

Avaliação de Tijolos Ecológicos Compostos por Lodo de Eta e Resíduos da Construção Civil

Amanda Ozório Machado
amandaozoriomachado@hotmail.com
UNIFOA

Joice Andrade de Araújo
joiceandrade_rj@hotmail.com
UNIFOA

UNIFOA

UNIFOA

UNIFOA

Resumo: Diante da quantidade de resíduos sólidos gerados, incluindo resíduos da construção civil e lodo de Estação de Tratamento de Água e da presente dificuldade de planejamento e gestão desses resíduos, o presente estudo objetivou avaliar a viabilidade técnica do uso conjunto de solo, resíduos da construção civil e o lodo de Estação de Tratamento de Água na confecção de tijolos solo-cimento. A metodologia adotada compreendeu a caracterização dos materiais pré-cursos quanto: ao pH, teor de umidade, granulometria e microscopia de varredura eletrônica. Em seguida foi estabelecida a proporção ótima dos materiais a serem utilizados no estudo e confeccionado os tijolos por meio de uma prensa manual. Logo após realizou-se a avaliação estrutural do produto explorando o teste de resistência à compressão e absorção de água. Os tijolos demonstraram ótimos resultados em conformidade com a NBR10836 relacionados à absorção de água e uma evolução quanto à resistência à compressão quando modificado o traço e os solos utilizados.

Palavras Chave: Lodo - RDC - Tijolo ecológico - -

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção mundial tem decorrido em inúmeros impactos negativos ao meio ambiente, fato que torna nossos recursos naturais, cada vez mais escassos, base pela qual se justifica o desenvolvimento deste estudo. Para garantir a sustentabilidade, as empresas têm encarado como um desafio a inovação de seus produtos e processos para que haja a minimização desses impactos. Dentro de uma visão sustentável, este estudo visa o desenvolvimento de tijolos ecológicos, utilizando em sua composição, resíduos da construção civil e lodo proveniente de estação de tratamento de água. A problemática abordada constituiu-se na construção da resposta para a seguinte questão: “Existe viabilidade técnica na inserção de resíduo da construção civil e lodo de ETA na fabricação de materiais de alvenaria”?

O desenvolvimento tecnológico e econômico na última década tem incrementado a demanda de novas edificações e o acréscimo de remodelações prediais, como também o incremento de construções paralelas como. Os Resíduos da Construção Civil e Demolição, basicamente são designados como “entulho”, podendo ser dividido em quatro classes: os de classe A são os de alvenaria, concreto, argamassa e solos, que podem ser reutilizados como agregados; os de classe B são os restos de madeira, metal, vidro, plástico e papelão, que podem ser reciclados; os de classe C são resíduos sem tecnologia para reciclar; e os de classe D são os resíduos perigosos onde se enquadram os óleos, as tintas, os solventes e outros. Todos esses resíduos são provenientes de demolições ou de canteiros de obras e a responsabilidade de quem o produziu é depositar o entulho em locais cadastrados pelo Município ou em aterros de reciclagem apropriados e licenciados.

Atualmente o lodo das Estações de Tratamento de Água, em sua maior parte, tem sido lançado direto nos cursos d’água, em sistemas públicos de esgotos ou em aterros sanitários. O lançamento em corpos d’água, praticado pela maioria das ETA’s, pode ocasionar aumento de sólidos em suspensão, assoreamento e por consequência prejudicar a qualidade de água à jusante.

As vantagens na incorporação do lodo de ETA para fabricação dos tijolos são numerosas, entre elas, o aumento na vida útil das jazidas de argila, a redução do custo de reposição de vegetação, a disposição mais barata e adequada, diminuindo a poluição dos corpos hídricos e reduzindo a utilização de matéria prima.

