

Produção de blocos cerâmicos de vedação com cinza de caldeira à lenha e lodo de estação de tratamento de água

(Production of ceramic sealing blocks with wood boiler ash and water treatment plant sludge)

A. L. de Martini¹; E. P. Manfroi²

^{1,2}Universidade Comunitária da Região de Chapecó - UNOCHAPECÓ
Servidão Anjo da Guarda, nº 295-D, Bairro Efapi, Chapecó/SC
eng_eliz@unochapeco.edu.br

Resumo

Impactos ambientais causados pelos resíduos de cinza de caldeira à lenha, lodo de estação de tratamento de água (ETA) e extração de argila aumentam gradativamente. Para diminuir estes impactos, blocos cerâmicos foram produzidos com substituição parcial de argila por 2,5, 5 e 10% de cinza de caldeira à lenha e 2,5 e 5% de lodo de ETA. Os blocos foram submetidos à análise dimensional, planeza das faces, espessura dos septos e paredes externas, desvio em relação ao esquadro, resistência à compressão e absorção da água. Os resultados mostraram que as amostras com resíduos de lodo misturados a cinza apresentaram resistência à compressão superior e, absorção de água inferior aos blocos de referência. Ainda, constatou-se que todos blocos produzidos atenderam aos requisitos estabelecidos nas normas técnicas brasileiras, exceto no quesito altura. Por fim, conclui-se que o teor de substituição de argila mais indicado é de 10% de cinza de caldeira com 5,0% de lodo de ETA.

Palavras chave: bloco cerâmico; cinza de caldeira à lenha; lodo.

Abstract

Environmental impacts caused by wood burning boiler ash waste, water treatment plant sludge (ETA) and clay extraction increase gradually. To reduce these impacts, ceramic blocks were produced with partially replaced of clay by 2.5, 5 and 10% of boiler ash wood and 2.5 and 5% ETA sludge. The bricks were submitted to dimensional analysis, flatness of faces, septal thickness and external walls, deviation from the set square, compressive strength and water absorption. The results showed that the samples with sludge waste mixed with ash showed higher compressive strength and lower water absorption than the reference blocks. Also, it was verified that all blocks produced fulfilled the requirements established in Brazilian technical standarts, except in the item height. Lastly, it was concluded that the most indicated clay substitution content is 10% boiler ash with 5.0% ETA sludge.

Keywords: ceramic block; wood boiler ash; sludge.

INTRODUÇÃO

A necessidade de infraestrutura urbana básica tem aumentado a partir do grande crescimento populacional, tornando-se necessário o aumento do consumo na indústria da construção civil e, conseqüentemente, a extração de recursos, muitas vezes não renováveis [1].

A areia, argila e a brita são materiais com alto consumo na construção civil, causando grandes danos ambientais, interferindo no equilíbrio de ambientes ecológicos, alterando canais naturais de rios e os aspectos paisagísticos [2].

Outro problema é a geração de resíduos sem destino final adequado. Os materiais produzidos pelas indústrias de fabricação geram grande quantidade de resíduos que muitas vezes não tem destino apropriado [3].

Existe grande quantidade de cinzas depositadas na natureza, sem controle, gerando riscos de contaminação de lençol freático e solo, além de poluição [4].

Outro resíduo gerado é o lodo de ETA, proveniente do processo de purificação da água. Este material é classificado como resíduo sólido e deve ser depositado em locais adequados para não provocar danos ao meio ambiente. Deste modo, existe um grande aumento de estudos para o aproveitamento deste lodo em substituição parcial de alguns materiais de construção [5].

Com objetivo de minimizar os impactos ambientais causados pelo excesso de cinzas de caldeira à lenha e lodo de estação de tratamento depositados no meio ambiente e também diminuir a extração de argila, foi avaliada a possibilidade de aproveitamento destes resíduos para substituir parcialmente a argila utilizada na produção de blocos cerâmicos de vedação. Foram analisadas as dimensões, espessura de septos e paredes externas, desvio em relação ao esquadro, planeza de faces, resistência à compressão e índice de absorção de água dos blocos produzidos com resíduos e comparados com os resultados de blocos cerâmicos sem resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A argila que foi utilizada nesta pesquisa foi fornecida pela indústria cerâmica onde foram produzidos os blocos cerâmicos de vedação. O lodo ETA *in natura* (Figura 1a) foi coletado na estação de tratamento de água do município de Chapecó (SC). A cinza de caldeira à lenha utilizada na produção dos blocos cerâmicos foi coletada em indústria alimentícia de Chapecó (SC). A cinza foi seca em estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$ e após a secagem, a mesma foi peneirada para obtenção granulometria inferior a 0,15mm (Figura 1b).

