

CONFECÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO SUSTENTÁVEIS FEITOS COM GARRAFA PET

Cabral, S.C. ⁽¹⁾; Rocha Filho, G.M. ⁽¹⁾; Macedo, M.M.⁽¹⁾; Silva, W. L. ⁽¹⁾; Louro, J.T.⁽²⁾; Skury, A.L.D. ⁽³⁾; Monteiro, S.N. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM;

⁽²⁾ Universidade Presidente Antônio Carlos Teófilo Otoni - UNIPAC, TO;

⁽³⁾ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF;

⁽⁴⁾ Instituto Militar de Engenharia – IME

Campus do Mucuri - Teófilo Otoni/MG, Rua do Cruzeiro, nº 01 - Jardim São Paulo - CEP 39803-371, Telefone:+55(33) 3522-6037 / 3522 4873 / 3522 3523

1 - RESUMO

Para elaboração do presente trabalho, foram feitos levantamentos sobre as principais características de alguns tipos de blocos existentes (sílico-calcário, solo-cimento, cerâmico e de concreto), os materiais que os compõem e as metodologias para confecção desses blocos. No entanto, neste conteúdo destacam-se os blocos de concreto. Sabe-se da existência de várias especificações e modelos produtivos e construtivos de blocos de concreto. Assim sendo, muitos pesquisadores têm buscado métodos para fabricarem “blocos ecologicamente corretos”, mas ao mesmo tempo economicamente viáveis e que respondam aos requisitos impostos pelas normas técnicas. Com base nesta problemática, o proponente deste trabalho alvitra a elaboração de uma pesquisa sobre a fabricação de blocos ecologicamente corretos e sustentáveis com material reciclável: neste contexto, as garrafas PET. Desta forma, este trabalho buscou junto à literatura existente as melhores formas para confecção de um bloco de concreto que pode se intitular ecologicamente correto por se tratar de uma reciclagem de um material tão prejudicial à natureza, como as garrafas PET. Logo, este trabalho teve a finalidade de estudar e demonstrar que é possível a confecção de blocos de concreto sustentáveis feitos com garrafa PET que atendam às características técnicas exigidas. A conclusão deste experimento gera informações que contribuirão para as propostas de melhoria na qualidade de blocos sustentáveis (neste caso, feitos com garrafa PET), principalmente por se tratar de um novo material, além de o bloco ter alcançado valores de resistência à compressão melhores que os blocos de concreto convencionais encontrados no mercado.

Palavras-chave: blocos, concreto, sustentáveis, garrafa PET.

2 - INTRODUÇÃO

Neste conteúdo serão apresentados conceitos e metodologias importantes ligados a blocos utilizados na construção civil (sílico-calcário, solo-cimento, cerâmico e de concreto) e aos respectivos ensaios realizados, visando assim compreender a dinâmica desses elementos. No entanto, este trabalho focará os blocos de concreto, em especial os blocos de concreto feitos com material reciclável: neste caso com garrafas PET.

A princípio, pode-se entender bloco como a unidade básica da alvenaria e como o componente mais importante que a compõe. Já o bloco de concreto feito com material reciclável seria uma nova metodologia de “fazer blocos” que atendam a vários requisitos, tais como ambiental, econômico e testes de qualidade técnica.

Vários pesquisadores em todo o mundo vêm aperfeiçoando os estudos e metodologias ligados a blocos recicláveis e muitos já obtiveram resultados extremamente positivos.

Com base nas informações acima, nota-se que é possível obter um produto (bloco de concreto reciclável) economicamente viável e que atenda aos requisitos impostos pelas normas técnicas.

Neste trabalho serão apresentados estudo no qual serão confeccionados blocos de concreto sustentáveis feitos com garrafa PET que atendam às características preestabelecidas pelas normas de qualidade.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

