

FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCELO JOSÉ CORREIA
MÁRCIO ROGÉRIO ZANE

COMPOSIÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO LEVE, COM A UTILIZAÇÃO DE
MATERIAIS RECICLÁVEIS

BAURU
2017

MARCELO JOSÉ CORREIA

MÁRCIO ROGÉRIO ZANE

**COMPOSIÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO LEVE, COM A UTILIZAÇÃO DE
MATERIAIS RECICLÁVEIS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado às Faculdades Integradas
de Bauru para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil, sob a
coordenação da disciplina de TCC.**

BAURU

2017

Correia, Marcelo José

Composição de Blocos de Concreto Leve, com a utilização de Materiais Recicláveis. - Marcelo José Correia, Márcio Rogério Zane. Bauru, FIB, 2017. 045f.

Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Bauru

Coordenador: Prof^a. Ms. Andréa de Oliveira Bonini

1.Bloco de Concreto Leve. 2. Material Reciclado. 3. Poliestireno Expandido - EPS. I. Composição de Blocos de Concreto Leve, com a utilização de Materiais Recicláveis. II. Correia, Marcelo José. Zane, Márcio Rogério. Faculdades Integradas de Bauru.

CDD 620

MARCELO JOSÉ CORREIA

MÁRCIO ROGÉRIO ZANE

**COMPOSIÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO LEVE, COM A UTILIZAÇÃO DE
MATERIAIS RECICLÁVEIS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado às Faculdades
Integradas de Bauru para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Civil.**

Bauru, 27 de Outubro de 2017.

Banca Examinadora:

Presidente/ Coordenador: Andrea de Oliveira Bonini

Professor 1: Glauce Alves Tonelli

Professor 2: Luiz Carlos Izzo Filho

BAURU

2017

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a nossos familiares, amigos e professores, e a todos que fizeram parte da nossa caminhada até aqui, sem a ajuda, incentivo e colaboração de todos esta conquista não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, pela oportunidade de realizar nossos sonhos e desejo de nos tornarmos engenheiros. Agradecemos também, nossas esposas, Cláudia e Analice, que sempre nos incentivaram nos dando forças para seguir nossos caminhos, enfrentando as dificuldades do dia a dia e os problemas cotidianos, nos convencendo que ao final todos nossos esforços e dedicação não de ser recompensados, nos trazendo a satisfação e sentimento de dever cumprido. Aos nossos pais e orientadora Andréa Bonini, pela ajuda, paciência, confiança e por todo conhecimento que nos proporcionou, aos nossos amigos de faculdade, aos nossos amigos de trabalho e a todas as pessoas que torceram por nós nessa etapa tão importante em nossas vidas.

Marcelo José Correia

Márcio Rogério Zane

*“Entrega o teu caminho ao Senhor,
Confia nele, e o mais ele fará.”*

Salmos 37:5

CORREIA, Marcelo José; ZANE, Márcio Rogério. **Composição de blocos de concreto leve, com a utilização de materiais recicláveis**. 2017. 045f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - FIB. Bauru, 2017.

RESUMO

Na construção civil, o grande problema é a destinação de resíduos de entulhos gerados pela obra. A grande maioria das cidades brasileiras não possui estrutura para comportar e dar destino ao entulho produzido diariamente. Há no Brasil certo atraso no tratamento dos resíduos, e a população sofre as consequências do destino inadequado desses resíduos de construção. Dessa forma, pensando em soluções alternativas, este trabalho tem como finalidade desenvolver produtos provenientes da reciclagem desses resíduos, apontando soluções, sempre buscando a conscientização da população sobre sustentabilidade ambiental. Através da proposta de confeccionar Blocos de Concreto Leve, utilizando de materiais recicláveis. O trabalho apresenta dados sobre a produção de entulhos de construção, descartes de Poliestireno Expandido – EPS, como e seu destino. Com o estudo resultou na comprovação da viabilidade técnica da utilização do Poliestireno Expandido – EPS, como agregado leve na produção de blocos para vedação, pois trata-se de um produto consistente para sua utilização.

Palavras-chave: Bloco de Concreto Leve. Material Reciclado. Poliestireno Expandido - EPS.

CORREIA, Marcelo José; ZANE, Márcio Rogério. **Composition of lightweight concrete blocks, using recyclable materials.** 2017. 045f. Completion of course work (Undergraduate in Civil Engineering)- FIB. Bauru, 2017.

ABSTRACT

In a construction, the biggest problem is the disposal of wastes generated work. The great majority of Brazilian cities don't have the structure to bear and give destination to the rubble produced daily. There is a delay in the treatment of waste in Brazil, and the population suffers the results of the inappropriate destiny of these construction wastes. Thus, thinking about alternative solutions, this work aims to develop products from the recycling of these wastes, pointing solutions, always seeking the population's awareness about environmental sustainability. Through the proposal to make Light Concrete Blocks using recyclable materials. The paper presents data on the production of construction rubble, Polystyrene Dispersed Expanded - EPS, how and its destination. The study resulted in the verification of the technical feasibility of the use of Expanded Polystyrene - EPS, as a lightweight aggregate in the production of sealing blocks, its about a consistent product for its use.

