

ENGENHARIA SUSTENTÁVEL: APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

André Luiz Nonato Ferraz¹

Antonio Anderson da Silva Segantini²

¹Aluno de pós-graduação, FEC, UNICAMP, Campinas-SP,
ferraz@dec.feis.unesp.br

²Professor Assistente Doutor, FEIS, UNESP, Ilha Solteira-SP,
anderson@dec.feis.unesp.br

Resumo

As pesquisas nas quais se utilizam materiais e técnicas alternativas de construção, no atual contexto de aproveitamento dos resíduos e preservação ambiental, estão assumindo grande importância na engenharia, inclusive porque alguns tipos de resíduo podem até ser utilizados com vantagens técnicas e redução de custos, como é o caso da adição de material granular, oriundo dos resíduos de construção, em misturas de solo-cimento. Neste trabalho são apresentados resultados de caracterização de amostras de solo coletadas em Ilha Solteira-SP e de composições deste solo como resíduos de argamassa de cimento, objetivando a fabricação de tijolos de solo-cimento. Objetivou-se também reduzir o custo de produção e melhorar a qualidade dos tijolos de solo-cimento, propiciando condições para o aproveitamento destes resíduos. Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos e também tijolos visando a determinação da resistência à compressão simples e absorção de umidade. Foram realizados ensaios de compactação e análise granulométrica, empregando-se as seguintes dosagens: solo natural, solo natural mais 20% de resíduo e solo natural mais 40% de resíduo, empregando-se, em cada caso, três teores de cimento (6%, 8% e 10%). Os ensaios foram realizados em conformidade com a normalização técnica brasileira pertinente.

Palavras-chave: Engenharia, tijolos, solo-cimento, resíduo de construção e demolição

Abstract

The researches in which materials and alternative techniques of construction are used, in the current context of use of residues and preservation environment are assuming importance in the engineering, and some types of residues can be used with technical advantages and reduction of costs, as it is the case of the addition of granular material, resulting from building residues used in soil-cement mixtures. This work presents results of soil characterization test of sample collected in Ilha Solteira-SP and soil with addition of cement mortar residue, aiming the manufacturing of soil-cement bricks. It was aimed at to reduce the production cost and improve the quality of soil-cement, and to propitiate conditions for the utilization of these residues. Proctor cylinder specimens and also bricks specimens were made to obtain compressive strength and humidity absorption. Compacting test and grain-size analysis were made using the following dosages: soil natural, soil plus 20% of residue and soil plus 40% of residue, using in each case three cement content (6%, 8% and 10%). The tests were performed in accordance with Brazilian technical standard.

Key-words: Engineering, brick, soil-cement, demolition and construction residue.

1. Introdução

1.1 Apresentação do trabalho

Os tijolos de solo-cimento constituem uma das alternativas para a construção de alvenaria em habitações e outras edificações. Na sua produção são utilizados os seguintes materiais: solo, cimento e água. A resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento é semelhante à do tijolo convencional, mas a qualidade final é superior, pois apresenta dimensões regulares e faces planas. Além das vantagens econômicas, o tijolo de solo-cimento também apresenta interesse do ponto de vista ecológico, pois não passa pelo processo de cozimento, no qual se consomem grandes quantidades de madeira ou de óleo combustível, como é o caso dos tijolos produzidos nas cerâmicas e nas olarias.

Na realização deste trabalho, visando à confecção dos tijolos, utilizou-se o solo arenoso fino de Ilha Solteira-SP, pois este possui características granulométricas representativas das dos solos superficiais comumente encontrados na região oeste do Estado de São Paulo. Os resíduos de argamassa de cimento foram coletados em uma fábrica de artefatos de cimento. A coleta foi efetuada diretamente em uma caçamba de tira-entulho existente no local. Após a coleta, os resíduos foram triturados manualmente e peneirados numa peneira com malha de 4,8 mm.