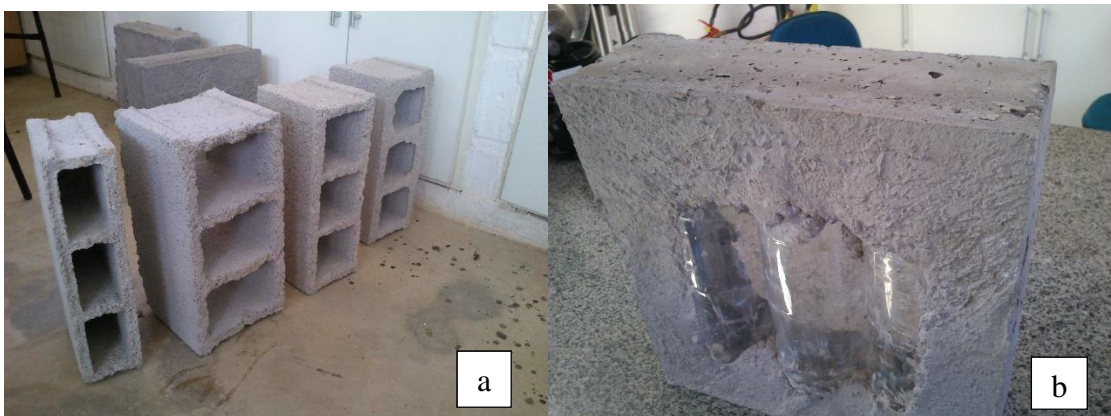
Com o intuito de alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa em um projeto experimental que permitiu avaliar o comportamento de blocos de concreto com a utilização de garrafas PET de 2 L e assim verificar a resistência à compressão simples, que de forma geral é determinada em corpos de prova, adotando idades de 3, 7 e 28 dias.

Os materiais básicos utilizados para confecção desses blocos foram: Cimento Portland Super CP IV 40; agregado miúdo natural-AMN (compostos de areia lavada de rio de 2,4 mm a 3,90 mm) e agregado graúdo natural-AGN (brita nº 0 de 4,8 mm a 9,5 mm) de acordo com as normas descritas em NBR NM 248 (ABNT, 2002), NBR NM 45 (ABNT, 1995) e NBR 53 (ABNT, 2002).

Lembrando que o cimento é o material mais caro do concreto, por isso diminuir a utilização do mesmo está diretamente ligado à economia na confecção de um bloco de concreto.

Os testes de ruptura com os blocos de garrafa PET, assim como os testes feitos em outros blocos para serem comparados, foram realizados na Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), campus Teófilo Otoni/MG.

As figuras 01 mostra a máquina universal de ensaios uniaxiais e os blocos de concreto e os cerâmicos utilizados os testes de resistência à compressão antes do capeamento, a balança a aferição e um bloco de garrafa PET:



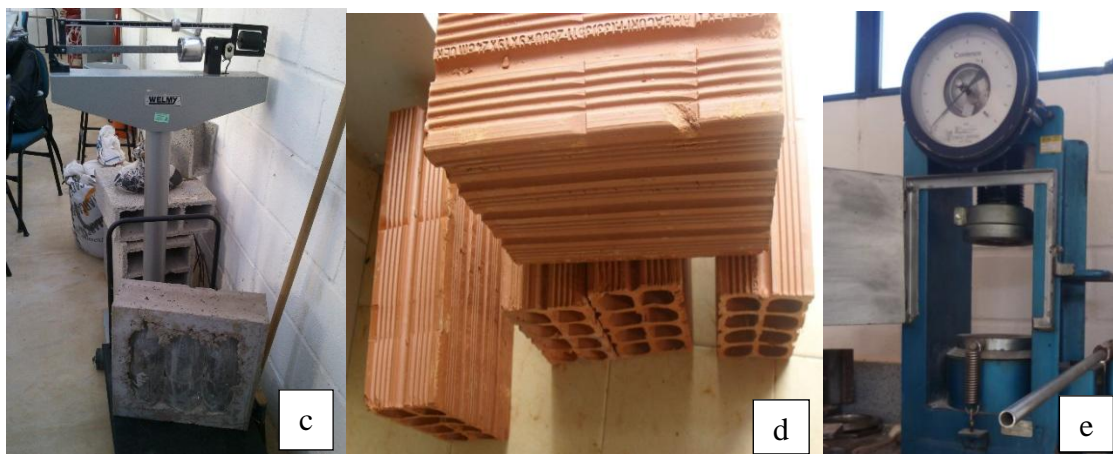


Figura 01: a) Alguns blocos de concreto convencionais e feitos com garrafa PET que foram utilizados nos testes de resistência à compressão, b) Bloco de concreto feito com garrafa PET utilizado nos testes de resistência à compressão; c) Pesagem dos blocos de concreto. d) Blocos cerâmicos que foram utilizados para os testes de resistência à compressão. e) Máquina de Ensaio Manual para Compressão uniaxial.