Diante da grande quantidade de resíduos sólidos gerados, incluindo os resíduos da construção e demolição – RCD e o lodo de Estação de Tratamento de Água – ETA, no presente trabalho busca-se estudar a utilização destes resíduos na produção dos tijolos solo-cimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SOLO

A estrutura da matriz do solo é formada por partículas sólidas, minerais e orgânicas, a solução do solo é constituída por vazios, mas conhecidos como poros preenchidos com água e sais e o ar do solo é constituído por gases. As condições ambientais e a ação humana interferem diretamente nas proporções dessas três fases no solo.

Solos que em sua composição possuam características do tipo arenosos e pedregulhosos são indicados como os mais adequados na fabricação de solo-cimento. A presença dos grãos de areia grossa e de pedregulho é altamente benéfica, pois são materiais inertes com função apenas de enchimento. Isso favorece a liberação de quantidades maiores de cimento para aglomerar os grãos menores. (KER *et al.*, 2012).

2.2. RESÍDUOS SÓLIDOS

A expansão populacional urbana provoca um aumento na demanda de produtos, bens e serviços, o que leva à necessidade do crescimento industrial e ao consequente aumento na geração de resíduos (PORRAS, 2007).

Segundo a norma “NBR 10004:2004- Resíduos Sólidos- Classificação” da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, resíduos sólidos são: resíduos nos estados sólidos e semissólido, que resultam de atividades de origem de industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

2.3. GERAÇÃO DE LODO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento utilizado pela grande maioria das ETA's brasileiras é o sistema do tipo convencional, ou seja, aquele que gera basicamente dois tipos de resíduo; o lodo retirado na lavagem dos filtros e na limpeza dos decantadores. Na maioria das ETAs, esses resíduos são lançados nos corpos d'água sem tratamento.

No caso do tratamento de água, o lodo consiste em água, microrganismos, sólidos orgânicos e não orgânicos e sólidos do coagulante utilizado no processo. Silva (2011), relata que ao sair da estação de tratamento de água, o lodo contém 90% de água podendo ser reduzido através de um processo de desidratação, onde a concentração de sólidos pode aumentar para 65%.

2.4. CARACTERÍSTICAS E DESCARTE DO LODO

Atualmente o País não possui uma lei que estabeleça os parâmetros de controle para o tratamento e descarte final do lodo de ETA's e devido ao alto custo referente à sua implementação e operação, fica inviável para o Brasil, basear-se nos modelos de tratamento e disposição final de lodo aplicados em outros países. Sendo assim, o que se vê frequentemente é o descarte desse resíduo nos mananciais d'água.

A preocupação em relação ao descarte correto desse resíduo é relevante por parte das empresas de saneamento básico de todo o mundo. As tabelas 1 e 2 apresentam valores médios de literatura, para a caracterização do lodo de ETA.

Tabela 1. Características físico-químicas dos lodos gerados em ETA's.

Autor/Ano	DBO(mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST(mg/L)	SV (mg/L)	SS % ST
Neubauer (1968)	30 a 150	500 a 15.000	6,0 a 7,6	1.100 a	20% a 30%	x
Suntherland(1969)	100 a 232	669 a 1.100	7	4.300 a	25%	80%
Bugg(1979)	380	1.162 a 15.800	6,5 a 6,7	4.380 a	20%	x
Albrecht(1972)	30 a 100	500 a 10.000	5,0 a 7	3.000 a	20%	75%
Culp (1974)	40 a 150	340 a 5.000	7	X	x	x
Nilsen (1974)	100	2.300	x	10.000	30%	x
Singer(1974)	30 a 300	30 a 5.000	x	X	x	x
Cordeiro(1981)	320	5.150	6,5	81.575	20,70%	x
Vidal (1990)	449	3.487	6,0 a 7,4	21.972	15%	x
Vidal(1990)	173	1.776	6,7 a 7,1	6.300	73%	x
Cordeiro (1998)	X	5.600	6,4	30.275	26,30%	x
Patrízze(1998)	X	5.600	5,55	6.112	19%	x
Patrízze(1998)	X	X	6,8	6.281	x	x

