INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
COORDNAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

IVO ESTEVÃO SHIMIZU FRUTUOSO

VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM ADIÇÃO DE SOLO ESPECÍFICO DA REGIÃO DO COXIPÓ-MIRIM, CUIABÁ – MT.

Cuiabá
2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

IVO ESTEVÃO SHIMIZU FRUTUOSO

VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM ADIÇÃO DE SOLO ESPECÍFICO DA REGIÃO DO COXIPÓ-MIRIM, CUIABÁ – MT.

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Tecnologia Superior em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista

Orientador: Prof. Ms James Moraes deMoura
Co-orientadora: Profª. DSc. Juzélia Santos

Cuiabá
2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA
COORDNAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

EQUIPE TÉCNICA

IVO ESTEVÃO SHIMIZU FRUTUOSO

Discente do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista.

1. PROF. MS JAMES MORAES DE MOURA

Graduado em Ciências Biológicas Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Mato Grosso (2004);
Mestre em Agricultura Tropical na UFMT em 2007 com ênfase em Microbiologia Edáfica em áreas de queimada no Pantanal;
docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá - Bela Vista.

2. PROFª. DSc. JUZÉLIA SANTOS

Docente do Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus – Cuiabá – Octayde Jorge da Silva

RESUMO

A construção sustentável visa o alinhamento entre tecnologia e processos para minimizar os impactos negativos da construção civil (ABIKO e MORAES, 2009). A sustentabilidade está diretamente ligada às inovações tecnológicas e pesquisas relacionadas ao meio ambiente. Buscou-se neste trabalho verificar a viabilidade de produção de tijolo solo-cimento ou tijolo modular a partir da mistura de resíduos da construção civil (RCC) com adição de solo de uma região do Coxipó-mirim, Cuiabá MT. Os estudos foram realizados através do método de empacotamento (O'REILLY DÍAZ, 2005, adaptado por COSTA, 2006) e baseado nas normas técnicas da ABNT, NBR 10833; NBR 10834; NBR 8491; NBR-8492; NBR 7180; NBR 7181 e NBR 6459. O traço delimitado para a produção dos tijolos foi 47% de agregados retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm e 53% de argamassa, incluindo o cimento (10%). As análises, empacotamento dos agregados, análise granulométrica por peneiramento, retração, limites de consistência, fabricação dos corpos de prova, resistência à compressão simples com sete dias, resistência à compressão simples com vinte e oito dias e Absorção de umidade por imersão, foram realizadas no laboratório do Departamento de Construção Civil do IFMT, Campus – Cuiabá – Octayde Jorge da Silva. Após as análises dos métodos verificaram-se os seguintes resultados: Empacotamento > massa compactada e < índice de vazios, foi verificado nas proporções de agregados 80% retido na peneira 2,4 mm e 20% na 4,8 mm; A análise granulométrica individual dos agregados mostrou que a concentração da maioria dos agregados ficou retida entre 2,4mm e > 0,15 mm e que somente o RCC direto da britadeira não contém 20% de argila e silte sugerido pela Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (1984). Na análise granulométrica dos agregados sem cimento, a porcentagem de silte e argila são de aproximadamente 9%, não recomendado pela ABCP; Os demais resultados foram considerados dentro dos parâmetros exigidos pelas normas.

Palavras-chaves: Tijolos Ecológicos; Resíduos Sólidos; Reaproveitamento

ABSTRACT

Sustainable construction aims to align technology and processes to minimize the negative impacts of civil construction (ABIKO and MORAES, 2009). Sustainability is directly linked to technological innovations and research related to the environment. The aim of this work was to verify the viability of production of soil-cement brick or modular brick from mix of civil construction waste with addition of soil from Coxipó-Mirim's region, Cuiabá/MT. The studies were performed using the packaging method (O'REILLY DIAZ, 2005, adapted by COSTA, 2006) and based on the technical standards of ABNT, NBR 10833; NBR 10834; NBR 8491; NBR-8492; NBR 7180; NBR 7181 and NBR 6459. The boundary line for bricks' production was 47% of aggregates retained in the sieves 4.8mm and 2.4mm and 53% of the mortar, including cement (10%). The analyzes, aggregates' packing, granulometric analysis by sieving, retraction, limits of consistency, fabrication of test specimens, simple seven days compressive strength, simple compressive strength with twenty eight days and immersion moisture absorption were performed in IFMT Civil Construction Department's labarotory, Campus – Cuiabá – Octayde Jorge da Silva. After analysis of methods the following results were verified: Packaging> compacted mass and <void index, it was verified in the proportions of aggregates 80% retained in sieve 2.4 mm and 20% in 4.8 mm;The individual granulometric analysis of aggregates showed that the concentration of most of aggregates was retained between 2.4mm and> 0.15mm and the only direct RCC of the crusher doesn't contain 20% of clay and silt suggested by the Brazilian Portland Cement Association (1984). In granulometric analysis of aggregates without cement, the percentage of silt and clay are approximately 9%, not recommended by Brazilian Portland Cement Association; The other results were considered within the parameters required by the standards.

Keywords: Ecological Bricks; Solid Waste; Reuse.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Antes das análises da técnica do empacotamento. 18
Tabela 2 – Cronograma. 21
Tabela 3 – Recursos Financeiros. 22
Tabela 4- Empacotamento após análises. 23
Tabela 5 - Análise granulométrica dos agregados por peneiramento 24
Tabela 6 - Análise granulométrica dos agregados menos o cimento. 25
Tabela 7 - Resultados limites de consistência. 25
Tabela 8- Resistência à compressão simples com 7 dias 30
Tabela 9 - Resistência à compressão simples com 28 dias. 31
Tabela 10–Absorção de umidade por imersão 32

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização de onde foi retirado o solo. 15
Figura 2 - Análise granulométrica (g/kg; %) dos diferentes agregados por peneiramento 24
Figura 3 - Análise granulométrica (g/kg; %) dos agregados sem cimento por peneiramento. 25
Figura 4 - Aparelho de casa grande 26
Figura 5 - Retração 26
Figura 6 - Britadeira IFMT centro 27
Figura 7 - Preparação dos agregados 27
Figura 8 - Verificação do teor de umidade ótima 28
Figura 9 – Produzindo os tijolos 28
Figura 10 - Tijolos produzidos 28
Figura 11 - Tijolos capeados 1 face 28
Figura 12 - Tijolos capeados 2 faces 29
Figura 13 - Tijolos prontos para serem rompidos 29
Figura 14 - Rompimento dos tijolos 29

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Resistência à compressão simples com 7 dias 30
Gráfico 2 - Resistência à compressão simples com 28 dias. 31
Gráfico 3 - Variação média da resistência em MPa. 32
Gráfico 4 - Absorção de umidade por imersão. 33

Sumário

1- Introdução 9
2 - Referencial Teórico 11
3 – Justificativa 13
5 - Objetivo Geral 14
5.1 - Objetivos Específicos 14
6 - Materiais e Métodos 14
6.1 - Solo 14
6.2 - Resíduos da Construção Civil 15
6.3 - Cimento 16
6.4 - Água 16
6.5 - Empacotamento 16
6.6 - Análise Granulométrica 18
6.7 - Limites de Consistência 18
6.8 - Retração 19
6.9 - Fabricação dos Corpos de Prova 19
7.0 – Resistência à Compressão Simples 20
7.1 - Absorção de Umidade por Imersão 20
8 - Cronograma 21
9 - Custos e Fontes de Financiamento 21
10 – Resultados Esperados 22
10.1 - Resultados: 22
10.1.1 - Análise Granulométrica 24
10.1.2 - Limites de Consistência 25
10.1.3 - Retração 26
10.1.4 - Fabricação dos Corpos de Prova 26
10.1.5 - Resistência à Compressão Simples com 07 dias. 30
10.1.6 - Resistência à Compressão Simples com 28 dias. 31
10.1.7- Absorção de Umidade Por Imersão 32
Conclusão 34
Recomendações 35
Referências Bibliográficas 36

1- Introdução

Durante a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em Estocolmo no ano de 1972, surgiu o conceito proposto por Maurice Strong e Inacy Sachs denominado “eco desenvolvimento” e que resultou no PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e originou o conceito de Desenvolvimento Sustentável (PEREIRA, 2009).

