendimento de 25 tijolos cerâmicos por m², onde os tijolos foram assentados com argamassa produzida na própria obra com o traço de 1:3:1/2cal com rendimento de 2,5m²por traço de argamassa Foi utilizado um pedreiro e um serventes em todo o período da obra, onde trabalhou de segunda a sexta por um período de 8h diárias, totalizando 45h semanais. Na figura 32, apresenta a planta modular com tijolos cerâmicos.

Figura 32: planta modular com tijolos cerâmicos terceira edificação.



Fonte: (Próprio autor)

4.1.2 Consumo de mão de obra em Varginha-MG

Com os quantitativos de tijolos solo cimento com adição de RCD e tijolo cerâmico realizados é possível levantar o tempo de mão de obra.

Para a alvenaria com tijolos solo cimento com adição de RCD localizada em Varginha MG os dados foram levantados com a ajuda do arquiteto responsável pela obra, onde foram passados quantos m² de parede realizada por hora pelo pedreiro e o servente.

Para o pedreiro, que é o responsável para a elevação da alvenaria, e dos pontos que existem graute verticais, são erguidos em uma hora a quantidade de 1,5m² de parede. Resultando assim em um índice de $1h/1,5m^2 = 0,66Hh/m^2$.

Para o ajudante, que é responsável, por manter o abastecimento de materiais e para auxiliar no lançamento de concreto nos tijolos canaletas, tem-se a produção de 2m². Resultando assim, em um índice $=1h/2m^2 = 0,50Hh/m^2$.

4.1.3 Consumo de mão de obra em São Bernardo do Campo - SP

Para a alvenaria com tijolos solo cimento com adição de RCD localizada em São Bernardo do Campo - SP os dados foram levantados com a ajuda das informações fornecidas pela construtora Alroma, onde se tem os seguintes índices: de hora homem trabalhada pelo pedreiro de 0,64 Hh/m², e pelo servente de 0,67 Hh/m².

4.1.4 Consumo de mão de obra com alvenaria de tijolos de cerâmica

O consumo de mão de obra homem hora trabalhada no projeto fictício elaborado a partir do projeto realizado em Varginha – (MG), para fim de calculo comparativo, com alvenaria de tijolos cerâmicos foi utilizado o índice que é contido na TCPO para a composição de preços unitários, o índice de hora homem trabalhada do pedreiro que é de 0,75 Hh/m², e do servente é de 0,47 Hh/m².

5.0 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na tabela 12, apresenta o consumo de tijolos solo cimento com adição de RCD a serem gastos para a realização do edifício residencial de um pavimento localizado em Varginha MG. Com 275m² de parede construída.

Tabela12: Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD, gastos na primeira edificação.

Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD			
Paredes em X	Tijolos por paredes	Paredes em Y	Tijolos por paredes
Parede x1	1380	Parede y1	1225
Parede x2	336	Parede y2	358
Parede x3	745	Parede y3	422
Parede x4	336	Parede y4	1829,6
Parede x5	567	Parede y5	1450
Parede x6	458	Parede y6	1380
Parede x7	698,8	Parede y7	1320
Parede x8	168	Parede y8	1450
Parede x9	936	Parede y9	1450
Parede x10	795	Parede y10	1280
Parede x11	448		
Parede x12	784		
Parede x13	672		
Parede x14	356		
Parede x15	593,6		
Parede x16	562		
Quantidade de tijolos	9835,4		12164,6
Total de tijolos: 22000			

Fonte: Próprio autor.

Na tabela 13, é apresentado o consumo de tijolos solo cimento com adição de RCD a serem gastos para a realização do edifício residencial de um pavimento localizado em São Bernardo do Campo SP. Com 135m²de parede construída.

Tabela13: Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD, gastos na segunda edificação.

Quantitativo de tijolos solo cimento com adição de RCD			
Paredes	Tijolos por paredes		Tijolos por paredes
Parede x1	925,3	Parede y1	1424,7
Parede x2	342	Parede y2	935
Parede x3	428	Parede y3	885
Parede x4	745	Parede y4	560
Parede x5	792	Parede y5	856
Parede x6	795	Parede y6	432
Parede x7	1248	Parede y7	432
Quantidade de tijolos	5275,3		5524,7
TOTAL DE TIJOLOS: 10800			

Fonte: Próprio autor.

Na tabela 14, é apresentado o consumo de tijolos de cerâmica a serem gastos para a realização do estudo de tempo de homem hora trabalhado, a partir do projeto implantado em varginha - MG.

Tabela14: Quantitativo de tijolos de cerâmica, gastos na terceira edificação.