Fonte: SAAE de Volta Redonda

Tabela 2- Caracterização dos metais presentes nos lodos gerados em ETA's

METAIS (mg/L)	Cordeiro (1993)*	Bidone (1997)*	PROSAB(2000)*	Di bernado et al.(1999)**	Conwell (1987)**
Al	3965	1500	11100	-	850
Zn	2,13	-	4,25	1,7	0,11
Pb	2,32	-	1,6	0,88	0,5
Cd	0,14	-	0,02	0,05	0,01
Ni	2,7	-	1,8	1,06	-
Fe	3382	-	5000	940	33
Mn	1,86	-	60	10	0,34
Cu	1,47	-	2,05	1,05	0,45
Cr	3,82	-	1,58	0,42	0,35

Fonte: Cordeiro e Barroso (2001)

*: Lodo de decantador convencional que utiliza sulfato de alumínio;

** : Lodo de decantador de alta taxa adaptado de ETA que utiliza sulfato de alumínio (descarga mensal).

2.5. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

Os impactos no meio ambiente têm despertado cuidados e precauções também no segmento da construção civil. Pinto (1995), relata que os resíduos gerados em um canteiro de obra, possuem a composição aproximada de 64% de argamassa, 30% elementos de alvenaria e 6% materiais diversos como pedra, areia e concreto. Segundo Pera (1996), a quantidade de resíduos da construção civil na Europa Ocidental é muito alta e alcança cerca de 0,7t a 1t por hab/ano. A tabela 3 apresenta a composição média dos resíduos de construção avaliados por Pinto (1995).

Tabela 3- Composição média dos resíduos de construção

Elemento	% (em massa)
Argamassa	63,67
Tijolosmaciços	17,98
Telhas, lajotas, etc.	11,11
Concreto	4,23
Bloco de concreto	0,11
Ladrilhos de concreto	0,39
Pedras	1,38
Cimento-amianto	0,38
Solo	0,13
Madeira	0,11
Papel e material orgânico	0,20

Fonte: Pinto (1995).

Os resíduos da construção civil hoje, em sua maior parte, são destinados aos aterros sanitários, o problema é que a grande quantidade desse material pode desestabilizar os aterros, devido à geração de maior superfície de contato e menor compactação pelo alto índice de vazios. Tendo em vista o exposto, tem sido necessário encontrar outras técnicas de reutilizar corretamente os resíduos de construção civil, como o estudo em questão.

2.6. ELEMENTO DE ALVENARIA SOLO-CIMENTO

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland o solo-cimento “é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas”. O produto resultante “é um material com boa resistência à

compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade”. Dos materiais, o solo é o elemento mais utilizado para sua obtenção e o cimento colocado para estabilizá-lo varia de 5% a 10% do total, o qual confere as propriedades de resistência no composto. Os solos indicados para produção de solo-cimento são aqueles que apresentam teor de areia entre 45% e 50%. O tipo de prensa usada na fabricação determinará a resistência dos elementos de alvenaria, considerando-se as hidráulicas melhores, pelo fato de aplicar pressões superiores.

Na tabela 4 apresentam-se as características dos solos adequados para a fabricação de tijolos solo-cimento, segundo CASSA *et al.* (2001), baseado na NBR 10833 da ABNT.

Tabela 4 –Requisitos do solo para fabricação de elementos de alvenaria solo cimento

Característica	Requisito (%)
% Passando na peneira 4(4,8 mm)*	100
% Passando na peneira 200(0,075 mm)**	10 a 50
Limite de liquidez	menor ou =45
Limite de plastidade	menor ou =18

Fonte:CASSA *et al.* (2001). *Neste requisito, 100% do material deverá passar pela peneira 4 (4,8mm);

**Neste requisito, 10 a 50% do material deverá passar na peneira 200 (0,0075mm).

2.7. CIMENTO PORTLAND

Para saber qual o cimento poderá ser utilizado na fabricação do solo-cimento, devem ser seguidas as especificações das NBR 5732 – Cimento Portland Comum, NBR 5733 – Cimento Portland de alta resistência inicial, NBR 5735 – Cimento Portland de alto forno e NBR 5736 – Cimento Portland pozolânico.