O consumo sustentável é definido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente como o uso de bens e serviços que atendam às necessidades básicas, proporcionando uma melhor qualidade de vida, enquanto minimizam o uso de recursos naturais e materiais tóxicos, a geração de resíduos e a emissão de poluentes durante todo ciclo de vida do produto ou do serviço, de modo que não se coloque em risco as necessidades das futuras gerações.

Diante do exposto, a sustentabilidade deve estar inserida no contexto social, econômico e ambiental. A construção sustentável visa o alinhamento entre tecnologia e processos para minimizar os impactos negativos da construção civil (ABIKO e MORAES, 2009).

A reciclagem de resíduos é uma importante alternativa para a preservação ambiental e a construção civil é um dos setores com maior potencial para absorver esses resíduos. Vários tipos deles podem ser reaproveitados na atividade de engenharia, podendo originar materiais alternativos. Para isso, é condição fundamental a avaliação do comportamento dos materiais alternativos, com resíduos incorporados, dentro dos princípios de durabilidade exigidos pelas necessidades dos usuários (OLIVEIRA; SANTOS; LIRA; MELO E NEVES, 2006, p.31).

Os resíduos de concreto, quando triturados, possuem características físicas semelhantes às de uma areia grossa, podendo ser colocados aos solos finos visando corrigir a sua composição granulométrica, de forma a torná-los viáveis para a confecção do solo-cimento (SOUZA, et al, 2008, p.212).

Conforme Grande (2003), os tijolos de solo-cimento representam uma alternativa em plena sintonia com as diretrizes do desenvolvimento sustentável, pois requer baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, dispensam o processo de queima e reduzem a necessidade de transporte, uma vez que os tijolos podem ser produzidos com solo do próprio local da obra.

Podemos afirmar então que a sustentabilidade está diretamente ligada às inovações tecnológicas e pesquisas relacionadas ao meio ambiente. Estudos que minimizam o uso de recursos naturais, como a reciclagem e reutilização de materiais, diminuindo assim os custos e gerando menos resíduos.

Nesse sentido é que faremos uma análise para verificação da viabilidade de produção de tijolo solo-cimento a partir de resíduos da construção civil com adição de solo especifico da região do Coxipó-Mirim, Cuiabá MT.

2 - Referencial Teórico

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 005/1993, como também a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR nº 1004:2004, definem os resíduos sólidos:

> Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004).

Os Resíduos de Construção Civil são espécies de resíduos sólidos, sendo definido através de Lei nº12. 305/2010 da seguinte forma:

> Resíduos da construção civil são provenientes de construções, reformas, reparos e demolição 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, 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. (BRASIL, 2010a).

Os resíduos da construção cível podem ser divididos em RCC (resíduos da construção civil) e RCD (resíduos da construção e demolição).

Os RCC têm origem nas atividades como escavações, construção, reformas e demolições, porém cada uma dessas atividades produz diferentes quantidades e tipos de RCD (SANTOS; CÂNDIDA; FERREIRA, 2010, p. 5).

Segundo CASANOVA (2004), o solo provavelmente foi a primeira e a mais antiga argamassa empregada pelo homem. Os vestígios de habitações artificiais humanas do período Mesolítico, 12.000 a.C, confirmam a utilização do solo na estrutura das paredes e dos telhados pré-históricos, podendo também ser confirmado esse fato em outros sítios arqueológicos das antigas civilizações do mundo.

Segundo FASSONI (2000), as mais antigas construções com o uso de solo na construção de abrigos datam cerca de 10.000 anos atrás em Jericó no vale do rio Jordão.

O seu emprego tornou-se mais intensivo a partir de 3.000 a.C., por povos que se instalaram em vales com áreas argilosas e inundáveis de grandes rios.

Atualmente o uso do solo como material de construção pode ser distinguido em dois níveis: por um lado, pela utilização em sistemas construtivos mais simples e de menor custo, gerados pela carência em que vivem algumas populações; por outro lado, pelo uso de técnicas inovadoras, incentivadas pelas investigações nas universidades e instituições de pesquisas e caracterizadas pela simplicidade, eficácia e baixo custo (Neves, 1993).

Conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (1999), a utilização do solo-cimento na construção de habitações populares permite grande economia, com redução de custos que pode atingir até 40%. Contribui para isso o baixo custo do solo, que é o material usado em maior quantidade, além de redução de custos com transporte e energia, existindo ainda a possibilidade de redução de custos com mão-de-obra, pois o processo não requer, em grande número, profissionais especializados em construção. O tijolo solo-cimento foi introduzido no Brasil em 1936, pela Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. E sua utilização partiu da necessidade de redução de custos das habitações populares (ARMAN et al., 1990).

De acordo com a ABCP, o solo-cimento é o produto resultante da mistura de solo, cimento portland e água que, compactados ao teor ótimo de umidade e sob a máxima densidade, em proporções previamente estabelecidas, adquire resistência e durabilidade por meio das reações de hidratação do cimento.

Segundo Souza (2006) a racionalização do processo construtivo com o uso de tijolos de solo-cimento possibilitam a redução de desperdícios e diminuição no volume de entulho gerado, proporcionando maior rapidez no processo construtivo; economia de materiais e de mão de obra; eliminam os rasgos nas paredes para passagem de tubulações, pois os tijolos possuem furos que ficam sobrepostos no assentamento e formam dutos por onde são passados os fios e as tubulações hidráulicas; reduzem o consumo de argamassa de assentamento e de regularização.

O tijolo de solo-cimento deve atender aos requisitos da NBR 8491/2012, no que diz respeito às dimensões e respectivas tolerâncias, resistência à compressão e absorção de umidade para serem disponibilizado ao mercado.

3 – Justificativa

A construção civil tem uma importante representação mundial no consumo de recursos naturais, como na geração de impactos ambientais e resíduos. Ela abrange desde a fabricação de cimento e suas emissões de gases na atmosfera até a deposição de resíduos em aterros (ÂNGULO et al., 2001).

Conforme IBGE (2010) e projeções, o déficit habitacional no Brasil em 2012 era de aproximadamente seis milhões de moradias e dessas moradias a maioria das famílias com baixa renda, com renda mensal inferior a cinco salários mínimos

Vários programas de moradia têm sido implementados no Brasil e novos sistemas construtivos estão sendo estudados com alternativas de métodos e materiais visando à redução de custo, menor impacto ambiental e desenvolvimento sustentável. Segundo a Fundação de Tecnologia do Estado do Acre, FUNTAC (1999), os tijolos de solo-cimento após um pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos, sendo a resistência tanto mais elevada quanto maior for à quantidade de cimento empregada; esta, no entanto, deve ser limitada a um teor ótimo que confira ao material curado a necessária qualidade, sem aumento do custo de fabricação.

O uso do solo-cimento é visto como benéfico às famílias de baixa renda, que sonham com a casa própria, melhorando a qualidade da moradia com efetiva redução dos custos.

Como diminuir custos com os materiais da construção de moradias de baixa renda e ao mesmo tempo minimizar o impacto ambiental causados pela construção civil?

O solo específico da região do Coxipó-Mirim, Cuiabá – MT, adicionado ao agregado de resíduos da construção civil, em proporção pré-determinada pode ser útil para produzir tijolos com o objetivo de construção de moradias e redução de custos?

5 - Objetivo Geral

Analisar a viabilidade de produção de tijolo solo-cimento a partir de resíduos da construção civil com adição de solo específico da região do Coxipó-Mirim, Cuiabá-MT, visando aumentar o consumo de materiais reciclados, diminuírem o uso de recursos naturais e baixar custos para possíveis construções de moradias.