Keywords: Light Concrete Block. Recycled material. Expanded Polystyrene - EPS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	P.
Figura 1 - Cimento tipo CP-V – ARI.....	28
Figura 2 - Agregado Miúdo.....	29
Figura 3 - EPS reciclado.....	30
Figura 4 - Traço 1.....	31
Figura 5 - Traço 2.....	31
Figura 6 - Traço 3.....	32
Figura 7 - Agregado Miúdo – Traço 1	33
Figura 8 - Agregado Miúdo – Traço 2	33
Figura 9 - Agregado Miúdo – Traço 3	33
Figura 10 - Cimento utilizado nos traços 1, 2 e 3	34
Figura 11 - Água utilizada no traço 1	34
Figura 12 - Água utilizada nos traços 2 e 3	35
Figura 13 - Agregado leve utilizados nos traços conforme tabela 03.....	35
Figura 14 - Misturador utilizado.....	36
Figura 15 - Moldes cilíndricos.....	36
Figura 16 - Haste de socamento.....	37
Figura 17 - Concha de aço.....	37
Figura 18 - Tanque de cura.....	38
Figura 19 - Retificadora de corpo de prova.....	39
Figura 20 - Rompedor.....	39

LISTA DE QUADROS

	P.
Quadro 1 - Consumo anual de materiais da construção nos EUA.....	19
Quadro 2 - Estimativa de geração de resíduos da construção civil.....	19
Quadro 3 - Características do cimento CP – V – ARI.....	27
Quadro 4 - Especificações mínimas do EPS.....	29
Quadro 5 - Resultado dos rompimentos dos CPs.....	42

LISTA DE TABELAS

	P.
Tabela 1 - Caracterização do agregado miúdo.....	28
Tabela 2 - Composição granulométrica – agregado miúdo.....	28
Tabela 3 - Dados dos traços.....	32
Tabela 4 - Número de camadas para moldagem dos corpos de prova.	38
Tabela 5 - Massa específica.....	40
Tabela 6 - Resistência mínima a compressão tijolo maciço cerâmico..	41
Tabela 7 - Resistência mínima a compressão blocos cerâmico.....	41
Tabela 8 - Resistência mínima a compressão blocos de concreto.....	41
Tabela 9 - Comparativo dos materiais.....	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRAINCC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias

ABRAPEX – Associação Brasileira do Poliestireno Expandido

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

ARI – Alta Resistência Inicial

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CP – Cimento Portland

EPS – Poliestireno Expandido

ISO – Organização Internacional para Padronização

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

UNEP – Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivo Geral	16
1.3	Objetivo específico	16
1.4	Estrutura do trabalho	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	A História do entulho	17
2.2	Os resíduos da construção civil	18
2.3	A construção civil e o desenvolvimento sustentável	20
2.4	Conceito de concreto	23
2.5	Concreto Leve	23
2.6	Concreto leve estrutural	24
3	PROGRAMA EXPERIMENTAL	27
3.1	Materiais	27
3.1.1	Caracterização dos materiais	27
3.1.1.1	Cimento	27
3.1.1.2	Agregado Miúdo	28
3.1.1.3	Agregado leve (poliestireno expandido – EPS)	29
4	MÉTODOS	31
4.1	Dosagem Experimental	31
4.1.1	Determinação dos traços	31
4.1.2	Mistura dos materiais	32
4.1.3	Lançamento, adensamento e cura do concreto	36
4.1.4	Ensaio	39
4.1.5	Determinação da massa específica	40
4.1.6	Resultados e discussões	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Após um ano difícil para o setor da construção civil no país, 2017 deve representar o início da retomada nas vendas e nos lançamentos. Mas tudo dependerá, claro, do desenrolar das crises política e econômica nos próximos meses, segundo especialistas.

Como explica França (2017), presidente Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias - Abrainc, a recuperação do setor está ligada, principalmente, a três fatores: redução de taxas de juros, baixo nível de desemprego e marcos regulatórios adequados.

Esses fatores afetam tanto a confiança do consumidor, que estará mais disposto a investir em imóveis, quanto à das incorporadoras, que terão menos riscos de prejuízo.

Para França, porém, ainda há um bom caminho até que essas condições ideais sejam realidade. "Isso não quer dizer que 2017 será um ano morto, mas a melhora deve vir mesmo em 2018", diz ele.

A construção civil fabrica casas, prédios, aeroportos, estádios, portos, faculdades, escolas. Constrói estradas e uma infinidade de obras que impulsionam a economia brasileira e a sociedade, enaltecendo o bem estar da população, dando melhores condições de vida. Grandes obras estimularam a economia brasileira, como as moradias para o Programa Minha Casa Minha Vida e os estádios para a copa do mundo. Isto fez com que muitas empresas locais crescessem, gerando empregos e oportunidades.

Segundo o consultor econômico Amorim (2016), a chamada Era da Informação ocasionou o maior crescimento já registrado entre os países emergentes. Em 2015, de cada U\$1 produzido, U\$0,73 vieram de países emergentes. Dessa forma é possível acreditar que o Brasil deve se recuperar em breve.

Ainda segundo Amorim (2016), os primeiros setores a se recuperarem depois de uma crise costumam ser o automotivo e o imobiliário. Apesar de não termos visto uma recuperação significativa em números ainda, as projeções apontam para que isso aconteça gradativamente. O consultor econômico aconselha que o melhor momento para investir seja agora, em que o pessimismo domina quem está desinformado.

Não existe crescimento econômico no Brasil sem o crescimento da indústria da construção civil. O setor da construção representa 8% do PIB. Vai ter um impacto muito grande na economia, no desenvolvimento social, e evidentemente no emprego”, afirmou Menin (2017). “Esse é um pilar mesmo importante para o País voltar a crescer sustentavelmente, voltar a empregar, criar desenvolvimento social, e a casa própria é desenvolvimento social”, completou.

O potencial do setor para o reaquecimento da economia também é destacado pela vice-presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Nascimento (2017). “Hoje o setor que mais agiliza na resposta imediata é a construção civil. Começa na areia, no cimento, na brita. É a cadeia dos 'mil itens'. É um segmento que movimenta todo o mercado”, afirmou.

Diante da recuperação da economia e a retomada do setor, tem o aumento significativo de geração de resíduos da construção civil, são gerados diariamente toneladas de entulhos, que são descartados de forma inadequada, pois não há políticas de tratamento de resíduos, no quesito reciclagem e reutilização deste material.

Com o passar dos anos, fica cada vez mais evidente a necessidade de se desenvolver materiais alternativos para a construção civil, em busca de minimizar os impactos ao meio ambiente.

Diante disso, pretende-se analisar quais os benefícios que o setor da construção civil terá com a implantação de blocos de vedação de concreto leve, desenvolvido com Poliestireno Expandido – EPS, provenientes de descartes.