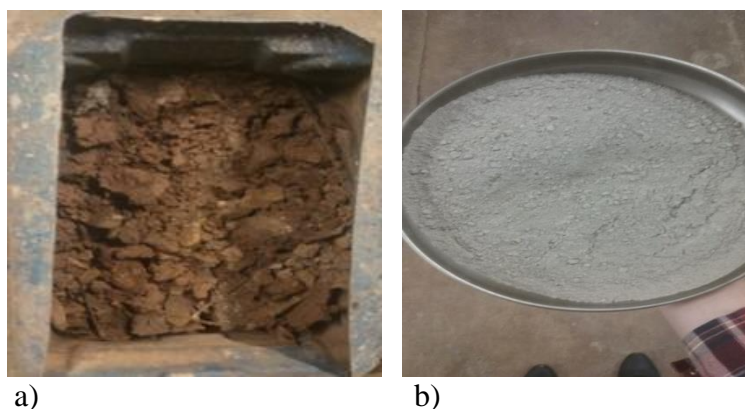


Figura 1: Resíduos: a) lodo *in natura*; b) cinza com granulometria inferior a 0,15 mm.

Após a coleta dos resíduos, os mesmos foram levados à indústria cerâmica em Chapecó (SC), onde foram produzidos blocos substituindo 2,5 e 5% de argila pelo lodo de estação de tratamento de água e 2,5, 5 e 10% de cinza de caldeira à lenha. Foram produzidos também blocos cerâmicos sem os resíduos (referência). A dosagem foi realizada em massa. A Tabela I apresenta a composição de misturas realizadas utilizadas para a produção. No total foram 456 blocos (38 unidades por amostra com 9x14x29cm).

Tabela I – Composição dos blocos cerâmicos.

Composição	Lodo de ETA (%)	Cinza de caldeira (%)	Argila (%)
REF	0,0	0,0	100,0
L 2,5	2,5	0,0	97,5
L 5,0	5,0	0,0	95,0
C 2,5	0,0	2,5	97,5
C 5,0	0,0	5,0	95,0
C 10,0	0,0	10,0	90,0
L 2,5 C 2,5	2,5	2,5	95,0
L 2,5 C 5,0	2,5	5,0	92,5
L 2,5 C 10,0	2,5	10,0	87,5
L 5,0 L 2,5	5,0	2,5	92,5
L 5,0 C 5,0	5,0	5,0	90,0
L 5,0 C 10,0	5,0	10,0	85,0

A mistura da argila com os resíduos foi realizada manualmente e colocadas na esteira rolante, antes do misturador para que a mistura passasse por todo o processo de produção. As misturas passaram pelo processo de desintegração, mistura, laminação, extrusão, corte, secagem e queima. Após o corte, os blocos foram colocados manualmente nas prateleiras, armazenados em local protegido e cobertos por 8 dias para secar de forma natural. Posteriormente, foi realizada a queima a 850°C com temperatura contínua durante 4 dias.

A avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos foi realizada de acordo com a NBR 15270-1 [6]. Foram avaliadas as características geométricas das peças: medida das faces, espessura dos septos e paredes externas do bloco, desvio em relação ao esquadro, planeza das faces. As características físicas e mecânicas avaliadas neste estudo foram: índice de absorção de água e resistência à compressão. Os ensaios foram realizados conforme a NBR 15270-2 [7].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios referentes às espessuras das paredes externas, septos, desvio em relação ao esquadro dos blocos e planeza das faces estão apresentados na Tabela II.