As composições de solo-cimento com resíduo foram preparadas empregando-se dosagens a partir do solo natural, solo natural mais 20% de resíduo e solo natural mais 40% de resíduo, com emprego de três teores de cimento (6%, 8% e 10%) em cada composição.

1.2 Objetivos

O objetivo principal do trabalho que ora se inicia é buscar alternativas para o aproveitamento dos resíduos de construção e demolição, por meio de sua incorporação em novos materiais. No caso específico deste trabalho, objetiva-se estudar o comportamento mecânico de tijolos de solo-cimento produzidos com adição de resíduo de argamassa de cimento, possibilitando um novo destino para os rejeitos de construção, preservando o meio ambiente e diminuindo os problemas causados pelo possível despejo deste material em botas-foras clandestinos.

1.3 Revisão de Literatura

1.3.1 Solo como material de construção

O solo como material de construção tem sido utilizado há pelo menos dez mil anos, havendo registros de seu emprego em culturas antigas como a grega e a romana. Algumas destas obras resistem ao tempo, conservando sua estética e a qualidade estrutural. No Brasil, cidades como Ouro Preto, Diamantina e Paraty têm em comum quatro séculos de história que testemunham o uso do solo em construções do tipo taipa-de-pilão, adobes e pau-a-pique.

1.3.2 Solo-cimento

O solo-cimento é o produto resultante da mistura íntima de solo, cimento portland e água, que compactados na umidade ótima e sob a máxima densidade, em proporções previamente estabelecidas, adquire resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento (ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 1999). O interesse pelo assunto no Brasil se deu a partir de 1936, através da ABCP, que pesquisou e regulamentou a sua aplicação.

1.3.3 Qualidade e dosagem do solo-cimento

De maneira geral, visando otimizar a qualidade e a dosagem do solo-cimento, considera-se adequado o solo que possuir as seguintes características:

- Grãos passando na peneira ABNT 4,8 mm (nº 04): 100%;
- Grãos passando na peneira ABNT 0,075 mm (nº 200): 10% a 50%;
- Limite de Liquidez < 45%;
- Limite de Plasticidade < 18%.

Os critérios para a dosagem do solo-cimento, em sua maioria, foram elaborados visando a sua aplicação em bases de pavimentos rodoviários e aeroportuários. De acordo com o CEPED - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (1999), a quantidade de cimento a ser utilizada na dosagem deve ser determinada em função das características do solo, do teor de umidade e da densidade a ser obtida na compactação.

1.3.4 Custo do solo-cimento

De acordo com a ABCP (1999), a utilização do solo-cimento na construção de habitações populares permite grande economia, com redução de custos que pode atingir até 40%. Contribui para isso o baixo custo do solo, que é o material usado em maior quantidade, além de redução de custos com transporte e energia, existindo ainda a possibilidade de redução de custos com mão-de-obra, pois o processo não requer, em grande número, profissionais especializados em construção.

O aprimoramento de equipamentos para a fabricação dos tijolos tem contribuído para a racionalização das técnicas de construção, possibilitando a elaboração de projetos com maior qualidade, permitindo o uso do material em obras de padrão médio. Tem-se, na Figura 1, uma ilustração da amarração em encontro de paredes e do tijolo furado, cujo assentamento é feito por encaixe, proporcionando maior rapidez na execução da alvenaria. Os furos coincidentes possibilitam a passagem de tubulações, permitindo também a execução de colunas grauteadas.



Figura 1 – Amarração em encontro de paredes e detalhe do tijolo furado.
Fonte: <http://www.bsi.com.br/unilivre/centro/experiencias/experiencias/395.html>