5.1 - Objetivos Específicos

- ✓ Analisar o empacotamento dos agregados retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm, delimitação da pesquisa, para determinar a maior massa compactada e o menor índice de vazio apropriado para a produção dos tijolos.
- ✓ Caracterizar as propriedades do solo e dos resíduos da construção civil, através da análise granulométrica e retração do solo e demais agregados.
- ✓ Fazer ensaios para verificar se a qualidade dos tijolos produzidos está de acordo com as normas da ABNT, referente à resistência a Compressão simples e absorção de umidade, com idades de 07(sete) e 28(vinte e oito) dias.

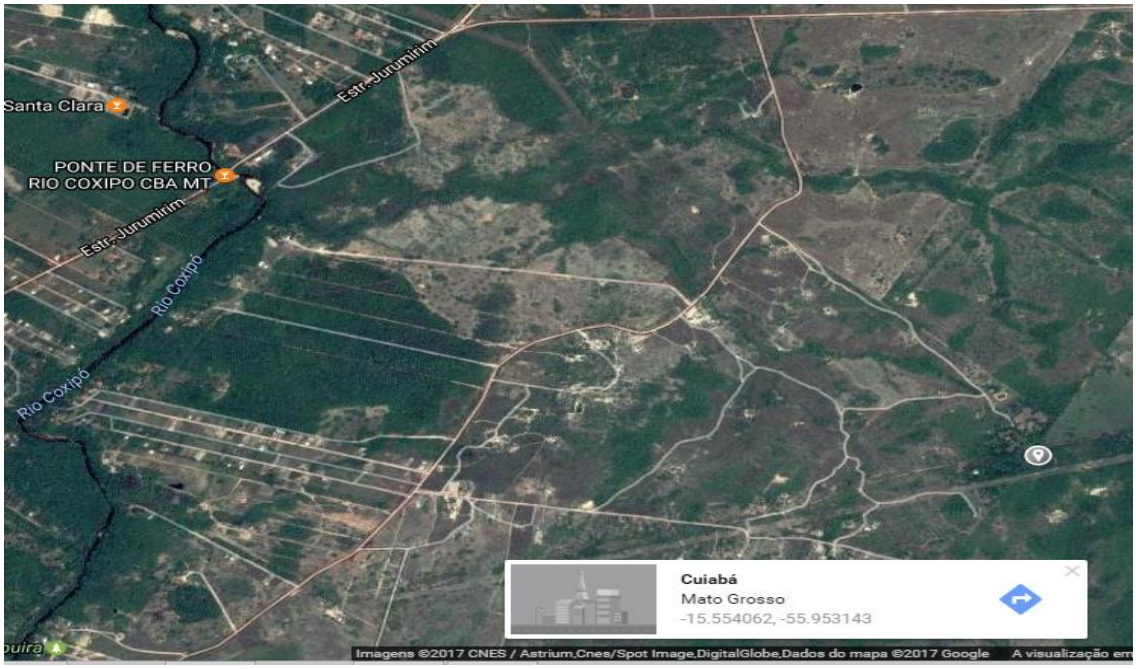
6 - Materiais e Métodos

6.1 - Solo

O solo será extraído de um local da região do Coxipó-Mirim, denominado Reserva, Cuiabá – MT. Serão realizadas análises de características físicas do solo no laboratório do Departamento de Construção Civil - DACC do IFMT, Campus – Cuiabá – Octayde Jorge da Silva.

. Segundo a NBR 10833:2012 o solo deve atender aos seguintes requisitos: 100% do solo devem passar pela peneira 4,75mm (nº4); 10% a 50% do solo devem passar na peneira 75µm (nº200).

Figura 1 - Localização de onde foi retirado o solo.



6.2 - Resíduos da Construção Civil

Os resíduos da construção civil serão coletados dentro do IFMT Campus Cuiabá – Octayde Jorge da Silva, nesse caso serão utilizados 68,5% de agregados de resíduos da construção civil, sendo 47% passante na peneira 6,3mm e retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm e 21,5% passante na peneira 1,2mm, direto da britadeira, esses materiais serão britados dentro da instituição de ensino, através de uma britadeira de mandíbula pelo próprio autor. A composição desses agregados será de restos alvenaria, argamassa, cerâmica vermelha, concreto e tijolos.

6.3 - Cimento

O cimento escolhido foi o Cimento Portland CP II-F 32 (com adição de material carbonático - fíler) - Para aplicações gerais, encontrado na maioria das lojas de materiais de construção. Pode ser usado no preparo de argamassas de assentamento, revestimento, argamassa armada, concreto simples, armado, protendido, projetado, rolado, magro, concreto-massa, elementos pré-moldados e artefatos de concreto, pisos e pavimentos de concreto, **solo-cimento**, dentre outros. Na dosagem é destacado por fornecer durabilidade e resistência, porém é um dos materiais mais caros no traço, por isso seu consumo sempre deve ser menor.

6.4 - Água

A água distribuída pela CAB, Cuiabá-MT será utilizada na mistura. Conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP é muito importante salientar que a finalidade de se adicionar água no cimento, sozinho ou com outros materiais, não é apenas para facilitar a preparação da mistura (concreto, argamassa, pasta etc). Sem a presença da água, nada acontece quando se misturam os materiais. Porém, quando ela é adicionada observa-se que o cimento parece comportar-se como se fosse uma cola. Isto ocorre devido às substâncias minerais presentes no cimento, que se formaram durante o cozimento do calcário com a argila. Estas substâncias (silicatos e aluminatos de cálcio) têm a propriedade de se combinar quimicamente com a água, ou seja, reagem com a água. Como consequência desta reação química (cimento + água) é que o cimento desenvolve suas propriedades, entre elas o fato de endurecer de tal forma que em poucos dias fica tão duro quanto uma rocha, com a vantagem de ter a forma que se deseja e conserva essas propriedades mesmo que submerso.

6.5 - Empacotamento

O empacotamento dos agregados retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm é através do método de (O'REILLY DÍAZ, V.A, 2005), adaptado por (COSTA, 2006), através de ensaios tecnológicos padronizados pela ABNT.

Esse método consiste na determinação da massa compactada e massa específica dos agregados escolhidos, dois a dois, exemplo: 40% e 60% conforme tabela 01, após essas análises, calcula-se o índice de vazios dos agregados através da equação do índice de vazios: Índice de vazios = [1- (massa compactada/massa específica)]* 100, fazer os cálculos e definir a maior massa compactada e o menor índice de vazios para os agregados retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm, assim determinando a composição ótima entre os agregados, menor índice de vazios, dessa maneira tem-se o menor consumo de cimento.

Após esses procedimentos, escolher o traço desejado, exemplo: 1/9 uma parte de cimento para nove partes de agregados; 1/8 uma parte de cimento por oito partes de agregados e assim por diante, também definir a quantidade de argamassa a ser utilizados, exemplos: 53% de argamassa, cimento, RCC direto da britadeira (passante na peneira 1,2mm), solo, e 47% dos materiais retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm; 49%/51%; 47%/53%; 45%/55% e assim por diante.

Essa é uma estratégia muito utilizada no DACC do IFMT Cuiabá MT, tanto para estudos de produção de tijolos solo-cimento, como de blocos de concretos vazados, incorporando vários tipos de materiais com diferentes granulometrias. O traço escolhido para produzir os tijolos dessa pesquisa com a função de vedação foi de 1/9 (uma parte de cimento para nove partes de agregados), levando-se em consideração o custo na produção dos tijolos, sendo 47% de agregados de RCC retidos nas peneiras 4,8mm, 2,4mm e 53% de argamassa, composto por 21,5% de RCC direto da britadeira (passante na peneira 2,4mm), 21,5% de solo e 10% de cimento.

Tabela 1 - Antes das análises da técnica do empacotamento.