Tabela II – Média das espessuras das paredes externas, septos, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces dos blocos cerâmicos

Amostra	P.Ext.1 ^{a)} (mm)	P.Ext.2 (mm)	Sept.1 ^{b)} (mm)	Sept.2 (mm)	Sept.3 (mm)	Sept.4 (mm)	Desvio (mm)	Planeza (mm)
REF	9,26	9,82	7,16	7,23	7,48	7,35	1,59	1,55
L 2,5	9,35	9,15	7,17	7,24	6,92	6,56	1,15	1,83
L 5,0	9,48	10,49	7,56	7,62	7,03	6,71	1,22	1,68
C 2,5	9,74	10,08	7,29	7,31	7,06	6,94	1,38	1,30
C 5,0	9,79	9,23	7,11	7,31	6,58	6,87	0,77	1,10
C 10,0	9,38	9,59	7,55	7,48	7,20	7,12	1,41	2,15
L 2,5 C 2,5	9,57	9,32	7,45	7,22	7,13	7,01	1,10	0,92
L 2,5 C 5,0	9,58	9,47	7,32	7,46	6,68	7,00	1,38	1,32
L 2,5 C 10,0	9,56	9,68	7,22	7,48	6,57	6,97	1,37	1,22
L 5,0 C 2,5	9,56	9,57	7,05	7,05	6,93	7,21	1,30	1,45
L 5,0 C 5,0	9,50	9,42	7,29	7,30	6,61	6,90	1,27	1,62
L 5,0 C 10,0	9,50	9,94	7,10	6,86	6,52	6,98	1,05	1,83

^{a)}P.Ext. = Espessura da parede externa.

^{b)}Sept. = Espessura do septo.

Os blocos cerâmicos produzidos com resíduos apresentaram valores de espessura de paredes externas acima do valor mínimo (7 mm) indicado na NBR 15270-1 [6] e semelhantes aos blocos de referência. As médias de todas as espessuras dos septos das amostras fabricadas com resíduos apresentaram valores semelhantes às médias das amostras de referência.

Os blocos com substituição de argila por resíduos de cinza de caldeira à lenha e lodo de ETA apresentaram planeza das faces de acordo com o recomendado na norma (máximo 3 mm) [6] e valores semelhantes em relação aos blocos de referência.

Todas as amostras com resíduo ou sem apresentaram desvio em relação ao esquadro de acordo com o especificado (máximo 3 mm) na NBR 15270-1 [6]. Os blocos com resíduos apresentaram semelhança nos valores de desvio em relação ao esquadro quando comparados aos blocos de referência.

As médias dos comprimentos dos blocos são apresentadas na Figura 2. O maior valor médio de comprimento dos blocos é o de referência, porém, nenhum resultado variou mais que o limite de 3 mm em relação aos 240 mm, valores indicados pela NBR 15270-1 [6].

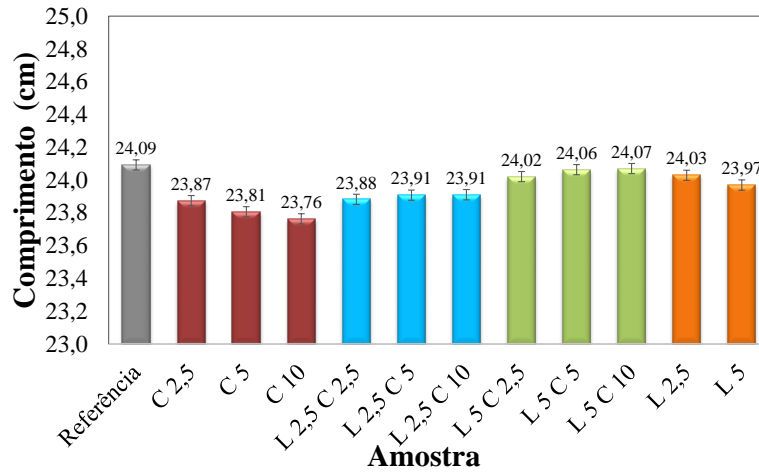


Figura 2: Comprimento médio dos blocos.

As médias das alturas dos blocos estão apresentadas na Figura 3. A única amostra dentro do limite (3 mm) especificado para a dimensão de (140 mm) pela NBR 15270-1 [6] foi a de referência, provavelmente devido à menor precisão durante o processo de produção das peças (após corte colocação dos blocos nas prateleiras manualmente). Porém, não houve variação significativa na altura média dos blocos produzidos com resíduos, isto quando comparado com o valor médio de altura do bloco de referência.