1.3.5 Desenvolvimento sustentável

O crescimento da economia e da população tem provocado aumentos consideráveis na exploração dos recursos naturais. No Japão, em 1995, o consumo estimado desses materiais foi de 2,6 bilhões de toneladas, cerca de 18,7 ton/hab/ano (KASSAI, 1998). No mundo, o consumo de materiais entre 1970 e 1995 passou de 5,7 bilhões de toneladas para 9,5 bilhões, cerca de 1,6 ton/hab/ano (MATOS & WAGNER, 1999). A produção destes materiais exige uma extração muito maior de matérias primas, em função das perdas e resíduos gerados. JOHN (2000) cita estudo realizado por ADRIAANSE et al. (1977), que estimam que países industrializados como Japão e Alemanha consomem entre 45 e 85 toneladas/hab.ano de matérias primas naturais, não incluindo a água e o ar.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Rio 92 - realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992, em que 170 países membros da ONU estiveram representados, resultou na instalação da Agenda 21 ONU, que formalizou um acordo entre os países presentes de colocar em prática um amplo programa para o desenvolvimento sustentável no planeta, envolvendo governos, agências de desenvolvimento, órgãos das Nações Unidas e

outras entidades. De acordo com OLIVEIRA & ASSIS (2001), cinco anos depois, a implementação da Agenda 21 foi avaliada em outro evento da ONU, em Nova York, e ficou conhecida como Conferência Rio+5. Em documento apresentado pelo Brasil, que trata das ações executadas nas esferas municipais, estaduais e federal, desde 1992, há o reconhecimento de que os avanços no planejamento e gestão dos recursos naturais no país foram insuficientes.

1.3.6 Resíduo e Preservação do meio ambiente

A idéia de se misturar resíduos de construção na fabricação de tijolos de solo-cimento surgiu em função da possibilidade de se melhorar as suas características mecânicas, uma vez que as características físicas dos resíduos de argamassa e concreto se assemelham às dos pedregulhos e isto é bastante positivo.

Outro fato importante, diz respeito a simples disposição dos resíduos em aterros sanitários, que vêm se tornando em alguns casos inviáveis. Na Figura 2, apresenta-se o local utilizado para lançamento de entulhos em Ilha Solteira-SP.



Figura 2 – Vista do local de lançamento de entulho em Ilha Solteira.

A degradação de áreas urbanas, o assoreamento de rios e córregos, além do entupimento de bueiros e galerias têm como consequência inevitável, em períodos de chuva, a formação de enchentes em vias marginais.

Atualmente, no que diz respeito ao processo produtivo, os resíduos são gerados seja para bens de consumo duráveis (edifícios, pontes e estradas) ou não-duráveis (embalagens descartáveis), que quase sempre utilizam matérias-primas não-renováveis de origem natural. Este modelo não apresentava problemas até recentemente, em razão da abundância de recursos naturais e menor quantidade de pessoas incorporadas à sociedade de consumo (JOHN, 1999 e ANGULO et al, 2001).

A partir da década de 80, o grande acúmulo de resíduos se transformou em um grave problema urbano, com gerenciamento oneroso, causado pela intensa industrialização, advento de novas tecnologias e crescimento populacional. O problema se caracteriza por escassez de área de disposição de resíduos causadas pela ocupação e valorização de áreas urbanas, problemas de saneamento público e contaminação ambiental (JOHN, 2000).

JOHN (2000) ainda afirma que a questão ambiental no Brasil é tratada como sendo um problema de preservação da natureza, particularmente florestas e animais em extinção, disposição em aterros adequadamente controlados e controle da poluição do ar, com o Estado exercendo o papel de polícia. A recente lei federal de crimes ambientais (nº 9.605, 13 Fev 1998) revela um Estado ainda mais voltado à punição das transgressões a legislação ambiental vigente do que em articular os diferentes agentes sociais na redução do impacto ambiental das atividades, mesmo que legais, do desenvolvimento econômico. Um contraponto a esta ação predominantemente policial foi a iniciativa do Governo do Estado de São Paulo, através da CETESB, de implantação de 17 Câmaras Ambientais Setoriais, inclusive da Construção Civil.

