



“Bloco Verde”: reaproveitamento de resíduos da construção civil e de conchas de ostras e mariscos.

Bernadete Batalha Batista¹, Heloisa Regina Turatti Silva², Paola Egert³, Eng^o. Luiz Francisco T. Marcondes⁴, Eng^a. Ambiental Mara Viviane dos Santos⁵

¹ Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul (bbbbambiental@gmail.com)

² Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul (helofloripa2004@yahoo.com.br)

³ Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul (paola.ortiz@unisul.br)

⁴ Blocaus Pré-Fabricados LTDA (franciscomarcondes@blocaus.com.br)

⁵ Blocaus Pré-Fabricados LTDA (maravivianes@gmail.com)

Resumo

O crescimento populacional e o aumento da atividade industrial têm causado muitos problemas ambientais. Dentro desses problemas podemos destacar os resíduos gerados pela construção civil, que além de consumir cerca de 75% dos recursos naturais, muitas vezes são depositados ilegalmente em terrenos baldios, comprometendo a paisagem e agravando o problema urbano quando ocorrem enchentes. Outro problema que também merece destaque é a maricultura. O Estado de Santa Catarina é líder nacional na produção de ostras e mariscos. Nas baías Norte e Sul de Florianópolis cerca de 10 milhões de ostras e 5 mil toneladas de mariscos são produzidos. Os resíduos gerados pelas conchas destes moluscos são muitas vezes lançados ao mar, causando assoreamento. De acordo com esta produção anual, caso os resíduos sejam lançados ao mar, em 10 anos a previsão seria de 1 metro de assoreamento nestas baías, causando um grande desequilíbrio ecológico. Numa tentativa de minimizar esses problemas, está sendo realizada uma pesquisa com o reaproveitamento desses resíduos para a confecção de um bloco ecologicamente correto, o “Bloco Verde”. Embora a pesquisa esteja ainda sendo desenvolvida, este produto, apresentou uma resistência à compressão e uma absorção à água dentro dos limites permitidos pela Norma Brasileira.

Palavras-chave: Resíduos. Construção civil. Ostras e mariscos.

Área Temática: Tecnologias ambientais.

1 Introdução

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial, transformando os resíduos em graves problemas urbanos com um gerenciamento oneroso e complexo, considerando-se volume e massa acumulados, principalmente após 1980.

A construção civil é uma das atividades que mais contribui com ações que alteram o meio ambiente. Essas alterações ocorrem na fase de implantação da obra, execução dos serviços, confecção de artefatos, limpeza da obra, etc. Além disso, são gerados resíduos em toda a vida útil da construção: execução, manutenção, reforma, desocupação e demolição. Os resíduos gerados pela construção civil variam de 163 a mais de 3000 kg/hab. ano. No entanto, os valores típicos encontram-se entre 400 e 500 kg/ hab.ano, valor igual ou superior à massa



de lixo urbano. Partes significativas desses resíduos são depositadas ilegalmente, acumulam-se nas cidades, gerando custos e agravando problemas urbanos, como enchentes e tráfego (PINTO, 1999); comprometimento da paisagem, do tráfego de pedestres e de veículos; atração de resíduos não inertes; multiplicação de vetores transmissores de doenças (PINTO; 2001).

A reciclagem na construção civil pode gerar benefícios, como: redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados; redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem; redução do consumo de energia durante o processo de produção (JOHN, 2000); redução da poluição; por exemplo, para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno em substituição ao cimento portland (JOHN, 1999).

Outro problema encontrado em regiões com produção de maricultura, como o caso do Estado de Santa Catarina, é o resíduo das conchas de ostras e mariscos, que muitas vezes são depositados clandestinamente em terrenos baldios ou depositados no mar, causando graves problemas ambientais.

De acordo com a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) (2007) o Estado de Santa Catarina foi responsável pela produção de 11.604,5 toneladas de mariscos e 3.152,4 toneladas de ostras no ano de 2006. Entretanto, depois do consumo destes moluscos, a maior parte das conchas descartadas é jogada em terrenos baldios ou no fundo do mar, provocando impactos nesses ambientes. Apenas em Ribeirão da Ilha, maior região produtora do marisco no estado, são geradas cerca de 16 toneladas de conchas por mês, quantidade que pode triplicar no verão (SANT'ANNA; 2006). O acúmulo das conchas no fundo do mar pode tornar as baías mais rasas e, assim, impedir a circulação de água, prejudicando a própria maricultura, que necessita de água limpa. No caso dos resíduos descartados em terrenos baldios, a matéria orgânica pode atrair animais e insetos transmissores de doenças (ratos, baratas, moscas, etc.) e provocar mau cheiro.