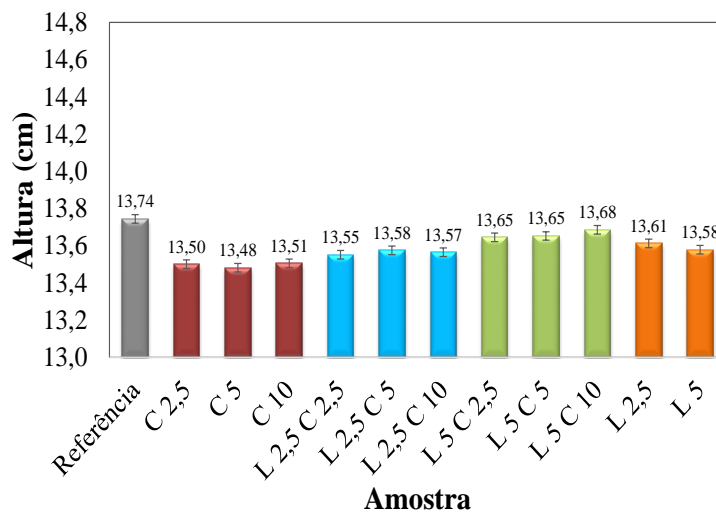


Figura 3: Altura média dos blocos.

Todos os blocos cerâmicos apresentam larguras dentro do limite permitido (3 mm) em relação a dimensão adotada (90 mm) recomendados pela NBR 15270-1 [6]. Na Figura 4 estão

apresentadas as médias das larguras dos blocos produzidos com e sem substituição da argila por resíduo. Os blocos cerâmicos com resíduo apresentaram valores semelhantes em relação aos blocos de referência.

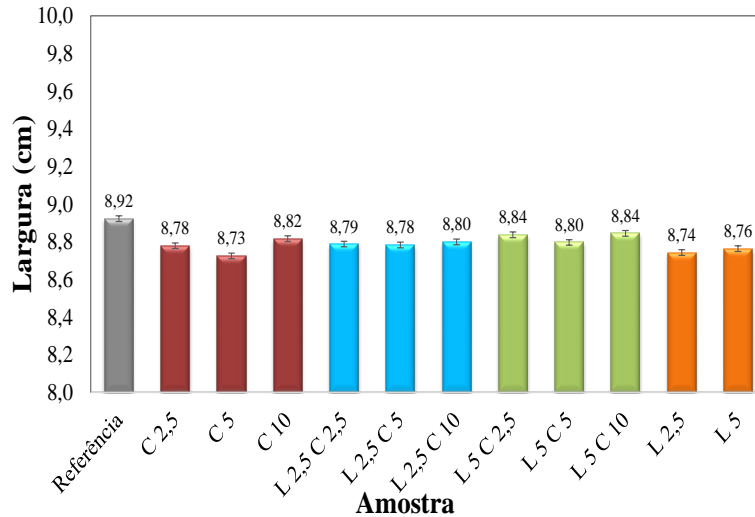


Figura 4: Largura média dos blocos.

Os resultados referentes à média dos índices de absorção de água dos blocos produzidos com argila e cinza de caldeira à lenha estão apresentados na Figura 5. Pode-se observar que em todos os blocos produzidos com cinza de caldeira, a absorção de água manteve-se dentro do estabelecido (8 a 25%) pela NBR 15270-1 [6].

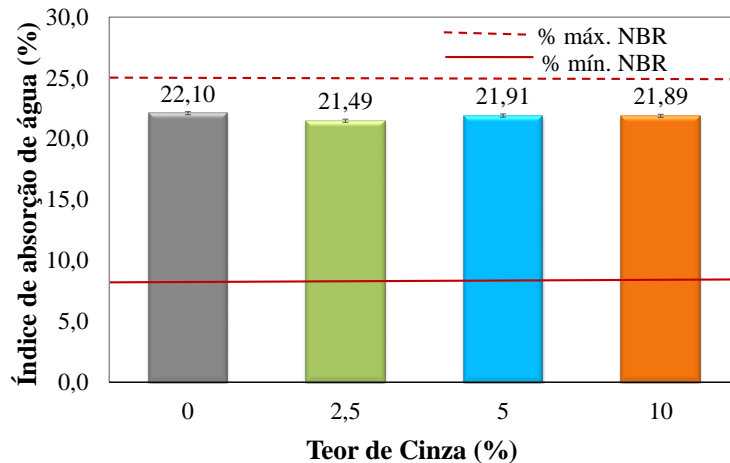


Figura 5: Índice de absorção de água dos blocos cerâmicos com argila e cinza de caldeira.