Quantitativo de tijolos cerâmicos.			
Paredes em X	Tijolos por paredes	Paredes em Y	Tijolos por paredes
Parede x1	235	Parede y1	450
Parede x2	156	Parede y2	358
Parede x3	186	Parede y3	285
Parede x4	98	Parede y4	285
Parede x5	155	Parede y5	178
Parede x6	158	Parede y6	175
Parede x7	245	Parede y7	250
Parede x8	480	Parede y8	235
Parede x9	320	Parede y9	146
Parede x10	250	Parede y10	146
Parede x11	440		
Parede x12	350		
Parede x13	420		
Parede x14	356		
Parede x15	198		
Parede x16	320		
Quantidade de tijolos	4247		2628
Total de tijolos: 6875			

Fonte: Próprio autor.

Com o quantitativo de tijolos levantados das três obras, foi possível analisar o consumo de material, sendo assim a primeira obra realizada em Varginha - MG seu consumo foi cerca de 11200 tijolos solo cimento com adição de RCD a mais que a segunda obra realizada em São Bernardo do campo – SP.

Para a obra em estudo realizada em Varginha – MG, que utilizou em sua alvenaria tijolos solo cimento com adição de RCD com dimensão de 5 x 12,5 x 25 comparada com a terceira obra elaborada para efeito de calculo comparativo utilizando tijolos cerâmicos 9 x 19 x 19 teve em consumo 15215 tijolos de cerâmicos a menos que a primeira obra. Com os índices estabelecidos e o valor de tijolos gastos em cada obra, é possível realizar o estudo de tempo homem hora trabalhada.

A tabela 15 mostra o tempo para realização da alvenaria com tijolos solo cimento com adição de RCD, adotando uma jornada de 8 horas por dia.

Tabela 15: Tempo gasto por homem hora trabalhado na obra de Varginha – (MG).

Produtividade dos sistemas de alvenaria tijolos com adição de RCD					
Componentes	Unidade	Recurso	Índice	Quantidade	Total (h)
Alvenaria em tijolos solo cimento com adição de RCD	h	Oficial	0,66	275	181,5
	h	Servente	0,50	275	137,5
	Duração necessária:				21 dias

Fonte: Próprio autor.

A quantidade da duração necessária está relacionada diretamente com a quantidade de materiais, com o índice de cada recurso juntamente com uma jornada de 8 horas/dia. Usando apenas um 1 oficial e um ajudante para cada atividade, a duração necessária da tabela anterior (tabela 15), fica da seguinte forma:

$$\text{Duração necessária} = \frac{\text{Quantidade de material} \times \text{índice}}{\text{Jornada de 8 horas} \times \text{Quantidade recurso}} = \frac{275 \times 0,66}{8 \times 1} = 21$$

A tabela 16 mostra o tempo para realização da alvenaria com tijolos solo cimento com adição de RCD de um pavimento, na obra de São Bernardo do Campo – SP, adotando uma jornada de 8 horas por dia.

Tabela 16: Tempo gasto por homem hora trabalhado na obra de São Bernardo do Campo (SP).

Produtividade dos sistemas de alvenaria tijolos com adição de RCD					
Componentes	Unidade	Recurso	Índice	Quantidade	Total (h)
Alvenaria em tijolos solo cimento com adição de RCD	h	Oficial	0,64	135	86,4
	h	Servente	0,67	135	90,45
	Duração necessária:				11 dias

Fonte: Próprio autor.

A quantidade de duração necessária está relacionada diretamente com a quantidade de materiais, com o índice de cada recurso juntamente com uma jornada de 8 horas/dia. Usando apenas um 1 oficial e um ajudante para cada atividade, a duração necessária da tabela anterior (tabela 16), fica da seguinte forma:

$$\text{Duração necessária} = \frac{\text{Quantidade de material x índice}}{\text{Jornada de 8 horas x Quantidade recurso}} = \frac{135 \times 0,64}{8 \times 1} = 11$$

Tabela 17, Tempo gasto de mão de obra homem hora trabalhado no projeto fictício elaborado a partir do projeto realizado em Varginha – (MG), para fim de calculo comparativo.

Produtividade dos sistemas de alvenaria tijolo cerâmico					
Componentes	Unidade	Recurso	Índice	Quantidade	Total (h)
Alvenaria em tijolos solo cimento com adição de RCD	h	Oficial	0,54	275	148,5
	h	Servente	0,75	275	206,3
	Duração necessária:				19 dias

Fonte: Próprio autor.