1.1 Justificativa

Nos dias de hoje a sustentabilidade é algo necessário, pensando em não agredir o meio ambiente, observamos que o desenvolvimento de um material proveniente da reciclagem contribui muito com o meio ambiente, podendo gerar riqueza. Hoje o Poliestireno Expandido – EPS gera aproximadamente 15 mil toneladas por ano, que corresponde 70 caminhões por dia, isso só na construção civil (ABRAPEX, 2006). Portanto este projeto visa contribuir com o meio ambiente através da reutilização de materiais provenientes de resíduos da construção civil, colaborando com a redução dos descartes desses materiais de forma irregular, através da geração de subprodutos com utilização desses materiais descartados.

1.2 Objetivo geral

Analisar o desenvolvimento de blocos de vedação como uso de concreto leve e suas aplicações na construção civil, tendo como uma das matérias prima o material reciclado.

1.3 Objetivos específicos

Buscar na literatura, informações a respeito do tema em estudo, utilizando dela para contribuir de forma teórica e material de apoio para:

- Analisar o descarte de materiais que compõem nosso estudo.
- Analisar a viabilidade do produto no mercado.
- Analisar a possível redução no custo com a utilização do produto desenvolvido.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho foi desenvolvido em cinco capítulos. O primeiro capítulo está apresentada a introdução, justificativa, objetivo geral e objetivos específicos da pesquisa.

Na sequência o segundo capítulo está apresentado o referencial teórico de forma geral demonstrando os assuntos relacionados ao tema desenvolvido.

No terceiro capítulo é apresentado o programa experimental, que foi composta por duas etapas, a caracterização dos materiais e a produção do concreto leve.

No quarto capítulo é apresentado os procedimentos metodológicos, dando início ao desenvolvimento do trabalho, determinando os traços, a serem estudados, de acordo com a quantidade de cada material utilizado. As discussões a cerca do tema proposto são apresentadas no mesmo capítulo com os resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais a qual faz explanação com comparativo entre os resultados obtidos e os exigidos por normas.

2 REFERENCIALTEÓRICO

2.1 A História do entulho

Segundo Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON (2017), a construção é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e desde os primórdios da humanidade foi executada de forma artesanal, gerando como subprodutos grande quantidade de entulho mineral.

Tal fato despertou a atenção dos construtores já na época da edificação das cidades do Império Romano e desta época datam os primeiros registros da reutilização dos resíduos minerais da construção civil na produção de novas obras.

Entretanto, só a partir de 1928 começaram a ser desenvolvidas pesquisas de forma mais sistemática para avaliar o consumo de cimento, a quantidade de água e o efeito da granulometria dos agregados oriundos de alvenaria britada e de concreto.

Porém, a primeira aplicação significativa de entulho só foi registrada após a segunda guerra mundial, na reconstrução das cidades Europeias, que tiveram seus edifícios totalmente demolidos e os escombros ou entulho resultante foi britado para produção de agregado visando atender á demanda na época. Assim, pode-se dizer, que a partir de 1946 teve início o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem de entulho da construção civil.

Embora as técnicas de reciclagem dos resíduos minerais de construção e demolição tenham evoluído, não se pode afirmar com absoluta convicção que a reciclagem tenha se tornado uma ideia amplamente difundida. Atualmente na Europa há um desperdício equivalente a 200 milhões de toneladas anuais de concreto, pedras e recursos minerais valiosos. Tal volume de materiais seria suficiente para se construir uma rodovia com seis faixas de rolamento interligando as cidades de Roma, na Itália, a Londres, na Inglaterra. Felizmente, nações tecnologicamente desenvolvidas, como EUA, Holanda, Japão, Bélgica, França e Alemanha, entre outros, já perceberam a necessidade de reciclar as sobras da construção civil e tem pesquisado o assunto intensamente visando atingir um grau de padronização dos procedimentos adotados para a obtenção dos agregados, atendendo desta forma aos limites que permitem atingir um nível mínimo de qualidade (ABRECON, 2017).

2.2 Os Resíduos da Construção Civil

Os materiais usados na construção civil constituem uma grande fonte de resíduos sólidos. São Constituídos de uma ampla variedade de produtos, que podem ser classificados em:

- **solo** – material não consolidado, geralmente da decomposição de rochas, que engloba matéria orgânica, inorgânica e vida bacteriana;
- **materiais cerâmicos** – compostos por rochas naturais; concreto; argamassas à base de cimento e cal; resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento; cimento-amianto; gesso e vidro;
- **materiais metálicos** - como aço, latão, chapas de aço galvanizado, etc;
- **materiais orgânicos** – como madeira natural ou industrializada; plásticos diversos; materiais betuminosos; tintas e adesivos; papel de embalagem; restos de vegetais e outros produtos de limpeza de terrenos.

Uma Ideia do consumo anual desses materiais é mostrada no Quadro 1. Observa-se que o concreto constitui cerca de 50% do material consumido, portanto também descartado após o tempo de vida útil das construções, que é estimado em 50 anos. A madeira e a cerâmica, com cerca de 10% cada um, apresentam resíduos para futuro descarte. Os plásticos representam apenas 2% de consumo anual e dão origem a posterior refugo. Como se trata de quantidades imensas de material consumido anualmente – cerca de 2 bilhões de toneladas, o papel desses refugos de material de construção não pode ser ignorado.

De maneira geral, a quantidade de resíduos da construção, gerada nas cidades, é igual ou maior que a produzida pelos domicílios. No Brasil, a estimativa de geração por ano é cerca de 445 kg/habitantes. As estimativas anuais para outros países variam entre 325 e 2.311 kg/habitante (Quadro 2). Observa-se grande variabilidade nas estimativas apresentadas por diferentes fontes para um mesmo país. Alguns autores incluem a remoção de solos, enquanto outros excluem esse valor.