Segundo Martins *et al.* (2006), as composições que utilizam o cimento Portland possuem valores mais altos de resistência a compressão devido as características físico-químicas de finura e teor de insolúveis.

De acordo com o site da ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, o Cimento Portland CII gera calor numa velocidade menor do que o gerado pelo Cimento Portland Comum, devido a essa característica seu uso é mais indicado em maciços de concreto e em obras correntes de engenharia civil sob a forma de argamassa, concreto simples, elementos pré-moldados e artefatos de cimento.

2.8. TIJOLOS ECOLÓGICOS

Tijolos ecológicos correspondem a uma inovação na área de materiais de construção, sendo estes materiais capazes de provocar uma revolução nas estruturas de alvenaria. Essas peças visam a sustentabilidade e a preocupação com a preservação do meio ambiente..

Um dos grandes atrativos dos tijolos ecológicos são os seus baixos índices de poluição, pois não utilizam argila pura, que é extraída do fundo de várias encostas de rios, impactando a vegetação ao seu redor.

Segundo Santos *et al.* (2009), esse tijolo possui inúmeras vantagens, podendo economizar de 30 a 50% o custo total de uma construção. Entre as inúmeras vantagens temos que: o tijolo não passa pelo processo de queima, apresenta maior resistência mecânica, possui maior isolamento acústico e térmico, combate a umidade e possui um menor peso.

3. METODOLOGIA

Para confecção dos tijolos ecológicos utilizou-se de um solo retirado da região 1 (conforme figura 1) do município de Volta Redonda – RJ, resíduo da construção civil misto (RCD) de uma empresa do Norte-Fluminense (que é responsável pela reciclagem de resíduos da construção civil) e o lodo proveniente de uma Estação de Tratamento de Água localizada no vale do Paraíba, juntamente com cimento CII do fabricante Votorantin.

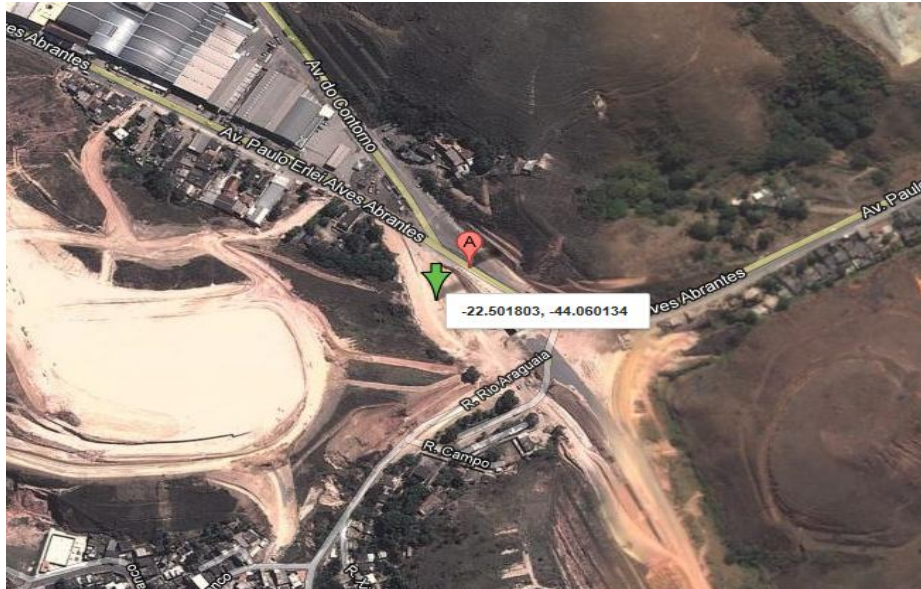


Figura 1 : Av. Paulo Erlei Alves Abrantes, 4531-4879 – Três Poços Volta Redonda – RJ 41 mNE
Fonte: (Google Earth, 2013)