A quantidade de duração necessária está relacionada diretamente com a quantidade de materiais, com o índice de cada recurso juntamente com uma jornada de 8 horas/dia. Usando apenas um 1 oficial e 1 ajudante para cada atividade, a duração necessária da tabela anterior (tabela 17), fica da seguinte forma:

$$\text{Duração necessária} = \frac{\text{Quantidade de material x índice}}{\text{Jornada de 8 horas x Quantidade recurso}} = \frac{275 \times 0,54}{8 \times 1} = 19$$

6 CONCLUSÃO

A utilização do tijolo solo cimento com adição de RCD é ecologicamente correto, pois em sua fabricação é utilizados uma boa parte de resíduos da construção civil (concreto, argamassas, tijolos, blocos, telhas e etc), ajudando na disposição final desses resíduos, liberando espaço nos aterros.

A forma de aplicação dos tijolos solo cimento com adição de RCD aumenta a produtividade no contexto geral da obra, por ser produzidos com dutos que servem de encaixe, diminuindo o tempo de mão de obra e facilitando o nivelamento e alinhamento. Além de proporcionar melhor eficiência na sua execução, o uso desses tijolos garante uma obra mais limpa com pouco entulho.

O processo com tijolos solo cimento com adição de RCD resultou em um tempo maior que o convencional, em relação à etapa de execução da alvenaria, pois em seu processo construtivo deve-se prever a disposição dos lugares por onde irão passar os conduítes e tubulações hidráulicas. Posteriormente o tempo gasto para execução da atividade de instalação elétrica e hidráulica serão otimizados. O tempo calculado para a execução de alvenaria de tijolo solo cimento para a edificação estudada foi de 21 dias uteis, já com a edificação de tijolo cerâmico esse tempo foi de 19 dias. Comprovando o que foi dito anteriormente.

Na segunda etapa deste trabalho, será feito um estudo para otimizar ainda mais o processo construtivo da alvenaria de tijolo solo cimento, com o intuito de reduzir o tempo de homem hora trabalhada.

REFERÊNCIAS

ABCI, Associação Brasileira de Construção Industrialização. Manual Técnico de Alvenaria 1 edição São Paulo: ed. Projeto Editores e Associados Ltda. 1998,275p. Disponível em: <<http://www.abci.org.br/conteudo/imprensa/alvenaria-estrutural>> Acesso em: 30 julho 2016.

Adriana Pinatti – Engenheira de Materiais, especialista em cerâmicas, e consultora em planejamento ambiental, eficiência energética, gestão da qualidade. **Comentário sobre aspectos do tijolo solo cimento Revista Negócios da Comunicação.** São Paulo n.86 p. 26 Agos / 2015. Disponível em:<http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/8-perguntas-sobre-tijolo-ecologico_9601_0_1>. Acesso em: 18 setembro 2016.

ALMEIDA, S. L. M. de, et al., **Análise comparativa de tecnologia de processamento na reciclagem da fração mineral dos resíduos de construção e demolição.** In: XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa (XXI ENTMME), 2005. Acesso 25 março 2016

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** São Paulo, 2000. 13 p. Acesso em:18 setembro 2016.

ANTONIO, A(2006)da Silva Segantini Engenheiro civil, prof. dr. da Unesp em Ilha Solteira (SP)anderson@dec.feis.unesp.br. Acesso em:18 Abril 2016.

ARAÚJO, Luís Otávio Concito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Leme de. **Fatores que Influenciam a Produtividade da Alvenaria: Detecção e Quantificação.** São Paulo, 2000 - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.gerenciamento.ufba.br/>. Acesso em: 11 novembro.2016.

ARINI, R **Arquitetura de terra: solo/cimento.**287 p. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas)- Faculdade de arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo,2000.

AZEREDO, H. A. O , **Edifício Até Sua Cobertura.** 2 ed . São Paulo: Edgard Blucher, 1997. CAPUTO, H.P. Mecânica dos solos aplicações.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13281. Argamassa. Assentamento. Teto. Revestimento. Parede. Rio Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.114/04 – Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação;

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.115/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.116/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil– Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6457: Amostra de solo – Preparação para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13836: Tijolos vazados de solo cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio.

BRITO FILHO, J. A. **Cidades versus entulho**. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a reciclagem na construção civil, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do Ibracom: CT 206 – Meio Ambiente, 1999. p.56-67. Acesso em: 30 julho 2016.

BROCK, L. A. **Paredes de tijolo solo cimento**. in: processo de beira e conferência internacional blocakmasonry 10. 1994, Calgary Canadá Anais ... Calgary: 1994, Vol 2, p.857-865. Acesso em: 30 julho 2016.

BRUNA, D. - MTb 72943. **Comentário técnico sobre o selo Leed Revista GBC Brasil**. São Paulo n. 02 p. 36-39 Dez/2014. Disponível em <http://www.gbcbrazil.org.br/revistas.php>. Acesso em: 17 março.2016.