Quadro 1: Consumo anual de materiais da construção nos Estados Unidos

Material	Consumo Anual – peso (10 ⁶ ton)	Teor (%)
Concreto	1.000	50
Madeira	240	12
Cerâmica	200	10
Painéis / divisórias	80	4
Ferro / aço	60	3
Plástico	40	2
Outros	380	19
TOTAL	2.000	100

Fonte: Chemical Engineering News – 1994, p. 20-43

Quadro 2: Estimativa de geração de resíduos da construção civil

Nº	País	Quantidade média gerada (kg/habitante/ano)
1	Alemanha	2.311
2	Bélgica	2.047
3	Dinamarca	1.225
4	Holanda	1.060
5	Inglaterra	1.000
6	Japão	785
7	Itália	645
8	Estados Unidos	524
9	Brasil	445
10	Suécia	408
11	Portugal	325

Fonte: John – 2000.

A reciclagem dos resíduos da construção civil consta de uma etapa de seleção em três grupos:

- materiais compostos de areia, cal e cimento, por exemplos, concretos, argamassas e blocos de concreto;

- materiais cerâmicos, por exemplo, telhas, manilhas, tijolos e azulejos;
- resíduos não utilizados no agregado, por exemplo, solo, vidro, plástico, papel, madeira e outros.

Depois de separado, os resíduos são triturados, obtendo-se, então, os agregados reciclados podendo ser utilizados na fabricação de peças pré-moldadas não estruturadas, agregados para sub-bases de pavimentos, guias e sarjetas, e blocos de concreto de vedação. Parte dos resíduos da construção civil pode ser reutilizada na própria obra para o fechamento de valas e a construção de contrapisos. O agregado reciclado possui qualidade inferior ao agregado tradicional, pois suas características variam de um lote para outro, em razão da heterogeneidade dos resíduos (MANO, PACHECO, BONELLI, 2010).

2.3 A Construção Civil e o Desenvolvimento Sustentável

Até os anos 50, a natureza era vista somente como um pano de fundo para toda discussão que envolvesse a atividade humana e suas relações com o meio. Acreditava-se que a natureza existia para ser compreendida, explorada e catalogada, desde que fosse utilizada em benefício da humanidade (SCHENINI *et al.*, 2004). Segundo estes autores, os movimentos sociais que se iniciaram nos anos 70 representaram um marco na humanidade e em particular para a formação de uma consciência preservacionista fundamentada, naquele momento, nos princípios da harmonia com a natureza. Assim, o termo ecologia passa a ser bastante utilizado. Tais discussões ganharam tanta intensidade que em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu uma Conferência sobre Ambiente Humano que ficou conhecida como Conferência de Estocolmo. Como resultado deste evento, foi criado o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas – UNEP, encarregado de monitorar o avanço dos problemas ambientais no mundo (SANTOS, 2005). Neste mesmo ano é publicado um estudo sobre os Limites do Crescimento. Este estudo concluía que, mantido o ritmo de crescimento, os alimentos e a produção industrial iriam declinar até o ano 2010 e, a partir daí, provocar automaticamente uma diminuição da população por penúria, falta de alimentos e poluição. Várias críticas foram feitas a esse estudo por parte dos intelectuais do primeiro mundo, por acreditarem que isso representaria o fim do crescimento da sociedade industrial, e pelos países subdesenvolvidos, pois julgavam que os países desenvolvidos estavam barrando o desenvolvimento dos países pobres com uma justificativa ecológica. De

acordo com Santos (2005), a década de 1970 foi marcada pelo “rompimento do círculo virtuoso de crescimento da economia mundial desde o pós-guerra, lançando dúvidas sobre a validade dos instrumentos políticos disponíveis para a regulação das relações econômicas internacionais, assim como os mecanismos internos de promoção do desenvolvimento”. Junto a isso, a situação de pobreza em que se encontrava a maior parte da população mundial revelava que o estilo de desenvolvimento também era insustentável do ponto de vista social pela falta de acesso à educação, à saúde e à água tratada, e, pelo ponto de vista humano, frente à fome e à desnutrição. Dessa maneira, a crise ambiental colocava em xeque o modelo de desenvolvimento vigente, isto é, desenvolvimento calcado na exploração irracional e predatória dos recursos naturais e moldado em relações sociais de produção injustas e excludentes. Em 1973 novas tentativas de se repensar o futuro foram apresentadas pelo canadense Maurice Strong que lançou o conceito de eco desenvolvimento: um estilo de desenvolvimento adaptado às áreas rurais do Terceiro Mundo, baseado na utilização criteriosa dos recursos locais, sem comprometer o esgotamento da natureza. Na década de 80 Ignacy Sachs se apropria do termo e estabelece que os caminhos do desenvolvimento seriam seis:

- satisfação das necessidades básicas;
- solidariedade com as gerações futuras;
- participação da população envolvida;
- preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas; e
- programas de educação.

Com a evolução da problemática econômica e deterioração das políticas regionais e nacionais, a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU cria a expressão desenvolvimento sustentável, que começou a circular efetivamente em 1987, a partir da publicação do documento chamado Nosso Futuro Comum, mais conhecido por Relatório Brundtland. Segundo este documento o desenvolvimento sustentável foi assim definido:

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL trata-se do “Desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”

Chen e Chambers (1999) complementam esta definição considerando ainda a necessidade de satisfazer as aspirações de todos por uma vida melhor. Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, a Rio-92, demonstrou um aumento do interesse mundial pelo futuro do planeta. Muitos países passam a valorizar as relações entre desenvolvimento socioeconômico e modificações no meio ambiente. A Agenda 21 foi um dos principais resultados da Rio-92. Este documento, resultado de um acordo firmado entre 179 (cento e setenta e nove) países, reforça a necessidade e a importância de cada país se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações e todos os demais setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. De acordo com Schenini *et al.* (2004), a Agenda 21 foi responsável pelo despertar de uma consciência ambiental, sobre a necessidade da conservação da natureza para o bem estar e sobrevivência das espécies, inclusive a humana. “O documento propunha que a sociedade assumisse uma atitude ética entre a conservação ambiental e o desenvolvimento. Denunciava a forma perdulária com que até então eram tratados os recursos naturais e propunha uma sociedade justa e economicamente responsável, produtora e produto do desenvolvimento sustentável”. Até então, não existia por parte da indústria da construção civil uma preocupação com o esgotamento dos recursos naturais não renováveis que eram utilizados ao longo de todo o seu processo de produção, nem tão pouco com o destino dado aos resíduos gerados pela atividade construtiva. Com o passar dos anos, a definição de desenvolvimento sustentável sofre múltiplas derivações e interpretações, deixando de ser uma bandeira defendida apenas pelos ecologistas idealizadores, para ser um assunto amplamente discutido inclusive por toda a cadeia da construção. Um exemplo disso são as normas da família ISO 14000, que estão sendo utilizadas cada vez mais por organizações que buscam ter seus sistemas de gestão ambiental certificados. Se compararmos a realidade que vive a construção civil com as definições de desenvolvimento sustentável, preocupadas com a manutenção dos recursos para as gerações futuras, vê-se que ainda têm-se muito por fazer, não só com relação aos processos construtivos, como também em relação ao uso e manutenção das edificações. Já existem, no entanto, algumas ações na construção civil voltadas ao desenvolvimento sustentável. Como exemplos pode-se citar: o