Este trabalho buscou uma solução para os problemas dos resíduos da construção civil e das conchas de maricultura. Neste sentido estudou-se a viabilidade da utilização destes resíduos em um Bloco ecologicamente correto, o “Bloco Verde”, que altera o traço do bloco convencional, incorporando estes materiais.

2 Metodologia

O presente trabalho foi realizado no centro de reciclagem da empresa Blocus Pré Fabricados, localizada no município de Biguaçu – SC, através de uma parceria feita com a Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, campus da Ponte do Imaruim, situada no município de Palhoça – SC.

Os resíduos reciclados são os da quebra de blocos e pavimentos da empresa Blocus juntamente com conchas de ostras e mariscos oriundas de uma maricultura situada no Ribeirão da Ilha, Florianópolis – SC. Esses resíduos foram triturados (Figura 1 e Figura 2) e posteriormente as conchas foram separadas de acordo com a granulometria (Figura 3 e Figura 4).



Figura 1 - Processo de trituração de conchas de ostras e mariscos.



Figura 2 - Triturador de resíduos



Figura 3 – separação por granulometria das conchas de ostras



Figura 4 – separação por granulometria das conchas de mariscos



Figura 5 – Mistura dos agregados

Após a mistura dos agregados (Figura 5), foram confeccionados blocos e pavimentos com três tipos de incorporações de resíduos diferentes.

Na primeira amostragem foram misturados resíduos da quebra dos blocos de concretos convencionais, substituindo parte do cimento e da areia média.

Na segunda foram misturados 25% de resíduos da quebra dos blocos de concretos, mais 30% de pó de conchas de ostras, substituindo parte do cimento, da areia fina e média e do pó de pedra e pedrisco.

Na terceira amostragem foram misturados 25% de resíduos da quebra dos blocos de concreto, mais 30% de resíduos de cascas de marisco, substituindo parte do cimento, da areia fina e média e do pó de pedra e pedrisco.

Para verificar as características do novo material, foram realizados ensaios de Resistência à Compressão e de Absorção de Água.

Resistência à Compressão

Os testes de resistência à compressão foram realizados segundo a norma ABNT NBR 12118, de 23.10.2006, na máquina do sistema de ensaio EMIC.



Para blocos e pavimentos, são necessários no mínimo três testes de resistência à compressão: o primeiro com 3 dias de secagem, o segundo aos 7 de secagem e finalmente com 28 dias. A resistência à compressão (em MPa) de peça é obtida dividindo-se a carga (em N) pela área de carregamento (em mm²), multiplicando-se o resultado pelo fator “p”, função da altura da peça, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Fator multiplicativo “p”

<i>Altura Nominal da Peça (mm)</i>	<i>Fator multiplicativo “p”</i>
60	0,95
80	1,00
100	1,05

Fonte: NBR 9780/1987, da ABNT.

Absorção de água

O ensaio de absorção de água verifica o percentual de água absorvido pela amostra, ou seja, o quanto o pavimento ou bloco de concreto é impermeável ou não à penetração de água.

Essa característica está diretamente relacionada à segurança das construções que, devido ao acréscimo imprevisto de peso dos blocos sobre as estruturas, podem vir a desabar, colocando em risco a vida dos usuários dessas habitações. Além disto a absorção de água excessiva provoca o saturação da argamassa de assentamento, com a conseqüente retração desta argamassa e o aparecimento de fissuras que permitirão a entrada de água para dentro do vazio do bloco.

Para se obter o índice de absorção, os blocos e pavimentos são pesados para obtenção do peso seco e posteriormente colocados em uma estufa por um período de 24 horas, e pesados. Em seguida, são mergulhados em água por mais 24 horas e novamente são pesados, para obtenção do teor de umidade, pelo cálculo:

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100, \text{ onde: } \left\{ \begin{array}{l} - A \text{ é a absorção;} \\ - m_1 \text{ é o peso do bloco} \\ \text{seco} \\ - m_2 \text{ é o peso do bloco} \\ \text{mergulhado em água} \end{array} \right.$$

A determinação da Absorção de Água em Pavimentos Intertravados foi realizada de acordo com as normas da ABNT NBR 9780 e 9781, que tratam da especificação de peças de concretos para pavimentação e determinação da resistência à compressão e do método de ensaio.

Segundo o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (2007) os parâmetros esperados de absorção de água para valores médios em pavimentos é de 10%, e de 15% para valores individuais. E para os blocos de concreto o valor esperado é de até 10%.

3 Análise dos Resultados

Foram feitas análises em dois tipos de moldes, o bloco e o pavimento intertravado, para verificar o efeito das incorporações nestes materiais.