1.3.7 Geração de entulhos de construção

Atualmente, a disposição indiscriminada dos RCD em aterros ou em bota-foras vem recebendo maior preocupação em relação ao meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades. Nesse contexto, o desperdício na construção civil vem sendo combatido com a qualificação da mão-de-obra, maior controle na aplicação dos materiais e projetos executivos melhor detalhados. Esse pequeno avanço, no entanto, não torna inevitável a geração de entulho (ALTHERMAN, 2002). Ainda hoje o desperdício se encontra na casa dos 8%, variando muito de obra a obra (TÉCHNE, 2001). Na Tabela 1 são apresentados números relativos à geração de entulhos em algumas cidades brasileiras.

Em Ilha Solteira, estima-se em 2.500 m³/mês o volume de RCD gerados na cidade, aproximadamente 1,2 m³/hab/ano. Ilha Solteira possui aproximadamente 25.000 habitantes. Nas capitais brasileiras o quadro de geração de entulho também é semelhante. Na Tabela 6 são apresentados os valores.

Tabela 1 - Geração de entulho em alguns municípios.

Município	População	Entulho (ton/ dia)	Entulho (kg/ hab. Dia)
Santo André-SP	625.500	1013	1,61
São José do Rio Preto-SP	323.600	687	2,12
São José dos Campos-SP	486.500	733	1,51
Ribeirão Preto-SP	456.300	1043	2,29
Jundiaí-SP	293.400	712	2,43
Vitória da Conquista-BA	242.200	310	1,28
Campinas-SP	850.000	1.258	1,48
Florianópolis-SC	285.300	636	2,23

Fontes: PINTO (1999)

2. Materiais e métodos

2.1 Materiais

Solo: Utilizou-se o solo A4 de Ilha Solteira, cujas características geotécnicas se assemelham às dos solos encontrados na Região Oeste do Estado de São Paulo.

Cimento: Foi utilizado cimento CP32-II E, da marca Itaú.

Água: Utilizou-se a água potável proveniente da rede pública de abastecimento.

Resíduo: Foram utilizados resíduos de argamassa de cimento coletados em fabricas de artefatos de cimento na cidade de Ilha Solteira.

2.2 Métodos

Foram estudadas dosagens compostas por solo natural, solo + 20% de resíduo e solo + 40% de resíduo. Foram utilizados três teores de cimento (6%, 8% e 10%), moldando-se corpos-de-prova cilíndricos para ruptura aos 07, 28, 56 e 120 dias e corpos-de-prova de tijolos para ruptura aos 07 dias. Os tijolos, medindo 23cmx11cmx5cm, foram produzidos em uma prensa manual, controlando-se a massa dos materiais ao serem colocados na forma e os teores de cimento e de umidade. Os corpos-de-prova confeccionados com tijolos foram curados de acordo com as prescrições da NBR-8491 e os ensaios de resistência à compressão simples e de absorção foram realizados no sétimo dia de cura, seguindo-se as prescrições da NBR-8492. Os ensaios para a caracterização do solo e das misturas, compreendendo preparação de amostras, determinação de massas unitárias, limites de consistência, análise granulométrica e compactação foram realizados

em conformidade com as normas técnicas brasileiras pertinentes. O ensaio de retração linear foi realizado segundo as prescrições do CEPED (1999).

3. Resultados

3.1 Limites de consistência e retração linear

Os limites de consistência e os valores de retração linear são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Limites de consistência e retração linear.

Material	Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)	Retração Linear (cm)
Solo natural	27,7	18,3	9,4	24,0
Solo+ 20% resíduo	23,6	16,1	7,5	14,7
Solo+ 40% resíduo	22,5	15,6	6,9	9,2

3.2 Análise Granulométrica

Apresenta-se na Tabela 3 e na Figura 2 os resultados obtidos nos ensaios de análise granulométrica.