reuso de água em edifícios, a utilização de iluminação e ventilação natural, o reuso e reciclagem de resíduos e a racionalização dos processos construtivos.

2.4 Conceito de Concreto

De acordo com Ambrozewicz (2012) concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerantes (cimento), agregados (pedra, areia) e água. Logo após a mistura o concreto fresco deve possuir plasticidade suficiente para as operações de manuseio, transporte e lançamento em formas. As propriedades definidas para este momento são: consistência, textura, trabalhabilidade, integridade da massa, poder de retenção de água e massa específica. Em alguns casos, são adicionados aditivos que modificam suas características físicas e químicas.

2.5 Concreto leve

Segundo Associação Brasileira do Poliestireno Expandido – ABRAPEX (2006), o concreto leve com EPS é um concreto do tipo cimento-areia que, no lugar da pedra britada, utiliza o EPS em forma de pérolas pré-expandidas, ou “flocos” de EPS reciclado. A mistura cimento-areia se solidifica, envolvendo as partículas de EPS, cujo volume é constituído de 95% de ar, proporcionando um concreto de baixa densidade aparente.

O concreto leve de EPS é utilizado, na construção civil, em componentes que não exigem grandes esforços. Devido à suas propriedades (baixa densidade aparente, isolamento térmica e acústica e considerável resistência), o seu uso, tanto em pequenas residências quanto em obras de grande porte, permite economia no custo final da obra, pelo dimensionamento estrutural adequado e facilidade do manuseio e transporte.

A densidade aparente do concreto leve de EPS varia conforme a necessidade de cada aplicação. Pode variar de 700 a 1.600 kg/m³, enquanto a do concreto convencional, com pedra britada, é da ordem de 2.400 kg/m³.

A preparação e mistura do concreto leve de EPS devem levar em conta a sua finalidade, pois a composição será diferente conforme os objetivos. Conseqüentemente, os custos e resultados serão condizentes com essa escolha.

Nessa fase, é necessária escolha dos vasilhames com as capacidades definidas para o cimento, o EPS, a areia, a água e o adesivo, conforme tabelas.

A mistura do concreto leve deve ser feita preferivelmente por betoneira. Devido ao seu baixo peso (por exemplo, um saco com 200 litros de EPS pesa apenas 2,4 kg, com densidade aparente de 12 kg/m^3), as pérolas ou “flocos” flutuam na água da mistura. O EPS não absorve água. Por isso, deve ser usado em aglomerante (adesivo) solúvel em água. Por exemplo, cola branca para madeira ou papel, agregando cimento ao EPS, a fim de aumentar o seu peso.

No processo de mistura, dissolve-se inicialmente o adesivo em água (observar as proporções). Em seguida, coloca-se o EPS na betoneira com um pouco de cimento, conforme a densidade escolhida. Com a betoneira em movimento (o local deve ser protegido de ventos fortes), coloca-se o adesivo diluído em água. Tão logo o cimento comece a fixar-se no EPS, coloca-se alternadamente o restante de cimento, água e areia.

O tempo de agitação da mistura será suficiente quando a massa estiver com a “pega” ideal para ser lançada no local definitivo. O manuseio e transporte são fáceis. Em casos excepcionais, como o uso de concreto leve de 600 kg/m^3 ou menos, o uso de aglutinante deve ser bem definido – polímeros de polivinil em forma de dispersão a 50% (ABRAPEX, 2006).

2.6 Concreto leve estrutural

Segundo Rossignolo (2009) o concreto de cimento Portland é o material de construção mais utilizado em todo o mundo. Isso se deve, ao menos em parte, ao fato de seus componentes serem produzidos, de modo relativamente fácil, a partir do emprego de matérias-primas locais, bem como pelo fato de o concreto ter uma aplicação versátil, adaptando-se facilmente às condições existentes.

Desde a invenção do concreto moderno – com a patente do cimento Portland obtida em 1824 por Joseph Aspdin – até o início da década de 1970, o concreto continuou sendo “simplesmente” uma mistura de agregados, cimento e água, sem ser alvo de grandes inovações que alterassem significativamente o desempenho de suas propriedades. Nas quatro últimas décadas, porém, houve uma grande evolução na tecnologia desse material, devido, essencialmente, ao aprimoramento de técnicas e equipamentos para o estudo do concreto, assim como ao uso de novos materiais.

Dentre esses novos materiais destacam-se os aditivos redutores de água e as adições minerais pozolânicas, que possibilitam melhorias significativas no desempenho das propriedades dos concretos relacionados à resistência mecânica e à durabilidade. Dentre as novas técnicas de estudo dos concretos, destacam-se as técnicas de estudos microestruturais, que permitiram o conhecimento aprofundado da microestrutura da matriz de cimento e da zona de transição entre o agregado e a pasta de cimento. Essas inovações na tecnologia dos concretos resultaram em um incremento da utilização dos concretos especiais, como os concretos leves.