Os blocos de referência foram os que apresentaram maior média de índice de absorção. Os valores de absorção de água se mantiveram semelhantes nas amostras com 5 e 10% de resíduo. Porém, um pequeno decréscimo na absorção de água pode ser observado na amostra com 2,5% de cinza de caldeira.

Na Figura 6 estão apresentados os valores referentes às médias dos índices de absorção de água dos blocos com argila e lodo de ETA. Os blocos cerâmicos de todas as misturas apresentaram valores de absorção de água entre 8 e 25%, valor recomendado pela NBR 15270-1 [6]. As amostras com 2,5 e 5% de lodo apresentaram valores de absorção de água semelhantes, sendo estes um pouco acima dos valores de absorção dos blocos de referência.

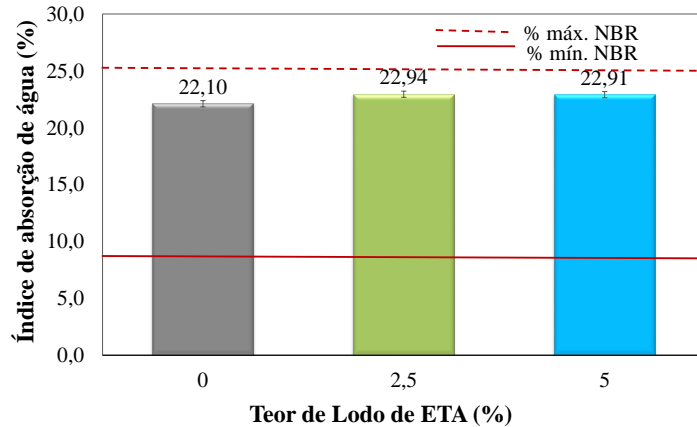


Figura 6: Índice de absorção dos blocos cerâmicos com argila e lodo de ETA.

Os resultados de absorção de água das médias dos blocos cerâmicos com substituição de lodo e cinza estão representados na Figura 7. Os blocos de todas as misturas com até 10% de cinza e 5% de lodo apresentaram índice de absorção dentro do recomendado (entre 8 e 25%) pela NBR 15270-1 [6].

O índice de absorção de todos os blocos produzidos com resíduo foi menor do que o índice de absorção dos blocos de referência. Ainda, em todos os blocos com composições com 5,0% de lodo, o índice de absorção de água foi maior do que nos blocos com as composições com 2,5% de lodo. Os resultados dos menores índices de absorção de água dos blocos cerâmicos produzidos com até 10% de cinza e 5% de lodo foram das amostras com 2,5% de lodo, e até 10% de cinza.

Os resultados médios de resistência à compressão referente aos blocos utilizando argila e cinza de caldeira à lenha estão representados na Figura 8.

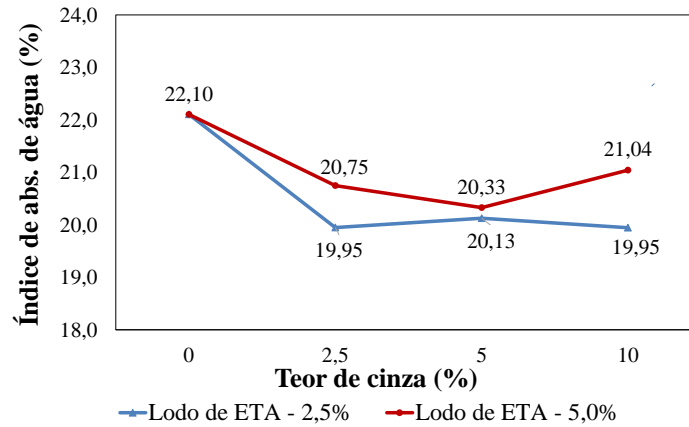


Figura 7: Índice de absorção de água dos blocos cerâmicos produzidos com cinza de caldeira à lenha e lodo de estação de tratamento de água