Tabela 3 – Composição granulométrica

Material	Argila (%)	Silte (%)	Areia fina (%)	Areia média (%)	Areia grossa (%)	Pedregulho
Solo natural	22,0	18,0	59,7	0,3	0,0	0,0
Solo + 20% resíduo	17,1	11,9	56,0	13,5	1,5	0,0
Solo + 40% Resíduo	14,4	10,6	52,1	20,7	2,2	0
Resíduo	1,2	2,0	23,5	67	5,6	0,7

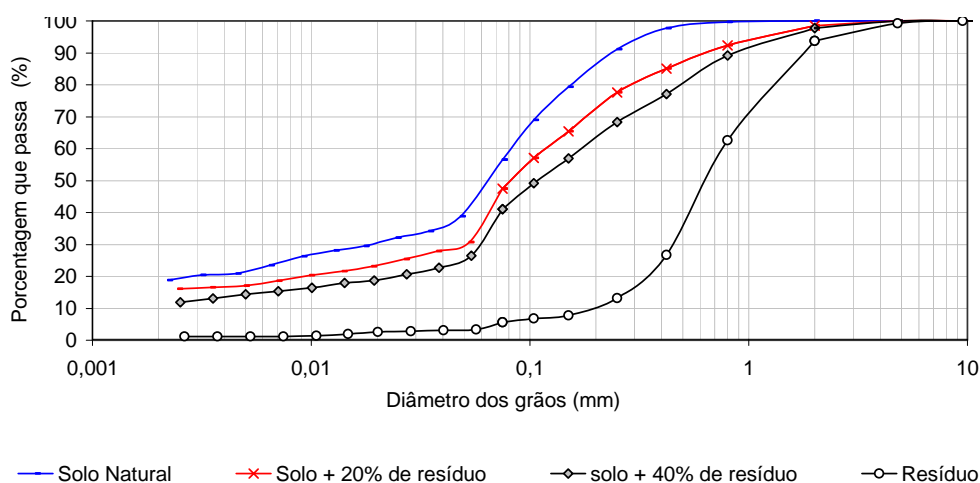


Figura 3 – Curva granulométrica das misturas

3.4 Compactação

Na Tabela 5 são apresentados os valores obtidos no ensaio de compactação. Na Figura 3 são mostradas as curvas obtidas para a dosagem com 10% de cimento.

Tabela 5 – Umidade ótima e massa específica seca máxima

Traço	Umidade Ótima (%)	Massa específica unitária seca máxima (g/cm ³)
Solo natural	12,7	1,886
Solo + 6% cimento	13,0	1,870
Solo + 8% cimento	13,0	1,880
Solo+ 10% cimento	13,0	1,886
Solo+ 6% cimento+ 20% resíduo	11,7	1,915
Solo+ 8% cimento+ 20% resíduo	11,4	1,910
Solo+ 10% cimento+ 20% resíduo	11,4	1,920
Solo+ 6% cimento+ 40% resíduo	11,1	1,950
Solo+ 8% cimento+ 40% resíduo	11,1	1,945
Solo+ 10% cimento+ 40% resíduo	11,3	1,955

3.5 Resistência à compressão e absorção dos tijolos

Na Tabela 6 são apresentados os valores de resistência à compressão e de absorção dos tijolos.

Tabela 6 – Resistência à compressão e absorção dos tijolos

Traço	Resistência à compressão média (MPa)	Menor valor individual (MPa)	Absorção (%)
Solo + 6% cimento	1,62	1,00	17,5
Solo + 8% cimento	2,31	1,58	17,2
Solo+ 10% cimento	2,69	2,01	17,0
Solo+ 6% cimento+ 20% resíduo	2,17	1,70	17,2
Solo+ 8% cimento+ 20% resíduo	2,77	2,14	16,8
Solo+ 10% cimento+ 20% resíduo	3,25	2,77	16,4
Solo+ 6% cimento+ 40% resíduo	3,23	2,50	12,9
Solo+ 8% cimento+ 40% resíduo	3,72	2,91	12,6
Solo+ 10% cimento+ 40% resíduo	4,12	3,32	12,4

3.6 Resistência à compressão dos corpos-de-prova cilíndricos

São apresentados na Tabela 7 os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão simples realizados com os corpos-de-prova cilíndricos.