Material retido Peneiras		Empacotamento 4 kg		CT* g	MS* g		MC* g/cm³		ME* g/cm³		IV* %	
4,8mm	2,4mm	4,8mm	2,4mm								MS*	MC*
80%	20%	3,2	0,8	2980								
20%	**80%**	**0,8**	**3,2**	**2980**								
60%	40%	2,4	1,6	2980								
40%	60%	1,6	2,4	2980								
55%	45%	2,2	1,8	2980								
45%	55%	1,8	2,2	2980								
50%	50%	2,0	2,0	2980								

*CT = Cilindro de Teste; MS = Massa Solta; MC = Massa Compactada; ME = Massa especifica; IV = Índices de Vazios

6.6 - Análise Granulométrica

A análise granulométrica é que define o tamanho das partículas da amostra extraída, os procedimentos são apresentados pelos ensaios de peneiramento fornecidos pela NBR 7181:2016 e consulta as demais normas exigidas nesse processo. Serão realizadas análises nos agregados retidos nas peneiras 4,8mm e 2,4mm, de RCC direto da britadeira com o solo e somente análise granulométrica do solo.Os objetivos dos ensaios é a definição da porcentagem dos agregados na caracterização da amostra, Conhecer a distribuição granulométrica dos agregados e representá-la através de uma curva, possibilitando assim a determinação de suas características físicas. Segundo a Associação Brasileira de Cimento portland - ABCP (1984), o solo arenoso é o mais adequado para fabricação de tijolos de solo-cimento. Entretanto, é aconselhável uma fração de 20% de teor de silte e argila para a coesão e resistência inicial no ato da compactação. O solo deve ter graduações diferentes onde o cimento agirá como aglomerante ligando as partículas.

6.7 - Limites de Consistência

O **limite de Plasticidade** interfere na expressão de trabalhabilidade, quanto maior for o limite mais dificuldade existem na dosagem do traço, no destorroamento e na

secagem. Os ensaios de plasticidade serão realizados somente com a parte fina do solo, será representada somente pelo material que passa na peneira de abertura 0,42 mm, o **limite de liquidez** não pode ultrapassar á 45% e o **índice de plasticidade** (IP = LL – LP) a 18%, de acordo com NBR 10833:2012. Serão realizados ensaios de LL pela NBR 6459:2016, nesse ensaio o solo passa de um comportamento plástico para líquido, o resultado é adquirido através de ensaios realizados através do aparelho Casagrande. O ensaio de Limite de Plasticidade é descrito na NBR 7180:2016, molda-se três cilindros de amostra de 3 mm de diâmetro, calcula-se a média da umidade dessas amostras, caso não seja possível moldar o cilindro determina-se que o solo não tem limite de plasticidade.

6.8 - Retração

É o ensaio conhecido como ensaio da caixa e foi desenvolvido para medir a retração do solo e demais agregados na sua secagem, conforme seguindo o método sugerido pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento- CEPED (1984). O ensaio é realizado com uma porção do material misturado com água até se formar uma argamassa, essa mistura é colocada em uma caixa de madeira de dimensões internas de 60 x 8,5 e 3,5 cm, após sete dias, mede-se a retração no sentido do comprimento, os ensaios serão realizados com a argamassa composta pelos agregados, menos o cimento, estará apto para a utilização se o resultado não for superior a 20 mm, e nem ter trincas e fissuras,

6.9 - Fabricação dos Corpos de Prova

Os procedimentos a serem utilizados na fabricação dos corpos de prova são: secagem do solo, destorroamento, nesse caso pode ser utilizado uma peneira 4,75mm (nº 04), adição do cimento, da água e dos resíduos da construção civil para formar a massa (farofa) na proporção de 09 partes de agregados para 01parte de cimento, em seguida fabricar os tijolos, os quais terão as seguintes dimensões: 250mm de comprimento, 125mm de largura e 62,5mm de altura, será utilizada uma prensa da marca Eco Máquinas, modelo Eco Premium 2700 e serão fabricados 36 corpos de provas ou

tijolos, logo após serão levados até a câmara úmida para fazer a cura durante o período de 7 dias e 28 dias, conforme às prescrições da NBR-8492.

7.0 – Resistência à Compressão Simples

Os ensaios de resistência à compressão simples são realizados conforme as normas NBR 8492 e NBR 10834, com dois lotes de 18 tijolos cada, com dimensões 25 x 12, 5 x 6,25cm. Os corpos de prova submetido ao ensaio deve apresentar faces planas, regularizada por capeamento com pasta de cimento Portland, serão capeados individualmente, com argamassa de uma parte de cimento por duas partes de areia com espessura máxima de 3 mm, após sete dias de cura serão capeados 10 tijolos e após vinte e oito dias serão capeado outros 10 tijolos. Antes de serem rompidos, os tijolos serão colocados no prato inferior da máquina de ensaio à compressão, de maneira centrada. Aplica-se uma carga uniforme sendo a razão de 500 N/s, até ocorrer o rompimento do corpo de prova. Os resultados devem ser ≥ 2 MPa para valores individuais, e ≥ 1,7 para valores de média.

7.1 - Absorção de Umidade por Imersão

O ensaio de absorção de água por imersão é realizado de acordo com a NBR 8492:2012, seleciona-se 3 corpos de prova retirados de cada lote fabricado, levando para a secagem na estufa em temperatura de 105°C a 110°C, obtendo a massa 1 em gramas do corpo de prova seco. Em seguida será colocado em imersão em um tanque durante 24 h, retira-se do tanque e enxugado levemente com um pano úmido, obtendo a massa saturada do corpo de prova como massa 2, em gramas, esse ensaio será realizado após 7 dias de cura. Os resultados são satisfatórios quando a porcentagem de absorção individual for ≤ 22% e o valor médio ≤ 20.

8 - Cronograma

Tabela 2 – Cronograma.

ATIVIDADES	2016					
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.2017	Fev. 2017
Definição do tema	X					
Redação inicial do projeto	X					
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	
Orçamento/compra de materiais		X	X	X		
Coleta do solo		X				
Ensaios no Laboratório de solos		X	X	X	X	
Fabricação dos Corpos de prova					X	
Cura dos Corpos de prova					X	
Teste de Resistência				X	X	
Teste de Absorção de umidade				X	X	
Resultados						X
Entrega do projeto						X

9 - Custos e Fontes de Financiamento

Recursos Humanos

Executor: Ivo Estevão shimizu Frutuoso

Orientador: James Moraes Moura

Co-orientadora: Juzélia do Santos

Recursos Físicos

- ✓ Laboratório de solos do IFMT, Campus Cuiabá;
- ✓ Biblioteca do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, Bela Vista;
- ✓ Biblioteca do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá

Recursos Financeiros

Tabela 3 – Recursos Financeiros.

MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA			
Item	**Quantidade**	**Valor Unitário**	**Total**
Pá	01	R$ 35,00	R$ 35,00
Enxada	01	R$ 40,00	R$ 40,00
Peneira de Areia nº 4	01	R$ 20,00	R$ 20,00
Sacolas Plásticas	20	R$ 0,50	R$ 10,00
Gasolina/deslocamento	50 litros	R$ 3,30	R$ 190,00
Cimento	01	R$ 25,00	R$ 25,00
*Materiais de Laboratório e serviços do IFMT, Campus Cuiabá	08	R$ 500,00 (Valor Estimado total)	R$ 500,00
Refeições	30	R$ 12,00	R$ 360,00
Tempo de Serviços	150 h	R$ 20,00	R$ 3000,00
		Total =	R$ 4180,00

* Caso tenha que comprar os materiais de laboratório, o projeto fica inviabilizado devido ao alto custo dos maquinários, pois é apenas um projeto de análise de viabilidade.

10 – Resultados Esperados

Espera-se que os objetivos deste trabalho sejam atingidos e os resultados sejam considerados satisfatórios, com obtenção de um produto final que atenda aos critérios de resistência e durabilidade, necessários ao bom desempenho das edificações.

10.1 - Resultados:

Empacotamento através do método (O'reilly Dias – 2005), com adaptação de (**Santos – 2006)**

Tabela 4- Empacotamento após análises.