Metodologia para Confeção dos Blocos com Garrafa PET

Os blocos de concreto com material reciclável utilizados na metodologia desta pesquisa foram feitos em dois tipos diferentes de fôrma: “Blocos feitos com fôrma de metal” e “Blocos feitos com fôrma de madeira”.

Blocos feitos com fôrma de metal:

Foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento Portland Super CP IV 40;
- Areia média lavada de rio;
- Brita nº 0;
- Água;
- 3 garrafas PET 2 L em cada bloco confeccionado;
- Fôrma de metal com as medidas (36x37x10) cm. Figura 02



Figura 02: Fôrma de metal com garrafas PET utilizados para confecção de blocos de concreto.

Após ter tudo à disposição, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Encher a fôrma de metal com concreto traço 1:1:1 (cimento, areia e brita);
- Esperar secar e retirar a fôrma.

- Depois de desenformados, os blocos foram molhados a cada 6 horas para auxiliar no processo de cura.
- Finalizada a etapa de moldagem, todos os blocos confeccionados permaneceram sob uma cobertura de telhas de amianto onde ocorreu a cura ao ar livre, mas com o cuidado necessário para que os blocos permanecessem úmidos e bem protegidos da luz direta do sol.

Como pode ser visto na figura 03.



Figura 03: Processo de confecção dos blocos com fôrma de metal.

Blocos feitos com fôrma de madeira:

Foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento Portland Super CP IV 40;
- Areia média lavada de rio;
- Brita nº 0;
- Água;
- 3 garrafas PET 2 L em cada bloco confeccionado;
- Fôrma de madeira com as medidas (36x37x10) cm.

Após ter tudo à disposição, foi utilizada a seguinte metodologia:

- Encher a fôrma de madeira com concreto traço 1:1:1 (cimento, areia e brita);
- Esperar secar por 24h e retirar a fôrma.
- Depois de desenformados, os blocos foram molhados a cada 6 horas para auxiliar no processo de cura.
- Os blocos permaneceram sob uma cobertura de telhas de amianto.

Figura 04 mostra os blocos sendo fabricados



Figura 04: Confeção dos blocos com fôrma de madeira.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Blocos Feitos Com Garrafa Pet

Foram alcançados os seguintes resultados com os blocos feitos com garrafa PET:

Blocos feitos com fôrma de metal:

Os blocos apresentaram certa deformação na estrutura física, o que inviabilizou o teste de resistência à compressão, pois as laterais dos blocos não apresentaram uma superfície uniforme como pode ser visto na figura 05.

Como esses blocos se tornaram inviáveis para este experimento, não foram feitas as pesagens nem retirados outros dados importantes.



Figura 05: Resultado final dos blocos feitos com fôrma de metal.

Blocos feitos com fôrma de madeira:

Por fim, foram obtidos os seguintes resultados para os blocos confeccionados com fôrma de madeira como também pode ser visto na tabela I:

Os blocos apresentaram uma estrutura física melhor do que as estruturas dos blocos feitos com fôrma de metal.

Os blocos numerados de 1 a 6 tiveram os seguintes pesos, respectivamente: 13,9 Kg; 13,7 Kg; 14,1 Kg; 14,3 Kg; 13,8 Kg e 14 Kg tendo uma média aritmética de 14 Kg.

Após 28 dias, foram feitos testes em 4 blocos de concreto confeccionados com garrafa PET nas fôrmas de madeira. Eles apresentaram uma resistência à compressão com uma média aritmética de quase 9 MPa.

Tabela I: Valores de resistência à compressão dos blocos de garrafa PET

Blocos de PET feitos com fôrma de madeira	Tamanho L x H x C (cm)	Área (cm ²)	Volume (cm ³)	Peso (Kg)	Resultados (MPa)
Bloco 1	10 x 35 x 36	360	12600	13,9	8,6
Bloco 2	10 x 35 x 36	360	12600	13,7	7,3
Bloco 3	10 x 35 x 36	360	12600	14,1	9,2
Bloco 4	10 x 35 x 36	360	12600	14,3	10,1

A partir dos resultados de resistência à compressão obtidos com os blocos experimentais feitos com garrafa PET, nota-se que o valor mínimo para bloco vazado de concreto para alvenaria estrutural estabelecido pela norma

NBR 6136 (ABNT, 2007), que é de **3 MPA**, foi alcançado em todos os testes, superando as expectativas.

Também de acordo com a ABNT NBR 6136 (2007), esses blocos confeccionados nas fôrmas de madeira poderiam ser considerados como blocos de concreto “classe A”, pois atingiram uma resistência à compressão superior a 6,0 MPA.