Tabela 7 – Resistência à compressão simples dos corpos-de-prova cilíndricos

Traço	Resistência à compressão simples (MPa)			
	07 dias	28 dias	56 dias	120 dias
Solo + 6% cimento	2,84	3,52	4,15	4,8
Solo + 8% cimento	3,25	4,73	5,17	6,26
Solo+ 10% cimento	3,45	5,42	6,00	7,27
Solo+ 6% cimento+ 20% resíduo	3,50	5,68	6,16	6,92
Solo+ 8% cimento+ 20% resíduo	3,60	6,70	7,14	7,69
Solo+ 10% cimento+ 20% resíduo	3,82	7,42	8,05	8,37
Solo+ 6% cimento+ 40% resíduo	3,67	6,45	7,05	7,55
Solo+ 8% cimento+ 40% resíduo	3,85	7,91	8,59	9,25
Solo+ 10% cimento+ 40% resíduo	4,36	8,53	9,18	9,75

4. Discussão

Observa-se na Tabela 3 que a composição do solo com 40% de resíduo, em relação à massa do solo, resultou numa distribuição granulométrica bastante próxima daquela considerada ideal para a produção do solo-cimento, com a seguinte distribuição: 14,4% de argila; 10,6% de silte; 52,1% de areia fina; 20,7% de areia média; e 2,2% de areia grossa. Tem-se, então, 75% de areia e 25% da fração silte mais argila, sendo esses resultados bastante positivos.

Com relação à umidade ótima obtida nos ensaios de compactação, observa-se que em todas as composições analisadas houve uma pequena redução em função do incremento dos resíduos. Nas composições com 6% de cimento, obteve-se umidade ótima de 13% para o solo natural, de 11,7% para o solo com 20% de resíduo e de 11,1% para o solo com 40% de resíduo. É interessante observar que a adição de cimento ao solo tende a aumentar o valor da umidade ótima da mistura, o que de fato pode ser observado para o solo natural, em que o valor da umidade ótima variou de 12,7% (solo natural) para 13%. Observa-se, contudo que a adição do resíduo em estudo reduziu o valor da umidade ótima, sendo isto positivo para as propriedades do solo, como limites de consistência e massa específica, que estão diretamente relacionadas com a qualidade do solo-cimento.

Nota-se na Tabela 5 que a massa específica unitária seca máxima aumenta em função do aumento da quantidade de resíduo e de cimento incorporados ao solo, variando de 18,8 kN/m³ para 19,5 kN/m³. Certamente, quanto mais pesado, mais compacto será o material e isto terá influência positiva na resistência à compressão simples e na absorção de umidade.

Com relação aos limites de consistência, comparando-se o solo natural com a mistura de solo mais 40% de resíduo, nota-se na Tabela 2 que o valor do limite de liquidez diminuiu de 27,7% para 22,5%. Já o limite de plasticidade diminuiu de 18,3% para 15,6%. Estes resultados são bastante positivos e podem ser decisivos para a melhoria da qualidade do solo-cimento.

Com relação ao ensaio de retração, observa-se ainda na Tabela 2 que os valores diminuíram consideravelmente com o acréscimo do resíduo.