CAMACHO, J. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2006. Disponível em: <http://pontocad.com/wpcontent/uploads/2010/11/Projeto_de_edificios_de_alvenaria_e_strutural.pdf>. Acesso em: 02 setembro. 2016.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO – CEPED. **Manual de Construção com Solo-cimento**. Camaçari-BA, 2013.116p.

Construvan. **Tijolo ecológico, tijolo modular, tijolo solo-cimento**. Acesso em: <http://www.construvan.com.br/> Data de acesso: 25/08/2016

JÚNIOR, Nelson Boechat Cunha (Coord.). Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para construção civil. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007. 38p.

JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: **contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em:<<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. . Acesso em: 13 setembro 2016.

Karine, da Ed. Girassol. **Comentário sobre aspectos do tijolo solo cimento** Revista Negócios da Comunicação. São Paulo n.86 p. 26 Agos / 2015.Disponível em: <http://portaldacomunicacao.uol.com.br/graficas-livros/41>. Acesso em: 30 abril 2016.

LIMA, A. da C. **Gerenciamento de processos na execução do macroprocesso construtivo**: um estudo de caso aplicado no processo estrutural. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1998. MMA. Agenda 21. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 14 setembro 2016.

MACIEL, L.; MELHADO, S. **A qualidade no processo construtivo através do projeto**: aplicação aos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios. Em: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII. 27-30 abril de 1998, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSC, 1998, p. 423-430. Acesso em: 02 maio 2016.

MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. **Aplicações do conceito de projeto para produção** na construção de edifícios. São Paulo, EPUSP, 1998. (Texto Técnico. Escola

Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil) /no prelo/. Acesso em: 02 maio 2016.

MATTOS, Aldo Dórea. Como Preparar Orçamentos de Obras: **dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. - São Paulo, 2006, Editora Pini. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/>. Acesso em :02 novembro 2016.

MELHADO, S.B.; BARROS, M.M.S.B.; SOUZA, A.L.R. **Qualidade do projeto** de edifícios: fluxograma e planilhas de controle de projeto. São Paulo, EPUSP-PCC, 1995. (Documento CPq DCC n.20091 - EP/SC-1). Acesso em: 02 outubro 2016.

MOHAMAD, Gihad (Coord.). **Construções em alvenaria estrutural**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2015.

OLIVEIRA, Luciana Alves; SOUZA, Ubiraci Espinelli Leme; SABBATINI, Fernando Henrique. **Produtividade Da Mão-De-Obra na Execução De Vedação De Fachadas com Painéis Pré-Fabricados** Arquitetônicos de Concreto. São Paulo, 2004, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.gerenciamento.ufba.br/>. Acesso em 02 novembro 2016.

PARSEKIAN, G. A; FARIA, M. S. Execução e controle de obras. In Mohamad, G. **Construções em alvenaria estrutural**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2015. Cap. 10, p. 295-354.

ROMAN, H.R.; MOHAMAD, G. **Alvenaria Estrutural**. Florianópolis, 2014.10 edição: editora da UFSC,2014.83p.

SAMARA, U. N. et al. Projeto em alvenaria estrutural - definições e características. In Mohamad, G. **Construções em alvenaria estrutural**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 2015. Cap. 2, p. 39-88.

SOUZA, U.E.L. de. **Metodologia Para o Estudo da Produtividade da Mão-De-Obra no Serviço de Fôrmas Para Estruturas de Concreto Armado**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/>. Acesso em: 2 novembro 2016.

SOUZA, Espinelli Leme de; ARAÚJO, Luís Otávio Concito de. **Avaliação da Gestão de Serviços de Construção**. São Paulo, 2003 - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/>. Acesso em: 2 novembro 2016.

SHENINIET, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. In: COBRAC · CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 10 a 14 de Outubro 2004. Acesso em: 18 abril 2016.

TAUIL, C. A. Construção fácil. **Revista Técnica**. São Paulo, n. 158, maio 2010. Não paginado. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/158/artigo287747-1.aspx>. Acesso em: 07 outubro. 2016.

TERRAMAX. **Empresa especializada em fabricação de tijolos solo cimento ecológicos**. Localizada em Sete lagoas região de minas gerais. Disponível em: <http://www.terramaxtijolos.com.br/a-empresa.html> Acesso em: 12 março 2016

TCPO. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: PINI, 2014.

Wendler, A Construção fácil. **Revista Técnica**. São Paulo, n. 205, maio 2014. Não paginado. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/205/artigo310706-1.aspx>. Acesso em: 07 setembro. 2016.