Material retido Peneiras		Empacotamento 4 kg		CT* G	MS* g		MC* g/cm ³		ME* g/cm ³		IV* %	
4,8mm	2,4mm	4,8mm	2,4mm								MS*	MC*
80%	20%	3,2	0,8	2980	4980	1,27	5240	1,44	399	2,51	49,41	42,63
20%	**80%**	**0,8**	**3,2**	**2980**	**5040**	**1,31**	**5360**	**1,51**	**400**	**2,50**	**47,60**	**39,60**
60%	40%	2,4	1,6	2980	5060	1,32	5360	1,51	398	2,52	47,62	40,08
40%	60%	1,6	2,4	2980	5060	1,32	5340	1,50	398	2,52	47,62	40,48
55%	45%	2,2	1,8	2980	5140	1,37	5360	1,51	396,5	2,54	47,70	40,46
45%	55%	1,8	2,2	2980	5060	1,32	5360	1,51	396,5	2,54	48,04	40,56
50%	50%	2,0	2,0	2980	5140	1,37	5360	1,51	396,5	2,55	46,28	40,79

*CT = Cilindro de Teste; MS = Massa Solta; MC = Massa Compactada; ME = Massa especifica; IV = Índices de Vazios

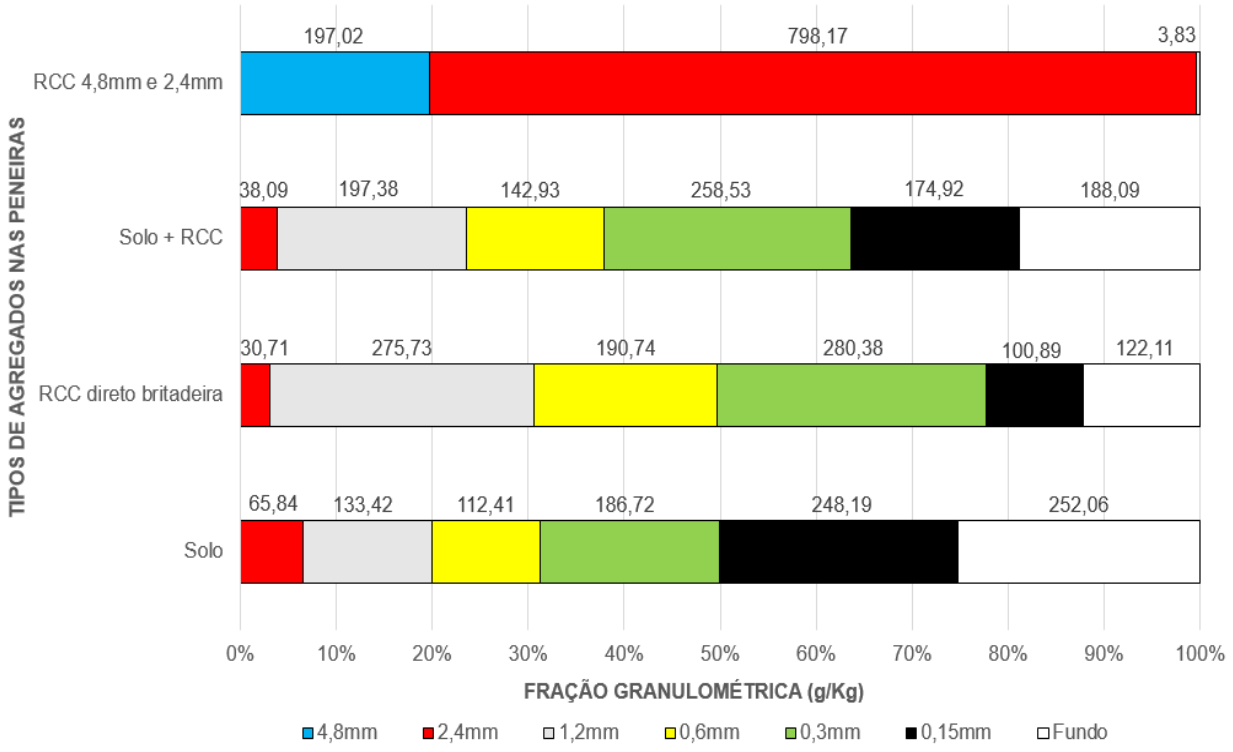
Conforme tabela 04, verificou-se que a porcentagem de 20% de agregados de 4,8mm e 80% de 2,4mm obteve a maior massa compactada e o menor Índice de vazios, com os valores de 1,51g/cm³ e 39,60%, assim sendo, os corpos de prova serão produzidos baseados nesses resultados.

10.1.1 - Análise Granulométrica

Tabela 5 - Análise granulométrica dos agregados por peneiramento

Materiais retidos nas peneiras	4,8mm - g/kg;%	2,4mm - g/kg;%	1,2mm - g/kg;%	0,6mm - g/kg;%	0,3mm - g/kg;%	0,15mm - g/kg:%	Fundo - g/kg;%
Solo	0,00	65,84	133,42	112,41	186,72	248,19	252,06
RCC direto britadeira	0,00	30,71	275,73	190,74	280,38	100,89	122,11
Solo + RCC	0,00	38,09	197,38	142,93	258,53	174,92	188,09
RCC 4,8mm e 2,4mm	197,02	798,17	3,83	0,03	0,01	0,02	0,01

Figura 2 - Análise granulométrica (g/kg; %) dos diferentes agregados por peneiramento

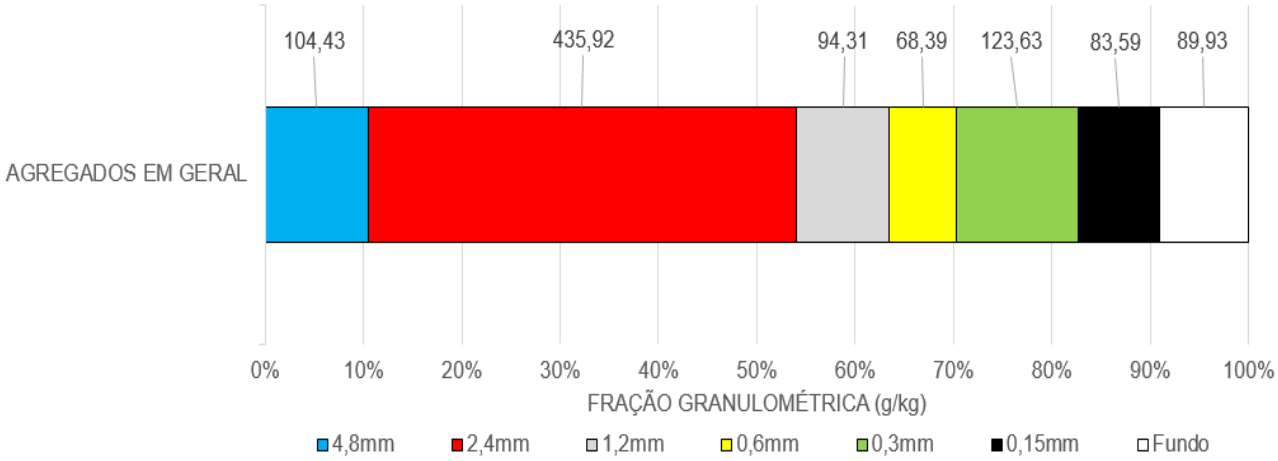


Verifica-se através da figura 2 que a concentração da maioria dos agregados é < 2,4mm e > 0,15 mm, sendo considerado adequado pela ABCP (1984), no entanto é aconselhável 20% de silte e argila para coesão e resistência inicial no ato da compactação, nesse caso o RCC direto da britadeira não atende esse requisito, mas quando misturado ao solo em partes iguais se aproxima essa porcentagem.

Tabela 6 - Análise granulométrica dos agregados menos o cimento.