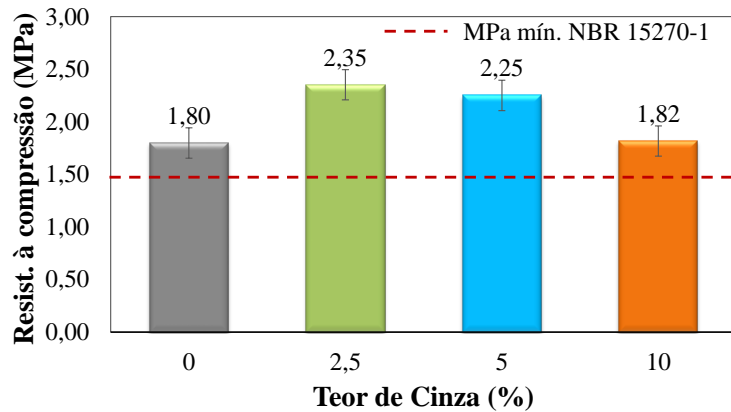


Figura 8: Resistência média à compressão dos blocos cerâmicos com argila e cinza de caldeira à lenha.

Verificou-se que quanto maior o teor de resíduo menor a resistência à compressão dos blocos cerâmicos de vedação. Porém, os blocos cerâmicos de vedação produzidos com até 10% de cinza de caldeira apresentaram resistência à compressão superior a 1,5 MPa, de acordo com o recomendado pela norma. Ainda, observou-se que a resistência à compressão dos blocos cerâmicos com 2,5% de substituição e com 5% foram superiores a resistência à compressão das amostras de referência e dos blocos com substituição de 10%.

Os resultados das médias de resistência à compressão dos blocos utilizando argila com lodo de estação de tratamento de água estão apresentados na Figura 9. Todos os blocos cerâmicos com e sem lodo apresentaram valores de resistência à compressão acima de 1,5 MPa, valor indicado na NBR 15270-1 [6]. Em comparação a resistência à compressão média dos blocos de referência, a média dos blocos com 2,5% de lodo se mostrou superior, enquanto os blocos com 5,0% de resíduo apresentaram resistência à compressão inferior. Além disso, quanto maior o teor de lodo de ETA, menor a resistência à compressão das amostras.

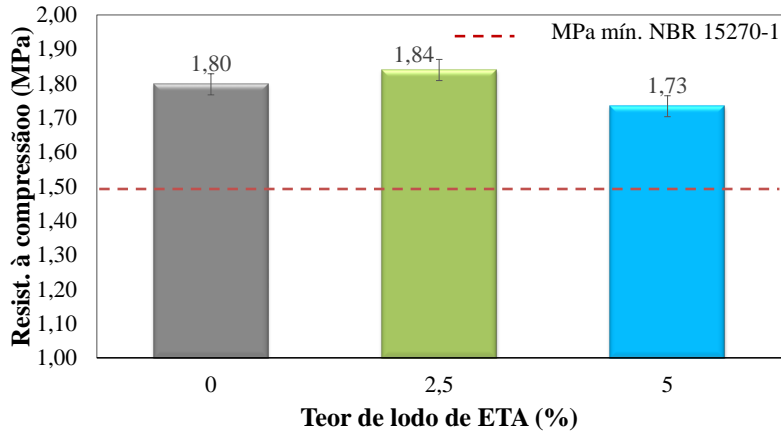


Figura 9: Resistência à compressão dos blocos cerâmicos com argila e lodo de estação de tratamento de água.

Os resultados médios de resistência à compressão dos blocos cerâmicos produzidos com lodo de ETA e cinza de caldeira à lenha estão apresentados na Figura 10. Todos os blocos apresentaram resistência à compressão superior a mínima recomendada (1,5 MPa) pela NBR 15270-1 [6]. Além disso, em relação aos blocos de referência, todas as amostras apresentaram resistência superior. Os blocos cerâmicos com 2,5% de lodo e até 10% de cinza apresentaram resistência à compressão superior à resistência à compressão das amostras com 5,0% de lodo e até 10% de cinza. Como observado nos resultados dos blocos somente com lodo e argila, a resistência à compressão diminuiu com o aumento do teor de lodo.