Blocos de Concreto Convencionais

Realizamos testes em alguns blocos de concreto confeccionados na cidade de Teófilo Otoni/MG feitos para serem utilizados em alvenaria sem função estrutural.

Os blocos testados tinham um traço 1:8:8 (cimento, areia, brita 0). Traço informado pelo fabricante

Contudo, tivemos resultados bem abaixo do que estabelece a norma ABNT NBR 7173 (1982), que deveria ser no mínimo 2,0 MPa de resistência à compressão. A Tabela II detalha isso:

Tabela II: Valores médios da resistência à compressão em blocos convencionais da cidade de Teófilo Otoni/MG.

Blocos concreto cidade	de da	Tamanho L x H x C (cm)	Área (cm ²)	Volume (cm ³)	Peso (Kg)	Resultados (MPa)
Bloco 1		10 x 18 x 40	400	7200	8,6	0,98
Bloco 2		15 x 18 x 40	600	10800	11,4	0,69
Bloco 3		20 x 18 x 40	800	14400	14,5	0,11
Bloco 4		15 x 18 x 40	600	10800	11,2	0,76

Blocos Cerâmicos

Foram feitas medições em quatro tijolos cerâmicos de quatro cerâmicas da região de Teófilo Otoni/MG onde as cerâmicas foram identificadas com as letras “A, B,C,D” para serem utilizados nos testes de resistência à compressão de acordo com as instruções fornecidas pela NBR 15270-3:2005.

Os dados desses corpos de prova de largura (L), altura (H), comprimento (C), desvio em relação ao esquadro utilizado (D) e planeza das faces (F) foram organizados na Tabela III. As medições de espessura das paredes – e1 (esquerda), e2 (direita), e3 (em cima) e e4 (em baixo) – e septo e5, na Tabela IV. Os valores de resistência à compressão desses blocos estão na Tabela V.

A NBR estipula a tolerância individual, para largura, altura e comprimento, de cada corpo de prova como sendo $\pm 0,5$ cm. Para o desvio em relação ao esquadro e para a planeza das faces a tolerância é de 3 mm. Para as espessuras das paredes e do septo, as tolerâncias são de 7 mm e 6 mm, respectivamente.

Tabela III: Dados dimensionais da “Cerâmica A”.

Cerâmica A (9x19x24)						
Amostra	L (cm)	H (cm)	C (cm)	D: Desvio E. (mm)	F1: Planeza das Faces (mm)	F2 (mm)
1	9,25	19,00	23,80	3,00	7,00	-
2	9,20	19,15	23,90	1,00	7,00	-
3	9,25	19,05	23,90	2,00	3,50	-
4	9,20	18,95	23,75	4,00	6,50	-

Tabela IV: Medições de espessura das paredes e septos dos tijolos da “Cerâmica A” em mm.

Amostra	e1	e2	e3	e4	e5
1	4	3	4	5	2
2	4	5	3	3	3
3	5	4	4	4	2
4	5	4	4	4	2

Os testes foram feitos com os blocos na horizontal. A norma NBR 15270-1 (2005) determina que para ensaios de resistência à compressão (f_b) feitos em blocos com furos na horizontal, $f_b \geq 1,5$ MPa; para blocos usados com furos na vertical, $f_b \geq 3,0$ MPa.

Com base nas informações acima, observa-se que nenhum dos 4 blocos testados da “Cerâmica A” atingiu o valor mínimo de resistência à compressão que é de 1,5 MPa.

Tabela V: Valores médios da resistência à compressão em blocos cerâmicos da “Cerâmica A” da cidade de Teófilo Otoni/MG.

Blocos cerâmicos da cidade (Cerâmica A)	Área (cm ²)	Volume (cm ³)	Resultados (MPa)
Bloco 1	220,15	4182,85	0,40
Bloco 2	219,88	4210,70	0,31
Bloco 3	221,07	4211,47	0,44
Bloco 4	218,50	4140,57	0,36

Logo abaixo encontram-se duas tabelas (Tabela VI e Tabela VII) que constam somente os resultados finais de resistência à compressão de mais duas empresas de blocos cerâmicos da região (Cerâmica B e Cerâmica C). Esses blocos são semelhantes aos blocos da Cerâmica A, valendo para eles as mesmas especificações técnicas. Contudo, nenhum deles conseguiu atingir o valor mínimo de resistência à compressão de 1,5 MPa.