Materiais retidos nas peneiras	4,8mm-g/kg;%	2,4mm-g/kg;%	1,2mm-g/kg;%	0,6mm-g/kg;%	0,3mm-g/kg	0,15mm-g/kg;%	Fundo-g/kg;%
Todos os Agregados menos o cimento	104,43	435,92	94,31	68,39	123,63	83,59	89,93

Figura 3 - Análise granulométrica (g/kg; %) dos agregados sem cimento por peneiramento.



Analisando a figura 3 observa-se que a porcentagem de silte e argila caem para menos da metade, isso acontece devido ao teor de argamassa ser de apenas de 53% e a pesquisa ser baseada no empacotamento de materiais específicos, agregados graúdos, 47% do total da mistura, sendo 20% de 4,8 mm e 80% de 2,4 mm, embora seja uma pesquisa, não atende aos requisitos da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (1984).

10.1.2 - Limites de Consistência

Tabela 7 - Resultados limites de consistência.

	Limite de liquidez	Limite de plasticidade	Índice de plasticidade
Solo	30,18%	14,83%	15,35%

Conforme a NBR 10833/2016, para ter um resultado satisfatório na produção de tijolos de solo cimento ou tijolo modular, o solo deve apresentar um limite de liquidez ≤

45% e um índice de plasticidade ≤ 18%. Verificou-se que os resultados estão dentro do que pede a norma.

Figura 4 - Aparelho de casa grande

10.1.3 - Retração

O teste de retração foi realizado conforme o método sugerido pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - CEPED (1984), os ensaios foram realizados com a argamassa composta pelos agregados, menos o cimento e somente com o solo, ao final de sete dias não teve fissuras nem trincas e o resultado da retração foi de 6 mm para os agregados e 18 mm para o solo, sendo considerado apto para utilização.

Figura 5 - Retração

10.1.4 - Fabricação dos Corpos de Prova

Os procedimentos para a fabricação dos corpos de provas foram realizados conforme a NBR 10833/2012. As etapas foram: Destorroamento do solo, peneiramento

(peneira 4,8 mm) e separação de 25,15 kg para ser adicionado à mistura; Britagem dos resíduos da construção civil e separação dos materiais utilizando um agitador de peneiras quadradas com as medidas de 50cm x 50cm x 10 cm, IFMT- Cuiabá,foram separados 10,99 kg de RCC retido na peneira 4,8 mm, 43,99 kg de RCC retidos na peneira 2,4 mm, 25,15 kg de RCC foi retirado direto da britadeira e 11,7 kg de cimento. Em seguida foi realizada a mistura manual com total de 117 kg de agregados quantidade suficiente para fabricar 26 tijolos, cada com 4,5kg, para deixar a farofa no estado ótimo foram utilizados 11, 850 litros de água.

Na prensagem dos corpos de provas foi utilizada uma prensa da marca Eco Máquinas, modelo Eco Premium 2600, foram fabricados 39 corpos de provas e colocados à sombra coberto com lona preta para não perder umidade,na câmara fria não havia espaço, após 24h foi feito a primeira cura do tijolo, observou-se que em alguns tijolos, na base, os agregados graúdos se desprenderam e a estética ficou comprometida, mas longe de comprometer a estrutura dos tijolos e após sete dias o 1º capeamento (10 tijolos) para regularizar uma faces e no dia seguinte a outra face, após 24h o rompimento dos tijolos e aos 28 dias o mesmos procedimentos, os tijolos foram colocados no prato inferior da máquina de ensaio à compressão, de maneira centrada. Aplicou-se uma carga uniforme sendo a razão de 500 N/s, até ocorrer o rompimento do corpo de prova.

Figura 6 - Britadeira IFMT centro

Figura 7 - Preparação dos agregados

Figura 8 - Verificação do teor de umidade ótima

Figura 9 – Produzindo os tijolos

Figura 10 - Tijolos produzidos

Figura 11 - Tijolos capeados 1 face

Figura 12 - Tijolos capeados 2 faces

Figura 13 - Tijolos prontos para serem rompidos

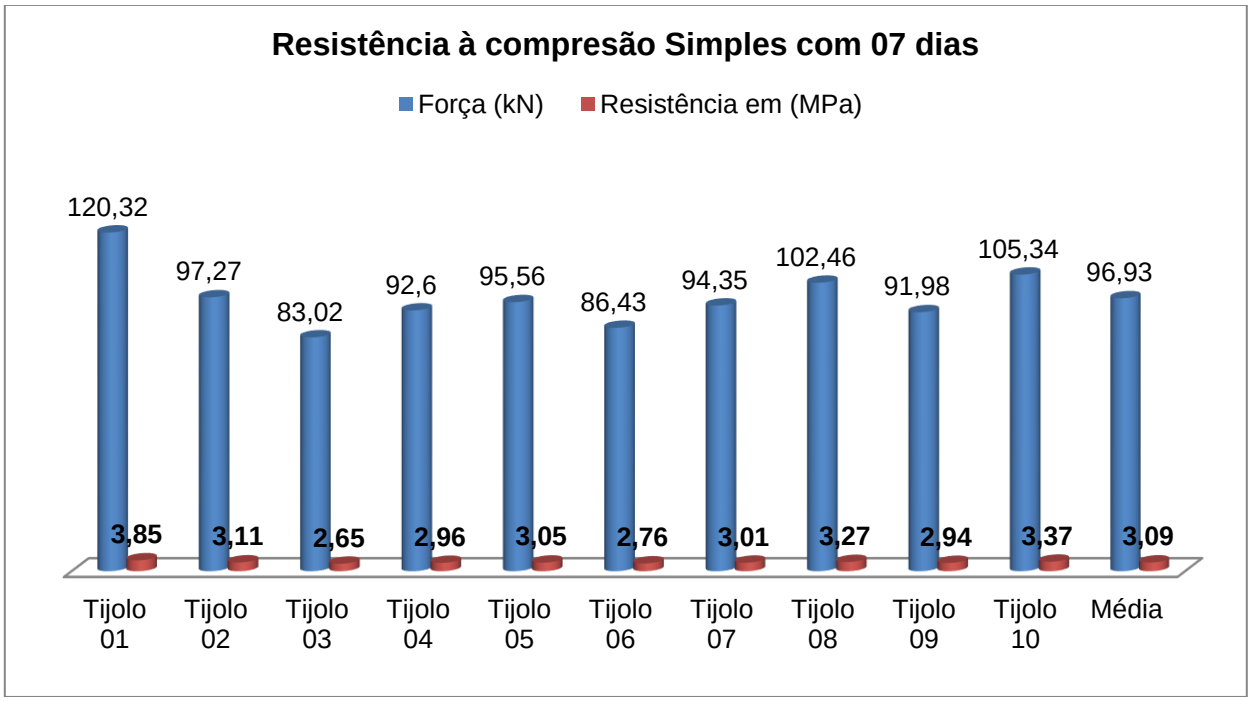
Figura 14 - Rompimento dos tijolos

10.1.5 - Resistência à Compressão Simples com 07 dias.