BLOCO DE CONCRETO

Na tabela 2 são apresentados os resultados dos ensaios feitos nos blocos com incorporação de resíduo de quebra de blocos, resíduos de quebra de blocos e concha de ostras



e resíduo de quebra de blocos e concha de mariscos. Além disso, são apresentados também os resultados dos ensaios no bloco convencional, fabricado pela empresa, para efeito de comparação nos três estágios de análise (3, 7 e 28 dias). Sendo que o esperado é que se obtenha uma resistência de 65% em 3 dias e de 80% em 7 dias.

O bloco convencional se enquadra na categoria bloco estrutural com resistência de 3,0 MPa.

Para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos foram feitas 5 repetições de cada ensaio, e apresentada a média aritmética.

Tabela 2 – Resultado dos testes de Resistência a Compressão em blocos

AMOSTRA TESTE	Resistência à compressão (MPa)		
	3 dias	7 dias	28 dias
Bloco de Referência BLOCAUS	3,14	3,62	3,82
Bloco verde composto com resíduo de quebra de blocos de concreto (100%)	2,04	2,38	2,6
Bloco verde composto com resíduo de conchas de Ostras (30%) + 25% de resíduo e quebra de blocos de concreto.	2,28	2,52	2,78
Bloco verde composto com resíduo de conchas de mariscos (30%) + 25% de resíduo de quebra de blocos de concreto	2,56	2,78	2,88

Pode-se observar que os valores de compressão ficaram abaixo dos valores obtidos no bloco fabricado convencionalmente pela empresa, sendo que o novo bloco não se enquadra na categoria de bloco estrutural (resistência 3 MPa). Mas os valores obtidos nos testes de compressão realizados nos blocos com incorporações mostrou que o produto criado se enquadra na categoria classe D - blocos de vedação sem função estrutural, onde a resistência exigida é 2.0 MPa.

Além disso, pode-se observar também que a presença das cascas de ostras e mariscos confere valores melhores de resistência a compressão em relação àqueles que só possuíam resíduos de construção civil.

A tabela 3 apresenta os resultados de absorção de água efetuada nos blocos.

Tabela 03 – Resultado do teste de absorção



AMOSTRA TESTE	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
Bloco de Referência BLOCAUS	9,9%
Bloco verde composto com resíduo de quebra de blocos de concreto (100%)	9,8%
Bloco verde composto com resíduo de conchas de Ostras (30%) + 25% de resíduo e quebra de blocos de concreto.	9,6%
Bloco verde composto com resíduo de conchas de mariscos (30%) + 25% de resíduo de quebra de blocos de concreto	9,9 %

A absorção de água para blocos de concreto esperada é de até 10%; pode-se observar que todas as amostras apresentaram valores dentro da norma, indicando que os blocos podem ser usados na construção civil.

Em função desses resultados os blocos foram batizados como “BLOCO VERDE”. Este novo material que altera o traço do bloco convencional e incorpora resíduos que agridem o meio ambiente, trata-se de um bloco ecológico, que agrega vantagens econômicas, sociais e ambientais. A figura 6 apresenta uma foto dos blocos verdes



Figura 6 – Foto dos “BLOCOS VERDES”

PAVIMENTO INTERTRAVADOS

Na Tabela 4 são apresentados os resultados dos ensaios feitos nos pavimentos com incorporação de resíduo de quebra de blocos, resíduos de quebra de blocos e concha de ostras e resíduo de quebra de blocos e conchas de mariscos. Além disso, são apresentados também os resultados dos ensaios no pavimento convencional, fabricado pela empresa, para efeito de comparação nos três estágios de análise (3, 7 e 28 dias).

O pavimento convencional se enquadra na categoria pavimentos com resistência de 25 MPa, destinados a realização de passeios e pátios de circulação de veículos de tráfego leve.



Tabela 4 – Resultado dos testes de resistência a compressão em pavimentos intertravados

AMOSTRA TESTE	Resistência a compressão (MPa)		
	3 dias	7 dias	28 dias
Pavimento de Referência BLOCAUS	25,04	24,96	35,56
Pavimento verde composto de Resíduo de quebra de blocos	16,36	17,16	20,48
Pavimento verde composto de resíduo de quebra de blocos e conchas de ostras (30%) + 25% de resíduo de quebra de blocos	21,6	22,8	25,44
Pavimento verde composto de resíduo de quebra de blocos e conchas de mariscos (30%) + 25% de resíduo de quebra de blocos de concreto	22,32	24,78	28,9

De acordo com os resultados apresentados para cura de 28 dias, pode-se verificar que os pavimentos compostos de resíduos de quebra de blocos, não se enquadram na categoria de pavimentos para realização de passeios e pátios de circulação de veículos de tráfego leve. Nestes casos a resistência requerida é de 25 MPa. Já os outros pavimentos com resíduo de cascas de marisco e conchas de ostras alcançaram a resistência requerida.