Tabela VI: Valores médios da resistência à compressão em blocos cerâmicos da “Cerâmica B” da cidade de Teófilo Otoni/MG.

Blocos cerâmicos da cidade (Cerâmica B)	Resultados (MPa)
Bloco 1	0,275
Bloco 2	0,318
Bloco 3	0,330
Bloco 4	0,279

Tabela VII: Valores médios da resistência à compressão em blocos cerâmicos da “Cerâmica C” da cidade de Teófilo Otoni/MG.

Blocos cerâmicos da cidade (Cerâmica C)	Resultados (MPa)
Bloco 1	0,322
Bloco 2	0,555
Bloco 3	0,652
Bloco 4	0,562

Comparações entre os Blocos (Garrafa PET, Concreto Convencional e Cerâmicos)

A tabela a seguir (Tabela VIII) compara os volumes e as resistências à compressão dos blocos de concreto de garrafa PET com os blocos de concreto convencionais e os blocos cerâmicos da “Cerâmica A”:

Tabela VIII: Comparativo entre volumes e resistências dos blocos de concreto de garrafa PET, blocos de concreto convencionais e blocos cerâmicos da “Cerâmica A”.

Comparativo entre Volumes e Resistências dos Blocos								
	Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		Bloco 4	
	Volume (cm ³)	Resistência (Mpa)	Volume (cm ³)	Resistência (Mpa)	Volume (cm ³)	Resistência (Mpa)	Volume (cm ³)	Resistência (Mpa)
Garrafa PET	12600	8,6	12600	7,3	12600	9,2	12600	10,1
Convencionais	7200	0,98	10800	0,69	14400	0,11	10800	0,76
Cerâmicos	4182,9	0,4	4210,7	0,31	4211,5	0,44	4140,6	0,36

O gráfico a seguir (Figura 06) mostra um comparativo das resistências dos blocos mencionados acima.

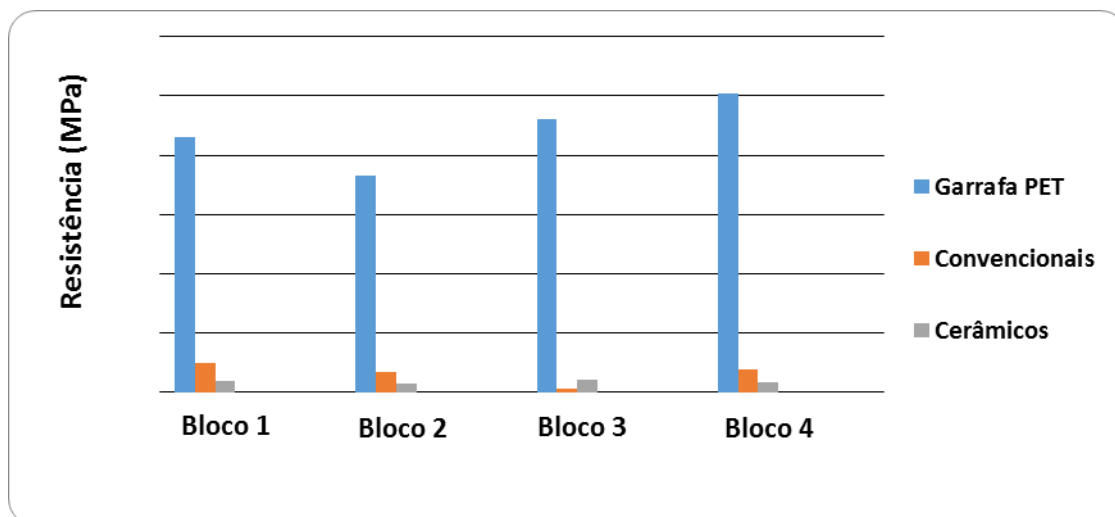


Figura06: Comparativo das resistências dos blocos de concreto de garrafa PET, blocos de concreto convencionais e blocos cerâmicos da “Cerâmica A”.

Por fim, pode-se observar que os valores de resistência à compressão dos blocos de concreto feitos com garrafa PET estão bem maiores do que os valores de resistência dos demais blocos.

5 - CONCLUSÃO

Através dos estudos e experimentos realizados foi possível observar que a utilização de garrafas PET na confecção de blocos de concreto minimizam os impactos ambientais, agregam valor ao resíduo e permitem que o produto final seja melhores que os blocos de concreto convencionais, atendendo às especificações exigidas pelas normas técnicas e pelos setores responsáveis pelos testes de qualidade.