3.1. PREPARO DOS MATERIAIS PRÉ-CURSORES

3.1.1 LODO

O lodo proveniente de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) do Sul Fluminense, originado especificamente nos decantadores no período de Julho à Agosto de 2013 foi coletado e armazenado em bombonas. Adiante o material foi disposto em bandejas e em tecidos sintéticos para secagem por evaporação, como apresentado nas figuras 2 e 3. Após este processo, seguindo a NBR 7181 (ABNT,1984), o lodo foi destorroado e disponibilizado para a mistura, conforme figura 4. Vale ressaltar que, o processo adotado na estação de tratamento citada utilizou como agente coagulante sulfato de alumínio.



Figura 2 : Lodo de ETA utilizado



Figura 3: Lodo disponibilizado pelo SAAE-

3.1.2 SOLO

O solo utilizado, primeiramente, seguindo as recomendações da NBR 7181 (ABNT, 1984), foi submetido ao processo de secagem por 48h na temperatura de 40°C em estufa. Após a secagem a amostra de solo, adotou-se o procedimento de quarteamento, conforme as prescrições da NBR 9941 (ABNT, 1987).

3.1.3 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Para o preparo do resíduo de construção e demolição, seguindo as recomendações da NBR 7181 (ABNT, 1984), o resíduo foi submetido ao processo de secagem por 48h na temperatura de 40°C em estufa e destorroado.

3.2. CARACTERIZAÇÃO

Para a execução do processo de confecção dos tijolos ecológicos, algumas técnicas de caracterização foram adotadas e serão discretizadas a seguir.

3.2.1 PH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)

Para determinar o pH dos materiais pré-cursors, foram utilizadas as peneiras #10 e 20. Depois de levar o material ao agitador por 10 minutos, 50g do material retido na peneira #20, conforme figura 12, foi retirado e separado, depois adicionou-se água destilada em um Becker juntamente com os 50g do material retido até completar 300 ml e a mistura foi levada a uma agitação por 30 minutos com rotação de 250 rpm. Após os 30 minutos, através do phmetro de bancada, foi determinado o pH (PORRAS, 2007).

3.2.2 TEOR DE UMIDADE

Para determinação do teor de umidade, os materiais foram colocados em estufa à 110°C por 24h e, após esse período, pesou-se o material resultante comparando-o a massa inicial. A diferença encontrada indicou a quantidade de perda da água por evaporação (EMBRAPA, 1997). O teor de umidade do lodo não foi determinado, visto que o mesmo foi utilizado em condições de desaguamento e secagem.

3.2.3 GRANULOMETRIA

Os ensaios para a determinação da composição granulométrica do materiais pré-cursors em estudo, foram realizados segundo as prescrições da NBR 7181 (ABNT, 1984). Na realização do teste de granulometria utilizaram-se as peneiras 10, 20, 30, 40, 50, 100 e 200, conforme figura 5.

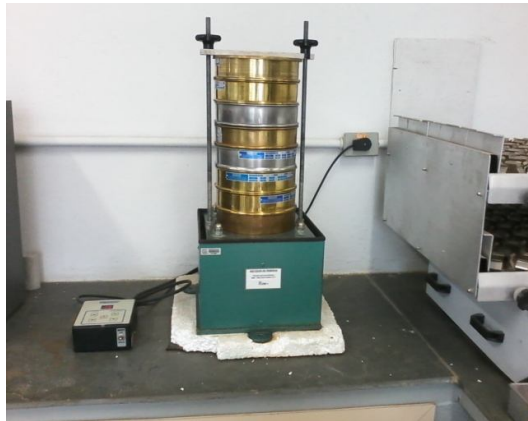


Figura 5 : Aparelho utilizado para o teste de granulometria

3.3. PROPORÇÃO INVESTIGADA

O presente estudo definiu como proporção a ser utilizada na confecção dos tijolos, os valores apresentados na tabela 5.