A tabela 5 apresenta os resultados de absorção de água efetuada nos pavimentos Intertravados.

Tabela 5 – Resultado do teste de absorção

AMOSTRA TESTE	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
Pavimento de Referência BLOCAUS	10%
Pavimento verde composto com resíduo de quebra de blocos de concreto (100%)	12%
Pavimento verde composto com resíduo de conchas de Ostras (30%) + 25% de resíduo e quebra de blocos de concreto.	9%
Pavimento verde composto com resíduo de conchas de mariscos (30%) + 25% de resíduo de quebra de blocos de concreto	8%

Os resultados apresentados mostram que os pavimentos com incorporação de ostras e mariscos apresentam resultados de absorção bem abaixo do esperado (15%), indicando que a presença da incorporação desses resíduos pode melhorar as propriedades do material.

A foto 7 apresenta os pavimentos verdes intertravados.



Figura 7 - "Pavimentos Verdes Intertravados"



Outros ensaios precisam ser feitos para verificar a viabilidade de utilização destes blocos no mercado. Ensaios de reconstituição de traço e abrasão, estão em fase de elaboração, mas uma previsão será de que estes materiais tenham a vida útil entre 100 e 250 anos, com uma abrasão de 0,1 mm a cada 10.000 passadas pedestres.

A carbonatação ou eflorescência, que é causada pelo carreamento do carbonato de cálcio, com a penetração da água nas peças, não ocorreu, nem nos blocos nem nos pavimentos deixados ao tempo, sujeitos a sol e chuvas durante 4 (quatro) meses, isto devido a baixa absorção de umidade das peças. Também por este motivo se elimina a possibilidade de lixiviação dos componentes tidos como prejudiciais ao meio ambiente, saídos das peças para o solo e, por conseguinte, para o lençol freático e artesiano.

4 Conclusão

Os blocos feitos com incorporação de resíduos de construção civil e conchas de ostras e mariscos apresentaram valores de resistência compatíveis com a categoria classe D - blocos de vedação sem função estrutural, onde a resistência exigida é 2.0MPa.

Todas as amostras dos blocos de concreto apresentaram valores de absorção dentro da norma (10%), indicando que os blocos podem ser usados na construção civil.

Os pavimentos fabricados apenas com a incorporação de resíduos de quebra de blocos não alcançaram a resistência de 25MPa, para realização de passeios e pátios de circulação. Já aqueles com incorporação de ostra e marisco apresentaram excelentes resultados para esta categoria.

Os resultados de absorção de água das amostras de pavimentos que continham cascas de ostras e marisco apresentaram valores bem abaixo da norma, indicando que pode-se melhorar as propriedades do material convencional.

7 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1218: Métodos de Ensaio para Análise Dimensional e Determinação da Absorção de Água, da Área Líquida e da Resistência à Compressão e da Retração por Secagem, em Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182: Teor de Umidade.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria.** ABNT, 23/10/2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9780: Peças de concreto para pavimentação, determinação da resistência à compressão.** ABNT, mar/1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781: Especificação de resistência à compressão em pavimentos intertravados.** ABNT, mar/1987.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** [Artigo] Disponível no site: http://www.recycle.pcc.usp.br/ftp/artigo%20IV_CT206_2001.pdf acessado em 13 jan de 2008.



CARNEIRO, A. P.; OLIVEIRA, A. M. V; QUADROS, B. E. C.; et al. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: Projeto Entulho Bom.** Salvador, 2001.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA – EPAGRI – Artigos - Disponível em: <http://www.epagri.rct-sc.br/> acesso em 13 jan. 2008.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. [Artigo]. Disponível no site: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf> acessado em 13 jan de 2008.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. **Gestão de Resíduos da Construção Civil.** [Artigo] Universidade Federal de Santa Catarina; outubro de 2004.

ROCHA, J.C.; CHERIAF, M. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Coletânea Habitare.** Disponível no site: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/127.pdf>. Acessado em 12 jan. de 2008.

TURECK, C. R.; OLIVEIRA, T. N. DE. **Sustentabilidade ambiental e maricultura.** [Artigo] Universidade da Região de Joinville; dezembro de 2003. Disponível no site: http://www.univille.net/arquivos/1585_SustentabAmbMaricult.pdf acessado em 12 jan. de 2008.