Contudo, não fez parte deste trabalho detalhar sobre os aspectos econômicos da confecção desses blocos de concreto com garrafa PET (embora seja possível perceber que eles são mais baratos do que os blocos de concreto convencionais), pois isso fará parte de uma segunda etapa a ser complementada no futuro em um outro conteúdo.

Embora haja necessidade de mais pesquisas voltadas para avaliar o comportamento desses blocos, principalmente por se tratar de um novo material, pode-se concluir que os resultados esperados foram atingidos de forma satisfatória. Desta forma, recomenda-se o desenvolvimento de outros estudos no sentido de contribuir para aumentar o conhecimento sobre o assunto.

Verificou-se também que esses blocos feitos com garrafa PET alcançaram o limite de resistência à compressão estabelecido pelas normas brasileiras (cita-se ABNT NBR 6136).

Por fim, não existe um tipo de bloco que seja mais eficaz que outro, pois há uma série de fatores que determinam essa definição para cada fim desejado. Entretanto, o uso do material reciclado evita o uso de recursos não renováveis. Os benefícios desse tipo de bloco de concreto são de caráter ambiental, econômico e principalmente social, pois um dos objetivos da Engenharia é construir com qualidade, utilizando os recursos da natureza de forma consciente e visando o bem-estar da sociedade.

6 – AGRADECIMENTOS

O proponente deste trabalho agradece a FAPEMIG pela ajuda na participação do congresso e pela bolsa de IC concedida.

7 – BIBLIOGRAFIA

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Argamassa e concreto – Ensaio de resistência à tração por compressão diametral. NBR 7222. Rio de Janeiro, 1994 a.

NBR nm 45 - 2006 - Agregados - determinação da massa unitária e do volume de vazios.

NBR NM 248-2003 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica.

NBR NM 53 - 2003 - Agregado Graúdo - Determinação de Massa Específica.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão. NBR 7184. Rio de Janeiro. 1992.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Bloco sílico-calcário sem função estrutural. NBR 14974-1. Rio de Janeiro. 2003.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria. NBR 6136. Rio de Janeiro. 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. NBR 7173. Rio de Janeiro. 1982.

ABNT. NBR 10.837 -Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.

ABNT. NBR 8215–Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural –Preparo e ensaio à compressão.

ABNT. NBR 8798–Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.

ABNT. NBR 15270:1 -Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação -Terminologia e requisitos.

ABNT. NBR 15270:2 -Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural -Terminologia e requisitos.

ABNT. NBR 15270:3 -Componentes cerâmicos: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação -Métodos de ensaio.

ABNT. NBR 6461 1983 – Bloco cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão.

ABNT. NBR 8042 1992 – Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões.

ABNT. NBR 8043 1983 – Bloco cerâmico portante para alvenaria – Determinação da área líquida.

SILVA, M.M.A. Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de construção Vol.1. 5.ed.. 0. Rio de Janeiro. LTC. 2000. Disponível em <http://www.abntcatalog.com.br/norma.aspx?ID=9257>.

MAKING CONCRETE BLOCK MADE WITH SUSTAINABLE PET BOTTLE

ABSTRACT

For preparation of this work, surveys the main characteristics of some types of existing blocks (sand- lime, soil-cement, ceramic and concrete), the materials they contain and methodologies for making these blocks were made. However, this content stand out from the concrete blocks. We know the existence of various specifications and models of productive, constructive concrete blocks .Therefore, many researchers have sought methods to manufacture “environmentally friendly blocks”, but at the same time economically viable, and which meet the requirements of the technical standards. Based on this issue, the proponent of this paper recommends setting the development of research on the manufacture of environmentally friendly and sustainable with recyclable material blocks: in this context, PET bottles. Thus, this study sought by the existing literature the best ways for making a concrete block that can call itself environmentally friendly because it is a recycling of a material as harmful to nature, such as PET bottles. Therefore, this work aimed to study and demonstrate that it is possible the manufacture of concrete blocks made with sustainable PET bottle that meet the specifications required. The conclusion of this experiment generates information that will contribute to proposals for sustainable improvement in the quality of blocks (in this case , made with PET bottle) , mainly because it is a new material, and the block has reached resistance values best compression conventional concrete blocks found on the market .

Keywords: blocks , concrete, sustainable , PET bottle.