Tabela 5-Traço dos tijolos ecológicos

Solo	RCD	Lodo de ETA	Cimento
50%	30%	10%	10%

3.4. CONFECÇÃO DOS TIJOLOS

Os materiais solo-cimento foram desenvolvidos e conformados em uma prensa manual para tijolo ecológico p-25 do fabricante TIJOMAQ, conforme mostrado na figura 6 e 7. Para cada tijolo foi utilizado uma massa de 4kg, variando a percentagem de sua composição. As dimensões dos tijolos confeccionados foram 25 x 12,5 x 6,5 cm.



Figura 6:Molde utilizado para a confecção dos tijolos



Figura 7:Tijolo obtido

Uma vez confeccionados, os tijolos foram armazenados por 24 horas e em seguida encaminhados para imersão para o procedimento de cura.

3.5. ENSAIO DE COMPRESSÃO

A resistência à compressão é um dos parâmetros mais importantes do solo-cimento. Os ensaios foram realizados em conformidade com as normas NBR 8491 (ABNT, 1984a) e NBR 8492 (ABNT, 1984b). A figura 8 apresenta o ensaio de resistência à compressão.



Figura 8 – O instante da ruptura do tijolo

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. PH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)

Os valores de pH das amostras foram aferidos com intuito de avaliar a acidez dos materiais envolvidos na mistura. Segundo Mazzeo (2003), quanto maior a acidez dos materiais envolvidos, menor será o desempenho do cimento em sua função aglomerante ou estabilização de partículas. A tabela 6 indica os valores de pH detectados. A partir desta classificação, pode-se observar que o solo possui acidez equiparada ao lodo. Entretanto, a acidez detectada não prejudicou a função aglomerante das partículas, devido a correção do pH com a inserção do RCD e lodo de ETA.

Tabela 6 – Resultado dos valores de pH encontrados

Solo 1	RCD	Lodo de ETA
6.0	7.0	6.0

4.2. UMIDADE DOS MATERIAIS PRÉ-CURSORES

A tabela 7 indica o teor de umidade do solo utilizado e do RCD. Entretanto o teor de umidade do lodo não foi apresentado, visto que o mesmo foi utilizado em condições de desaguamento e secagem.

Tabela 7– Umidade dos materiais pré-cursores

Solo	RCD
1%	6%

4.3. GRANULOMETRIA

A granulometria de um solo tem influência direta na qualidade e no custo do solo-cimento, sendo mais indicados na confecção de tijolos, os solos com características arenosas. Segantini (2000) considera importante a presença de areia grossa e até de pedregulhos na composição do solo, pois sendo materiais inertes, com função apenas de enchimento, haverá liberação de maiores quantidades de cimento para aglomerar os grãos menores.

Foram avaliadas amostras dos materiais constituintes do solo-cimento quanto a distribuição granulométrica. Tais amostras foram: solo, RCD e do lodo de ETA, onde os resultados podem ser observados na tabela 8. Nota-se pelos resultados que o solo utilizado apresentou silte em 0,6%. Segundo Segantini(2000), a faixa ideal de argila em solos para produção de solo- cimento é de 10- 20 %.

Tabela 8 –Faixas granulométricas

Amostras	Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Pedregulho Fino
Solo	0,58%	3,55%	14,74%	76,81%	4,32%
RCD	0,99%	9,23%	34,57%	39,63%	15,5%
Lodo de ETA	2,31%	31,78%	13,92%	51,65%	0,34%

4.4. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A tabela 9 apresenta os resultados de valores médios obtidos da resistência à compressão para os tijolos confeccionados com Solo-RCD-Lodo-cimento. Foi observado que, os valores obtidos não atenderam a NBR 10836 (Brasil, 1994) que estabelece, valores médios iguais ou maiores de 2,0 MPa e valores individuais iguais ou maiores que 1,7 MPa.