Pode-se afirmar que o peso das estruturas em concreto é elevado quando comparado às cargas aplicadas, especialmente em estruturas de grandes vãos, como as pontes e os edifícios de múltiplos pavimentos. Nesses casos, melhorias consideráveis no desempenho da estrutura em concreto armado podem ser geradas com a redução do peso total, por exemplo, com o uso de agregados leves.

O concreto com agregados leves, ou concretos leves estrutural, apresenta-se como um material de construção consagrado em todo o mundo, com aplicação em diversas áreas da construção civil, como edificações pré-fabricadas, pontes e plataformas marítimas. A ampla utilização desse material é particularmente atribuída aos benefícios promovidos pela diminuição da massa específica do concreto, como a redução de esforços na estrutura das edificações, a econômica com formas e cimbramento, bem como a diminuição dos custos com transporte e montagem de construções pré-fabricadas.

Além da redução da massa específica, a substituição dos agregados convencionais por agregados leves pode ocasionar alterações significativas em outras importantes propriedades do concreto, com destaque para trabalhabilidade, resistência mecânica, módulo de deformação, durabilidade, estabilidade dimensional, condutividade térmica, resistência a altas temperaturas e espessura da zona da transição entre o agregado e a pasta de cimento. O conhecimento dessas modificações é fundamental para a correta aplicação desse material.

Um aspecto importante a se considerar refere-se ao fato de os concretos leves apresentarem um aumento de consumo de energia para sua produção em relação aos concretos convencionais, para a mesma tensão de trabalho, em função da produção dos agregados leves em fornos rotativos. Deve-se ressaltar, porém, que a energia adicional utilizada na produção dos agregados pode ser facilmente compensada pela redução da massa específica do concreto, que, em casos

particulares, favorece a redução da armadura, do volume total de concreto e da energia utilizada no transporte e no processo construtivo. Além disso, quando comparado ao concreto convencional, o concreto leve promove a redução do consumo de energia no condicionamento térmico das edificações quando nas vedações (ROSSIGNOLO, 2009).

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

O programa experimental será composto de duas etapas, a caracterização dos materiais e a produção do concreto leve. Quanto às produções foram moldados 9 (nove) corpos de prova, para determinação da massa específica e ensaio mecânico.

3.1 Materiais

Para a produção dos concretos foi realizada a caracterização dos materiais, objetivando elucidar os materiais utilizados.

3.1.1 Caracterização dos materiais

3.1.1.1 Cimento

O Cimento utilizado foi o tipo CP-V - ARI, da marca Votoran, cujas as características fornecidas pelo fabricante apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 - Características do Cimento CP-V - ARI

CP V-ARI – Cimento Portland de alta resistência inicial

O cimento Portland de alta resistência inicial tem alta reatividade em baixas idades em função do grau de moagem a que é submetido. O clínquer é o mesmo utilizado para a fabricação de um cimento convencional, mas permanece no moinho por um tempo mais prolongado. O cimento continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto. É largamente utilizado em produção industrial de artefatos, onde se exige deforma rápida, concreto protendido pré e pós-tensionado, pisos industriais e argamassa armada. Devido ao alto calor de hidratação, não é indicado para concreto massa. Contém adição de até 5% de fíler calcário. A ausência de pozolana não o recomenda para concretos com agregados reativos.

Fonte: Cimento.org - 2017

Figura 1: Cimento tipo CP-V - ARI, da marca Votoran



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

3.1.1.2 Agregado Miúdo

Foi utilizado como agregado miúdo Areia Grossa, sua composição granulométrica sendo determinada segundo a NBR 7217/2003, apresentadas na tabela 01 e 02.

Tabela 01 - Caracterização do Agregado miúdo

Características	Unidade	Valores
Diâmetro Máximo	Mm	6,3
Densidade aparente	Kg/m ³	850 ± 10
Absorção de água (24 h)	%	6,0

Fonte: NBR 7217/2003

Tabela 02 - Composição Granulométrica – Agregado miúdo

Peneiras (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)
9,5	0,0	0	0
6,3	0,0	0	0
4,75	219,0	11	11

2,36	637,6	32	43
1,18	428,3	21	64
0,6	436,2	22	86
0,3	178,4	9	95
0,15	81,3	4	99
Fundo	18,1	1	100
TOTAL	1.998,9		

Fonte: NBR 7217/2003

Figura 2: Agregado miúdo



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

3.1.1.3 – Agregado leve (poliestireno expandido – eps)

Foi utilizado como agregado leve o Poliestireno Expandido – EPS, e sua composição é normalizada pela NBR 11752/2007, apresentadas no quadro 04.

Quadro 04: Especificações mínimas do EPS

PROPRIEDADES	NORMA	UNIDADE	TIPOS EPS	TIPOS EPS					
	MÉTODO ENSAIO		TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
Densidade	NBR	Kg/m ³	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5

aparente Nominal	11949								
Densidade aparente mínima	NBR 11949	Kg/m ³	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade Térmica Máxima (23° C)	NBR 12094	W(mk)	-	-	≤ 0,042	≤ 0,039	≤ 0,037	≤ 0,035	≤ 0,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	Kpa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à Flexão	ASTM C-203	Kpa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência Mínima ao Cisalhamento	EN-12090	Kpa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade se Material Classe F	NBR 11948	-	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama	Material Retardante a Chama

Fonte: ABRAPEX –2006.

Figura 3: EPS reciclado



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

4 MÉTODOS

4.1 Dosagem experimental

Escolhidas as proporções foi determinado o consumo ideal para cada material, em massa, utilizando como base o volume de concreto para 03 Corpos de prova para cada traço, com aproximadamente 14,15 litros em sua totalidade.

4.1.1 Determinação dos traços

Foi adotado 03 (três traços), de forma empírica, utilizando-se da mistura do cimento, agregado miúdo e agregado leve, demonstrados nas Figuras de 4 a 6.