Tabela 8- Resistência à compressão simples com 7 dias

Corpos de provas	Força (kN)	Resistência em (MPa)
1º	120,32	3,85
2º	97,27	3,11
3º	83,02	2,65
4º	92,60	2,96
5º	95,56	3,05
6º	86,43	2,76
7º	94,35	3,01
8º	102,46	3,27
9º	91,98	2,94
10º	105,34	3,37
Média	**96,93**	**3,09**

Gráfico 1 - Resistência à compressão simples com 7 dias



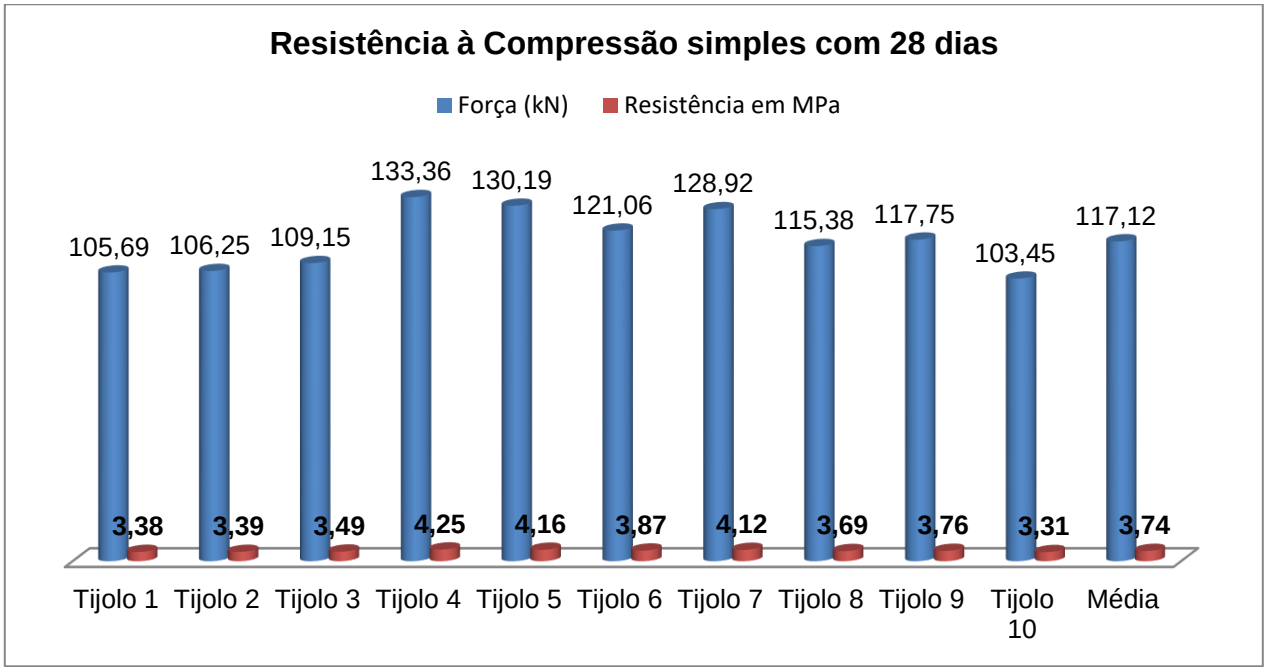
Observa-se que para valores individuais, a resistência à compressão está acima dos recomendados pelas normas, que é ≥ 1,7 e também a média dos valores que é ≥ 2,0 MPa.

10.1.6 - Resistência à Compressão Simples com 28 dias.

Tabela 9 - Resistência à compressão simples com 28 dias.

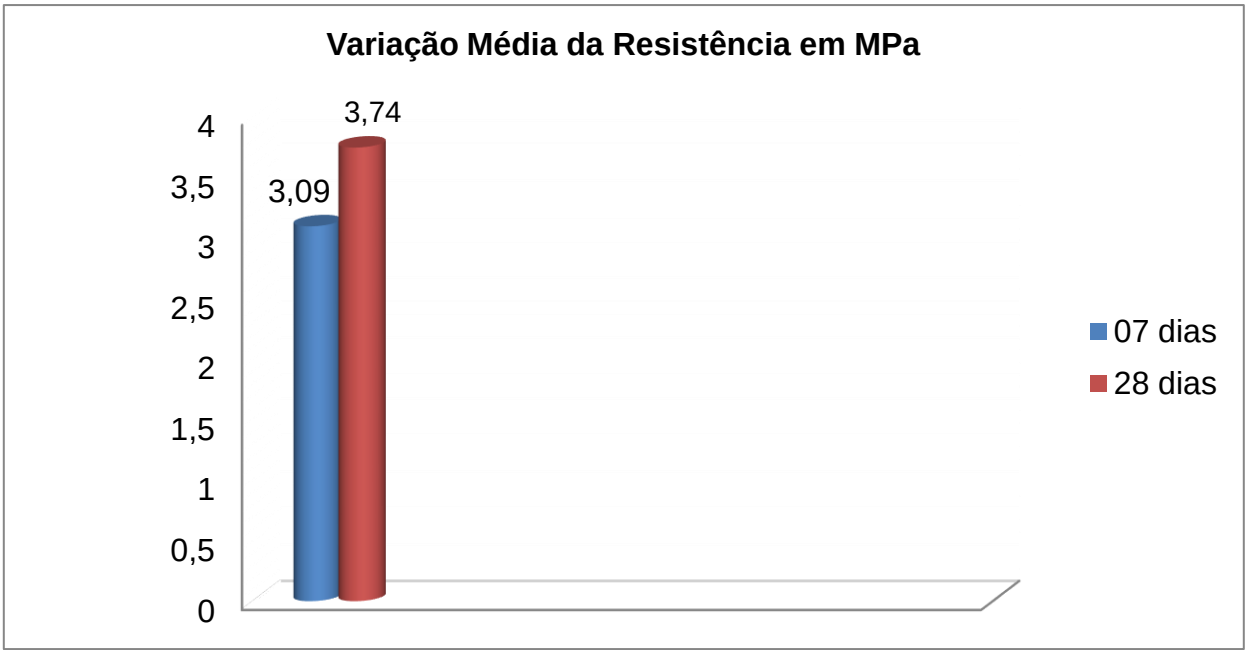
Corpos de provas	Força (kN)	Resistência em (MPa)
1º	105,69	3,38
2º	106,25	3,39
3º	109,15	3,49
4º	133,36	4,25
5º	130,19	4,16
6º	121,06	3,87
7º	128,92	4,12
8º	115,38	3,69
9º	117,75	3,76
10º	103,45	3,31
Média	**117,12**	**3,74**

Gráfico 2 - Resistência à compressão simples com 28 dias.



Observa-se que para valores individuais, a resistência à compressão está acima dos recomendados pelas normas, que é ≥ 1,7 e também a média dos valores que é ≥ 2,0 MPa.

Gráfico 3 - Variação média da resistência em MPa.



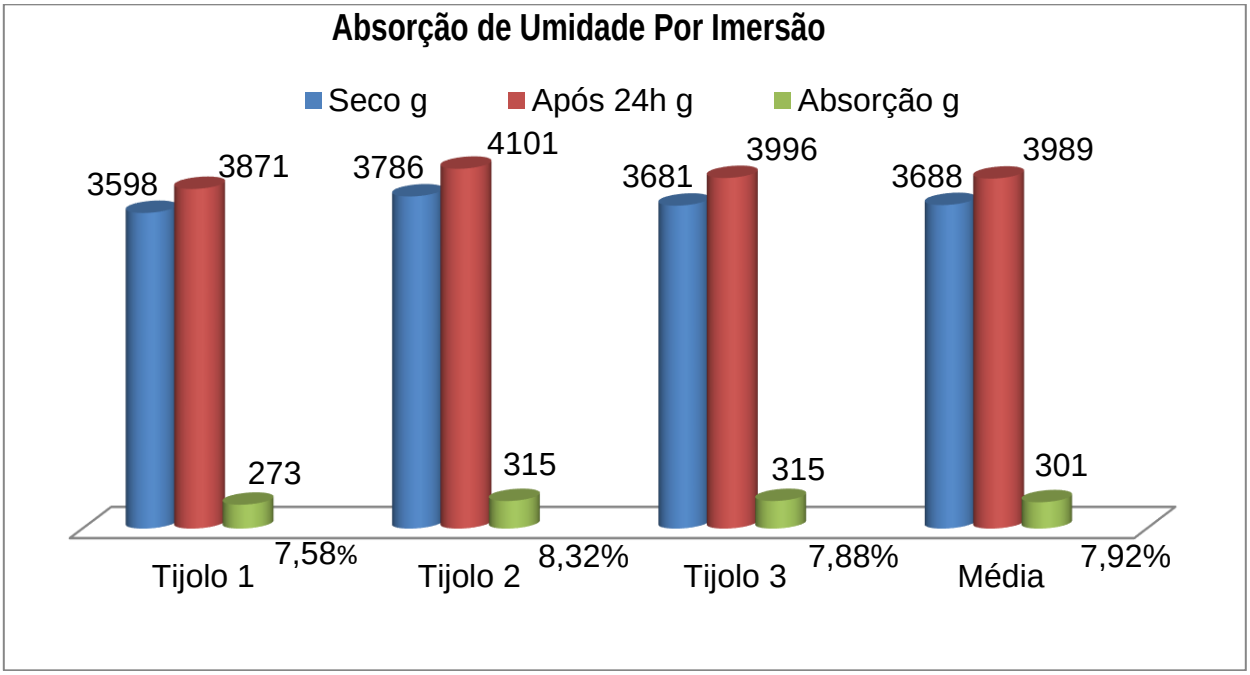
De acordo com o gráfico, verifica-se um aumento médio de 21,03% na resistência em MPa na comparação média dos corpos de provas de 7 dias e 28 dias.