No ensaio com corpos-de-prova cilíndricos, Tabela 7, os resultados mostram que houve aumento considerável da resistência à compressão simples em função do aumento a quantidade de resíduo. Observa-se também que ocorre acréscimo de resistência com o aumento do tempo de cura. Os valores obtidos revelam que os corpos-de-prova com 10% de cimento e sem resíduo tiveram resistência média semelhante à dos corpos-de-prova com apenas 6% de cimento e 20% de resíduo, indicando haver possibilidade de redução no consumo de cimento. Os corpos-de-prova moldados com 6% de cimento e 40% de resíduo tiveram valores superiores de resistência em todas as idades quando comparados aos corpos-de-prova com 10% de cimento e sem resíduo. Com relação aos tijolos, verificou-se que todos os traços atenderam a NBR-8492 quanto à absorção, já que a norma especifica valor máximo de 20%. Nota-se decréscimos consideráveis nos valores de absorção conforme se adiciona maiores quantidades de resíduo. Quanto à resistência à compressão simples, os dois primeiros traços (solo + 6% de cimento e solo + 8% de cimento), conforme se observa na Tabela 6, não atenderam às prescrições da NBR 8492. Esta norma prescreve que o valor médio deve ser maior ou igual a 2,0 MPa aos 07 dias e que, no cálculo da média, apenas um dos valores individuais pode ter resistência inferior a 2,0 MPa, desde que seja igual ou superior a 1,7 MPa. Observa-se ainda na Tabela 6, que todos os corpos-de-prova com adição do resíduo atenderam aos requisitos mínimos das normas brasileiras, mostrando ainda, a ocorrência de ganhos consideráveis de resistência com o aumento no teor de resíduo.

5. Conclusões

Em vista das discussões apresentadas e dos resultados obtidos, conclui-se:

- Os resíduos de argamassa de cimento são uma excelente alternativa para melhorar as características dos solos, visando a sua aplicação na produção de tijolos de solo-cimento;
- A adição dos resíduos possibilitou melhores condições para se produzir tijolos com qualidade e pode significar redução no consumo de cimento;
- Os tijolos produzidos com a adição do resíduo de argamassa de cimento tiveram suas propriedades mecânicas melhoradas e todos atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas brasileiras;
- A fabricação de tijolos de solo-cimento é uma prática ecologicamente correta, pois dispensa o processo de cozimento, preservando o meio-ambiente.
- O aproveitamento dos resíduos pode contribuir no sentido de diminuir o enorme volume de material que, após ser rejeitado pelas obras, acaba muitas vezes sendo descartado de forma inadequada, prejudicando a natureza.

6. Agradecimentos: FAPESP

7. Referências

ALThERMAN, D. **Avaliação da durabilidade de concretos confeccionados com entulho de construção civil**. Relatório final de Iniciação Científica apresentado a FAPESP. UNICAMP, Campinas, 2002, 102p.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHM, V.M. **Materiais reciclados e sua aplicações**. IV Seminário: Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção civil. IBRACON-Instituto Brasileiro do Concreto. Comitê Técnico CT 206-Meio Ambiente. Anais. Pp 43-56, São Paulo-SP, 2001.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8491: **Tijolo maciço de solo-cimento**. Rio de Janeiro, 1984. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8492: **Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d' água**. Rio de Janeiro, 1984. 5p.

CEPED – CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO. **Manual de construção com solo-cimento**. Camaçari-BA, 1999. 147p. CEPED/ABCP.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2000. 102p.

JOHN, V.M. **Panorâmica sobre a reciclagem de resíduos na construção civil.** In: II seminário – Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON-Instituto Brasileiro do Concreto. Comitê Técnico CT 206-Meio Ambiente. Anais. São Paulo, 1999.

KASSAI, Y. **Barriers to the reuse of construction by products and the use of recycled aggregate in concrete in Japan.** *In:* Use of recycled concrete aggregate. DHIR, HENDERSON & LIMBACHIYA eds. Tomas Telford, 1998 p. 433-444

MATOS, G.; WAGNER, L. **Consumption of materials in the United States 1900 – 1995.** US Geological Survey, 1999, 9p.

OLIVEIRA, M.J.E.; ASSIS, C.S. **Estudo de resíduo de concreto para reciclagem.** . In: Congresso Brasileiro do Concreto, 43, 2001, Foz do Iguaçu. CDROM. Foz do Iguaçu: Instituto Brasileiro do Concreto, 2001.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189p.

TÉCHNE. **Números do desperdício.** Editora Pini, ed. 53 p. 30-33. São Paulo, 2001.

XAVIER, L. L e ROCHA, J. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil – início do caminho para o seu potencial do entulho.** IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil: materiais reciclados e suas aplicações, p. 57 – 63. São Paulo, 2001.