Figura 4: Traço 1



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 5: Traço 2



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 6: Traço 3



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

A seguir traços apresentados na Tabela 03:

Tabela 03 - Dados dos traços

MATERIAL	TRAÇO 1	TRAÇO 2	TRAÇO 3
Cimento (kg)	2,00	2,00	2,00
Agregado Miúdo (kg)	1,1	1,6	7,4
Agregado Leve (litros)	5,6	4,4	2,6
Água (litros)	0,6	1,0	1,0

Fonte: Crédito dos autores – 2017.

4.1.2 Mistura dos Materiais

Inicialmente foi separado as devidas proporções de cada traço, e posteriormente seguiu-se com a mistura dos materiais através de um misturador (argamassadeira), ocorrido em laboratório nas instalações da Faculdades Integradas de Bauru-FIB, na sequencia o lançamento e adensamento do concreto. Seguiu-se o seguinte roteiro:

1. Adição do agregado miúdo no misturador;
2. Adição do cimento no misturador;
3. Adição da água no misturador;
4. Adição do Agregado leve no misturador.

Figura 7: Agregado miúdo – Traço 1



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 8: Agregado miúdo – Traço 2



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 9: Agregado miúdo – Traço 3



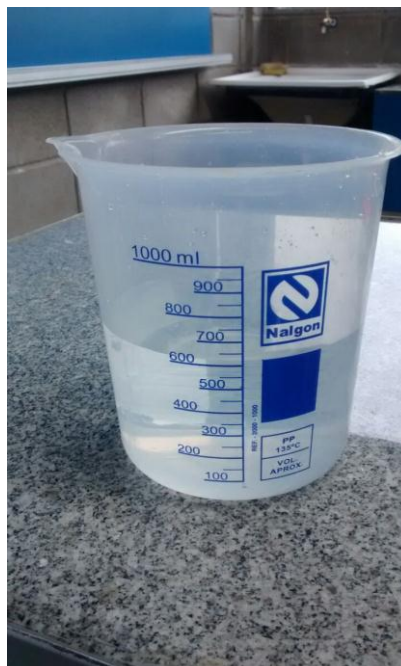
Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 10: Cimento utilizado nos traços 1, 2 e 3



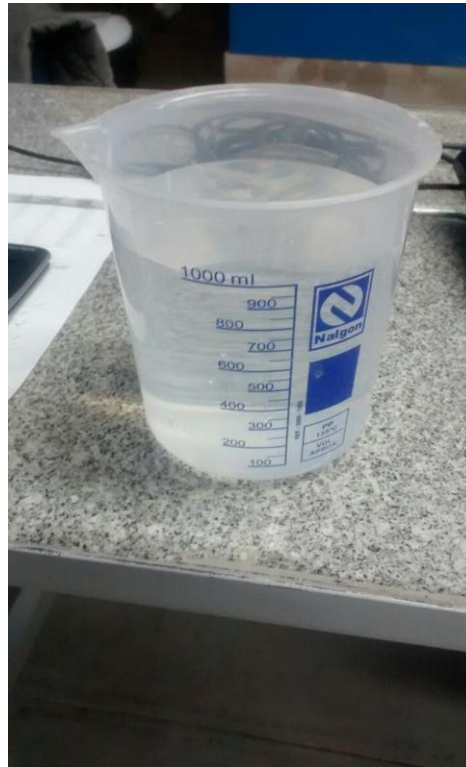
Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 11: Água utilizada no traço 1



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 12: Água utilizada nos traços 2 e 3



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 13: Agregado leve utilizados nos traços conforme tabela 03.



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Figura 14: Misturador utilizado



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

4.1.3 Lançamento, adensamento e cura do concreto.

Foram moldados 03 corpos de prova para cada traço. Para moldagem e cura dos corpos de prova foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Moldes cilíndricos com dimensões nominais de diâmetro de 100mm, com altura de 350 mm, como consta na figura 15.

Figura 15: Moldes Cilíndricos



Fonte: Crédito dos autores – 2017

- Haste de Socamento (barra de aço com 600 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro, com superfície lisa), como consta na figura 16.

Figura 16: Haste de Socamento



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

- Concha de Aço, como consta na figura 17.

Figura 17: Concha de aço



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

- Tanque de cura, como consta na figura 18.

Figura 18: Tanque de cura



Fonte: Crédito dos autores – 2017.

Antes da moldagem dos corpos de prova, os moldes e suas bases foram previamente revestida, com óleo mineral para facilitar a desmoldagem. O concreto foi introduzido no molde em camadas de volume aproximadamente igual, cada camada foi adensada utilizando-se a haste de socamento, de acordo com a Norma de Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto – NBR – 5738/2015, conforme tabela 04:

Tabela 04 - Número de Camadas para moldagem dos corpos de prova

Tipo de corpo de prova	Dimensões básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de Adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	-	-
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450 b	3	-	-

Fonte: NBR 5738/2015

4.1.4 Ensaio

Os ensaios de compressão seguiu os procedimentos estabelecidos pela NBR 5739/2007. Para o ensaio de compressão utilizamos máquina servo-hidráulica.

- Retificando corpo de prova, conforme figura 19:

Figura 19: Retificadora de corpo de prova



Fonte: Crédito dos autores – 2017

- Rompendo corpo de prova, conforme figura 20:

Figura 20: Rompedor



Fonte: Crédito dos autores – 2017

4.1.5 Determinação da Massa Específica

Para tal ensaio calculamos o volume do corpo de prova e aferimos sua massa, determinamos, portanto, a massa específica através da fórmula a seguir, a qual apresentamos os resultados na tabela 05:

$$\rho = m / v$$

Onde:

ρ = Densidade

m = massa

v = Volume]

Tabela 05 - Massa específica

Traço	Peso específico aparente (Kgf/m³)
1	840
2	853
3	1.337

Fonte: Crédito dos autores – 2017

4.1.6 Resultados e discussões.

Atualmente existem no mercado vários sistemas de vedação vertical (internas e externas), com aplicação na construção civil. Parte da Edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7170/1983, que trata das especificações para Tijolo Maciço Cerâmico para alvenaria, especifica o que segue na tabela 06:

Tabela 06 - Resistência mínima à compressão à categoria

Categoria	Resistência à compressão = (MPa)
A	1,5
B	2,5
C	4,0

Fonte: NBR 7170/1983

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 15270-1/2005, que trata das especificações para Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação, especifica o que segue na tabela 07:

Tabela 07 - Resistência mínima à compressão à categoria (fb)

Categoria	Resistência à compressão (fb) – (MPa)
Para blocos usados com furos na horizontal	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical	$\geq 3,0$

Fonte: NBR 15270-1/2005

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 6136/2014, que trata das especificações para Blocos de Concreto para Alvenaria de Vedação, especifica o que segue na tabela 08:

Tabela 08 - Resistência mínima à compressão à categoria (fbk)

Classificação	Classe	Resistência à compressão (fbk) – Mpa)
Com função estrutural	A	$fbk \geq 8,0$
Com função estrutural	B	$4,0 \geq fbk < 8,0$
Sem função estrutural	C	$fbk \geq 3,0$

Fonte: NBR 6136/2014

Com o rompimento dos corpos de prova da pesquisa, verificou-se variações de resultados, de acordo com cada traço, ficando evidente que os valores obtidos satisfazem as exigências mínimas para vedação vertical, conforme consta no quadro 05:

Quadro 05 – Resultado dos rompimentos dos CPs.

CONTROLE DE RUPTURA CP										
03 CPs	Data da Moldagem	Rompimento aos 07 Dias			Rompimento aos 14 Dias			Rompimento aos 21 Dias		
		Data	Carga (ton.)	Resistência (MPa)	Data	Carga (ton.)	Resistência (MPa)	Data	Carga (ton.)	Resistência (MPa)
01	19/08/17	26/08	2,51	3,20	02/09	2,43	3,09	09/09	1,96	2,50
02	19/08/17	26/08	2,12	2,70	02/09	2,41	3,07	09/09	2,12	2,70
03	22/08/17	29/08	4,55	5,80	05/09	4,55	5,80	12/09	5,57	7,10

Fonte: Crédito dos autores - 2017

Outro quesito a ressaltar é o custo do material pesquisado comparado ao custo dos blocos convencionais de vedação, conforme apresentado na tabela 09:

Tabela 09 - Comparativo dos materiais

MATERIAL	QUANTIDADE P/ M ²	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL P/ M ²	PESO EM KG/M ²
Bloco de Concreto de vedação com dimensões de 9x19x39	13 unid.	R\$ 2,10	R\$ 27,30	182
Tijolo Baiano 8 furos com dimensões de 9x19x19	25 unid.	R\$ 0,48	R\$ 12,00	100
Tijolo maciço com dimensões de 10x5x22	92 unid.	R\$ 0,45	R\$ 41,40	160
Bloco com Concreto Leve com dimensões de 100x100x10	01 unid.	R\$ 11,52	R\$ 11,52	84

Fonte: Crédito dos autores - 2017

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado das experiências constatou-se à viabilidade técnica da utilização do Poliestireno Expandido – EPS como agregado leve, proveniente da reciclagem, pois resultou em um produto com potencial de utilização na construção civil, em aplicações diversas, tais como regularização de piso e blocos para alvenaria de vedação, pois se trata de um produto consistente e de baixa densidade, além de apresentar um menor custo com relação aos meios convencionais de blocos de vedação.

Durante as experiências realizadas em Laboratório da Faculdade Integradas de Bauru – FIB, no que diz respeito à resistência mecânica à compressão foi constatada que a resistência é diretamente proporcional a sua densidade, pois quanto maior a densidade, maior a sua resistência.

Observou-se também que dentro dos traços por nós utilizados, ficou evidenciado que o traço de menor densidade atinge números exigíveis para alvenaria de vedação. Com os resultados podemos indicar o Poliestireno Expandido - EPS como agregado alternativo para confecção de blocos para alvenaria de vedação, em substituição a agregados minerais comumente usados, fazendo que com isso ocorra uma redução na extração de tais agregados, além de dar um destino adequado para o Poliestireno Expandido – EPS, pós-consumo.

Sugestões para pesquisas futuras:

- Estudo do Bloqueio Térmico e Acústico de Blocos de concreto com EPS;
- Estudo de Propagação a fogo;
- Estudo de Utilização de agregado miúdo proveniente de entulhos na sua composição;
- Sua Aplicação na construção de casas populares

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7217:** agregados – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11752:** materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5738:** concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5739:** concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7170:** tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15270-1:** componentes cerâmicos – parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6136:** blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Materiais de construção civil.** São Paulo: Pini, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO – ABRAPEX. **Manual de utilização EPS na construção civil.** São Paulo: Pini, 2006.

BRASIL. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV.** Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

CIMENTO.ORG. **O mundo do cimento.** Disponível em:

<cimento.org/cp-v-ari-cimento-portland-de-alta-resistencia-inicial/>. Acesso em 26 out. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA – FIEB. **Gestão de resíduos na construção civil**. Bahia: FIEB, 2017. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. Seminário Nacional sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, Secretária do Estado do Meio Ambiente de São Paulo, CETESB, 2000. Disponível em: <<http://www.soluçãoderesiduos.com.br/saibamais/metais.htm>>. Acesso em: ago. 2004.

LEVY, S, M.; HELENE, P.R.L. **Reciclagem de entulhos na construção civil e a solução política e ecologicamente correta**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassa, 1º, Goiânia, Brasil. Agosto 1995. **Anais**. Goiânia, PP 315-325 <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PORTAL TERRA. **Previsões para a economia e a construção civil em 2017**. Disponível em: <<https://noticias.terra.com.br/dino/previsoes-para-a-economia-e-a-construcao-civil-em-2017,2ce9d42aa222b864bcc8c7fef32f5da4f9ng6ld8.html>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto leve estrutural: produção, propriedades, microestrutura**. 2009. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/Robimaugusto/joo-adriano-rossignolo-concreto-leve-estrutural>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

ZAREMBA, J. **Setor da construção civil se organiza para retomada nas vendas**. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2017/04/1871791-setor-da-construcao-civil-se-organiza-para-retomada-nas-vendas.shtml>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