10.1.7- Absorção de Umidade Por Imersão

Tabela 10–Absorção de umidade por imersão

	Seco g	**Após 24h g**	**Absorção g**	**%Absorção**
Tijolo 1	3598	3871	273	7, 58
Tijolo 2	3786	4101	315	8, 32
Tijolo 3	3681	3996	315	7, 88
Média	**3688**	**3989**	**301**	**7, 92**

Gráfico 4 - Absorção de umidade por imersão.



Conforme tabela 09 e gráfico 07, verificou-se que a absorção de umidade com valor individual e valor médio dos tijolos após 24h de imersão foi bem abaixo do valor exigido pela NBR 8492/2012, que é de ≤ 22% para valor individual e de ≤ 20% para valor médio, portanto os resultados foram considerados satisfatórios.

Conclusão

De acordo com o estudo observou-se que a técnica do empacotamento é muito útil quando se utiliza com agregados específicos, como foi o caso. Os objetivos foram alcançados, resistência mecânica dos tijolos e absorção de umidade acima do exigido pela norma, embora a estética dos tijolos não tenha ficado perfeita, pois alguns tijolos, na hora da cura, perderam agregados na base, devido à utilização de agregados considerados graúdos em alta proporção e o traço com pouca argamassa, mas nada que comprometa o uso desse material para construção de moradias.

Apesar do bom resultado, essa pesquisa mostrou a dificuldade encontrada no estudo de novas técnicas construtivas, pois além do acesso aos locais de estudos serem restritos, os procedimentos de separação de materiais específicos é trabalhoso, são necessários vários equipamentos que só existem nas faculdades do ramo, nesse sentido, a difusão e o espalhamento da cultura de utilização dessas técnicas alternativas para a construção acontece de forma muito lenta, por isso é necessário estudos que viabilize o uso dessas técnicas, não só por quem é do ramo, mas também por pessoas leigas, que tenham interesses nessas técnicas.

Recomendações

Baseado nesse estudo verificou-se que é importante um estudo na dosagem de cimento ao RCC, agregados considerados areia reciclada, disponível nas cidades onde tem uma concessionária responsável pelo recebimento, triagem e reciclagem dos resíduos da construção civil, tanto pela análise granulométrica do material, embasado nas amostragens durante certo período, quanto pela composição, nesse caso, conforme Resolução CONAMA nº 307/2002, classe A, essa dosagem pode ser verificado através da quantidade de cimento no traço, encontrar através dos estudos o traço ótimo para o tijolo de vedação e também para tijolo de função estrutural, procedimentos baseados na ABNT NBR 10833/2012, fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica, com isso criaria um parâmetro para confecção de tijolos de RCC, areia reciclada, para ser utilizado por todos os interessados.

Referências Bibliográficas

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de construção com solo-cimento**. 3 ed.São Paulo: ABCP, 1984.147p.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. São Paulo-SP, 1999. ABCP, ET-35, 51p.

Abiko A., Moraes O. B.. **Desenvolvimento Urbano Sustentável.** Escola Politécnica da USP / Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2009.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7180: **Solo- Determinação do limite de plasticidade:** Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 3p

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Análise Granulométrica. Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 13p

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6459: **Solo-Determinação de limite de Liquidez:** Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 6p.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10834: **Bloco vazado de soli cimento sem função estrutural- Especificação:** Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 3p

ANGULO, S. C.; JOHN V.M. (2001) **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. BT/PCC/279, EPUSP, São Paulo, 16p.

ARMAN, A.; BARCLAY, R. T.; CASIAS, T. J.; CROCKER, D .A.; ADASKA, W .S.; DE GRAFFENREID, R. L.; HESS, J. R.; KUHLMAN, R. H.; MUELLER, P.E.; ROOF, H.C.; SUPER, D. W.; WINFORD, J. M.; WISSA ANWAR, E. Z. **State-of-the-art report on soil cement,** ACI Materials Journal, Detroit, v.87, n.4, p.395-417, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10833:2012 Versão Corrigida: 2013 **(Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento)**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8491: **Tijolo maciço de solo-cimento**. Rio de Janeiro, 2012. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8492: **Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção d' água**. Rio de Janeiro, 2012. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45 – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR Nº 1004: ResíduosSólidos** – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, maio 2004.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estudos e tratamento da variável rendimento no censo demográfico 2010**. Nota Técnica, p. 18, 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 Agosto 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 05, de 5 de Agosto de 1993.**

CASANOVA, F. J. (2004). **O solo como material de construção**. Revista Habitare, Ano 4, Agosto.

Centro de Estatística e Informações – CEI. Fundação João Pinheiro: Governo de Minas Gerais. **Nota Técnica – Déficit Habitacional no Brasil, anos de 2011 e 2012.** Disponível em www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/360-nota-tecnica-deficit-habitacional-no-brasil-anos-2011-e-2012/file acesso em 22/06/2015 às 08h36min.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. **Manual de construção com solo-cimento.** 3. ed. atual. São Paulo: ABCP, 1984.

COSTA, J.S. Agregados alternativos para argamassa e concreto produzidos a partir da reciclagem de rejeitos virgens da indústria de cerâmica tradicional. Tese de doutorado (Ciência e Engenharia de Materiais). UFScar. São Carlos, 2006.

FASSONI, D. P. (2000a), **Fabricação Artesanal de Tijolos de Terra Crua** – Adobe.Curso 64, 71ª Semana do Fazendeiro, 16 a 20 de outubro, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 10p.

FUNTAC**. Cartilha para produção de tijolo solo-cimento.** Rio Branco, 1999. Disponível em: <http:/ /pt.scribd.com/ doc /58137192/TCC - Tijolos-Ecologicos>acessado em: 21/06/2015 às 22:15 min.

NEVES, Célia M. M. **Inovações tecnológicas em construção com terra: o solo-cimento**. In: ENTAC 93 - AVANÇO EM TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES, 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP/ANTAC, 1993. p. 221-230

Oliveira, D. F., Santos, V. S., Lira, H. L., Melo, A. B., Neves, **G. A. Durabilidade de compósitos de concreto Portland produzidos com agregados reciclados da construção civil.**Revista Eletrônica de Materiais e Processos, V.I, 2 (2006) ISSN 1809-8797. 2006 Disponível em: www.dema.ufcg.edu.br/revista.

Pereira P. I.. **Construção Sustentável: o desafio.** Trabalho de Conclusão de curso de Engenharia Civil. Porto, 2009.

SANTOS, Helaine Neves dos; CÂNDIDA, Ana Cláudia; FERREIRA, Tânia KarlaSilva. **Ações referentes a gestão de resíduos da construção civil em Araguari-MG.** In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos – Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças, AGB/ENG, de 25 a 31 de julho de 2010. Anais... Porto Alegre, RS, 2010.

Souza, M. I. B. **Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento.** Ilha Solteira: UNESP, 2006. 121p. Dissertação Mestrado.

SOUZA, Márcia I. B.; SEGANTINI, Antonio A. S. e PEREIRA, Joelma A.. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.** Rev. bras. eng.agríc. ambient.[online]. 2008, vol.12, n.2, pp.205-212.