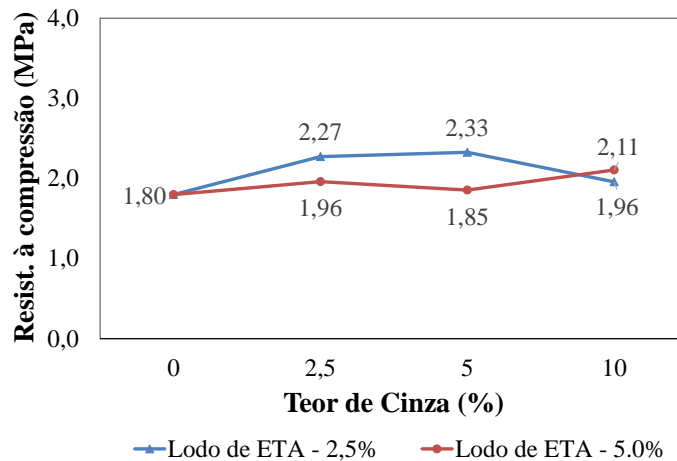


Figura 10: Resistência à compressão dos blocos cerâmicos com argila, cinza de caldeira e lodo de ETA.

Em geral, quanto maior o teor de cinza, tanto em amostras com 2,5 e 5,0% de lodo, menor a resistência à compressão. Os blocos com 5,0% de lodo de ETA e até 10% de cinza apresentaram os maiores valores de resistência à compressão, isto quando comparados com os blocos produzidos com resíduos.

CONCLUSÕES

Os blocos cerâmicos produzidos com os dois os resíduos simultaneamente, tanto com teor de 2,5% quanto com teor de 5,0% de lodo de ETA misturados a 2,5, 5 e 10% de cinza de caldeira apresentaram resistência à compressão superior aos blocos de referência. Além disso, observou-se que os maiores valores de resistência à compressão das amostras com os dois resíduos são com 2,5 % de lodo e até 10% de cinza de caldeira à lenha. Também quando a argila foi substituída parcialmente pelos dois resíduos simultaneamente, todas as amostras mostraram menores valores de absorção de água que os blocos de referência.

Os resultados de avaliação dimensional mostraram que os blocos cerâmicos produzidos com os resíduos de modo geral apresentaram resultados semelhantes com os blocos produzidos com apenas argila. Somente a altura não atendeu as recomendações da NBR 15270-1 [6], porém, este fato pode ser resolvido utilizando-se um processo de produção mais preciso.

Constatou-se que todas as misturas utilizando lodo e cinza simultaneamente atenderam aos requisitos estipulados pela NBR 15270-1 [6] quanto à resistência à compressão, absorção de água, planeza das faces e desvio em relação ao esquadro.

Considerando que o uso de maiores teores de resíduo na produção dos blocos contribui ambientalmente e economicamente, pois reduzem o impacto ambiental gerado pela extração de argila, e também pelos resíduos depositados no meio ambiente, o teor de substituição de argila indicado é 5,0% de lodo de estação de tratamento de água e 10% de cinza de caldeira à lenha.

REFERÊNCIAS

- [1] J. A. Ceratto, “Uso da cinza da caldeira à lenha em substituição a areia natural para produção de peças de concreto permeável”. Mono. Graduação, UNOCHAPECÓ (2017).
- [2] J. P.S. Silva, Revista Esp. Soph. 8 (2007) n. 1.
- [3] M. C. Casagrande, Cerâm. Ind. 13 (2008) 34.
- [4] N.R. Vaske, “Estudo preliminar da viabilidade do aproveitamento da cinza proveniente de filtro multiciclone pela combustão de lenha de eucalipto em caldeira fumotubular como adição ao concreto”. Tese. Doutorado, UFRGS (2012).
- [5] S. R. Teixeira, S. A. de Souza, N. R. de Souza, P. Aléssio, G. T. A. Santos, Cerâmica 52 (2006) 215.
- [6] ABNT NBR 15270-1, “Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos”, Rio de Janeiro (2017).
- [7] ABNT NBR 15270- 2, “Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: métodos de ensaios”, Rio de Janeiro (2017).