Tabela 12 - Resultado para ensaio de compressão- Valores Médios – Solo

Ensaio de Compressão	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Tijolos – Cimento (5:3:1:1)	0,9MPa	0,8MPa	0,9MPa	0,9MPa

5. CONCLUSÃO

- Conclui-se que todos os materiais pré-cursors utilizados se encontram em uma faixa ideal em relação ao pH.
- Conclui-se que os tijolos confeccionados não atenderam à NBR 10836, teste de compressão.
- Recomenda-se a utilização de um solo com uma porcentagem maior de silte e argila para obter uma melhor compressão dos tijolos.
- Recomenda-se a utilização do lodo de ETA totalmente seco.

6. REFERÊNCIAS

- ABCP** - Associação Brasileira de Cimento Portland. Disponível em: (<http://www.abcp.org.br/colaborativo-portal/perguntas-frequentes.php?id=19>) Acessado em 20.02.2014
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5732: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 5p.
- _____. **ABNT NBR 5733**: Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 5p.
- _____. **ABNT NBR 5735**: Cimento Portland de alto forno. Rio de Janeiro: ABNT, 1991. 6p.
- _____. **ABNT NBR 5736**: Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro: ABNT, 1991 Versão corrigida 1999. 5p.
- _____. **ABNT NBR 7181**: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.
- _____. **ABNT NBR 8491**: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 4p.
- _____. **ABNT NBR 8492**: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência a compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 5p.
- _____. **ABNT NBR 9941**: Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 5p.
- _____. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. 71p.
- _____. **ABNT NBR 10833**: Fabricação de tijolo e bloco e solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 3p.
- _____. **ABNT NBR 10836**: Bloco de solo-cimento sem função estrutural – análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 4p.
- _____. **ABNT NBR 12025**: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. 2p.
- CASSA, J.C.; CARNEIRO, A.P. & SCHADACH, I. A.** Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Projeto Entulho Bom. Salvador, EDUFBA; Caixa Econômica Federal, Salvador, BA, 2001.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA** – Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª ed. 1997. 212p.
- KER, J. C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; TORRADO, P. V.:** Pedologia Fundamentos. 1. ed. Viçosa, Minas Gerais: SBSCS, 2012. 343 p.
- MARTINS, I. R.; BARBOSA, M. P.; LAZARI, C. R.; SALLES, F. M.:** Otimização dos Materiais para a Composição do Concreto de Alto Desempenho. IBRACON – V. 2 – Construções em Concreto - Trabalho CBC0164 – p. 1381 - 1395. 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2006.
- MAZZEO, F.:** Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa. Escola de Engenharia, São Carlos, USP, 2003.
- PERA, J.:** State of the art report - use of waste materials in construction in western Europe. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção, 1996, São Paulo. Anais. São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 161 p. p. 1-20. 1996.
- PINTO, T. P.:** De volta à questão do desperdício. Construção. São Paulo: Pini, n. 2491, p.18-19, nov. 1995.
- PORRAS, A. C.; ISAAC, R. L.; MORITA, D. M.** Avaliação do uso conjunto de lodo de estações de tratamento de água e agregado reciclado. Campinas: SP, 2007.
- SANTOS, A. F. R. D.; BAUMGART, L. N.; WOICIUKOSKI, M.; JUNIOR, O. T.; JATZAK, S.; NICOLETTI, V.;** Utilização de resíduos da construção civil em tijolos ecológicos. Santa Catarina: Associação do Vale do Itajaí Mirim, 2009. 20p.
- SEGANTINI, A. A. S.** Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira-SP. Campinas: UNICAMP, 2000. 176p. Tese Doutorado.

SILVA, M. V. D.; Desenvolvimento de tijolos com incorporação de cinzas de carvão e lodo proveniente de estação de tratamento de água. São Paulo: IPEN – Autarquia Associada a Universidade de São Paulo, 2011. 132p. Dissertação de Mestrado.