

Desenvolvimento de blocos translúcidos para utilização na construção civil

Development of translucent blocks for use in civil construction

Bernardo Tutikian

bftutikian@unisinos.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, itt Performance

Leandro Marquette

leandro.marquette@gmail.com

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

RESUMO - O concreto translúcido começa a aparecer nas publicações e nos laboratórios de pesquisa do Brasil e do mundo. É um material com grande potencial sustentável, mas que ainda não é produzido em larga escala no Brasil, em parte pelo desconhecimento da maioria da população e da comunidade técnica e em parte pelo seu elevado custo. A partir disto, este trabalho pretende desenvolver um bloco translúcido com execução diferente dos desenvolvidos até agora, que permita uma produção em escala, utilizando fibras dispostas aleatoriamente e reduzindo custos. Foram analisadas propriedades mecânicas e de absorção dos blocos, para comprovar sua viabilidade técnica. Observou-se que os blocos apresentaram resistência acima do esperado, chegando a 61,5 MPa, além de baixa absorção capilar, não superior a 0,39% do volume, em 90 minutos de ensaio.

Palavras-chave: bloco translúcido, fibras ópticas, propriedades mecânicas.

ABSTRACT - Translucent concrete begins to appear in publications and research laboratories in Brazil and the world. It is a material with a high potential development, but that is not produced in large scale in Brazil, partly because it is not known by the majority of the population and the technical community and in part due to its high cost. Based on this finding, this work intends to develop a translucent block with an execution that is different from the ones developed so far, allowing a large scale production, using randomly arranged fibers and reducing costs. The mechanical properties and absorption of the blocks were analyzed to prove their technical feasibility. It was observed that the blocks presented a resistance above the expected one, up to 61.5 MPa, and low capillary absorption, not exceeding 0.39% of the volume, in a 90 minute test.

Keywords: translucent block, optical fibers, mechanical properties.

Introdução

O bloco de concreto translúcido foi desenvolvido em 2001 pelo arquiteto húngaro Aron Losonczi e atualmente é produzido em escala comercial pela empresa LiTraCon (*Light-Transmitting Concrete*). É constituído de fibra óptica e concreto. Foi desenvolvido no Brasil entre 2008, na Universidade de Sobral, no Ceará, e 2009, no Centro Universitário Univates, em Lajeado, no Rio Grande do Sul e, desde 2010, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), Rio Grande do Sul.

Já não é mais preciso ter visão de raio-X para enxergar através das paredes (Rigues, 2004). Foi desta maneira que se começou a noticiar no Brasil a existência de um bloco de concreto que permitisse a passagem de luz de uma extremidade à outra. O produto é formado por 95% de concreto normal e 5% de fibra óptica (*Gazeta do Povo*, 2008). Se produzido em larga escala, o material

poderia ser utilizado para compor paredes de vedação arquitetônica (Faria, 2009).

O concreto translúcido é a combinação de materiais convencionais, como o cimento, a brita, a areia e a água, com fibras ópticas (Coelho, 2010). A execução dos blocos de concreto não é complicada, porém, deve-se atentar para pontos importantes que tornam o material translúcido (Tutikian *et al.*, 2010). O concreto translúcido vem sendo desenvolvido desde 2001, e ainda há muito a se estudar. Ainda não foram analisados fatores importantes, como resistência, durabilidade e estanqueidade, nem mesmo a execução de uma parede foi feita a fim de se testar sua estabilidade estrutural e estanqueidade.

Este produto pode ser produzido tanto *in loco* quanto pré-fabricado, porém não se tem conhecimento de produção *in loco*, apenas da fabricação em laboratórios ou empresas.

O concreto translúcido ainda permite a interação do público com os elementos em concreto, tornando o ambiente dinâmico. Isto ocorre, por exemplo, quando se tem uma árvore entre a fonte natural de luz e uma parede em concreto translúcido. Com o passar das horas a sombra da árvore vai mudando de posição na parede, passando a impressão de que o conjunto está em movimento (Tutikian et al., 2010, p. 3).

As técnicas desenvolvidas para a produção do bloco de concreto translúcido demandam um grande tempo para a produção de poucas peças. Nas técnicas desenvolvidas até agora no Brasil, as fibras são costuradas entre duas placas de acrílico perfuradas. Este processo leva em média três dias para a produção de um bloco por uma pessoa, no processo desenvolvido pela Univates. Ainda após a primeira concretagem, as fôrmas necessitam ser limpas e os pontos desobstruídos, aumentando ainda mais o tempo para a costura das fibras. A desforma também é demorada, pois as fibras precisam ser cortadas entre a fôrma e o bloco; por vezes, este processo danifica ou inutiliza as fôrmas de acrílico. Tudo isto impacta a produtividade e o custo do material, dificultando sua inserção no mercado.

Por isso, neste trabalho foi estudada uma forma alternativa de produção dos blocos, através da inserção aleatória das fibras no concreto convencional. Assim, as fibras ópticas são simplesmente adicionadas à mistura, tornando o acabamento difuso e surpreendente. A produção dos blocos translúcidos fica facilitada, havendo uma redução do custo com fôrmas, um reaproveitamento maior, desforma mais rápida, limpeza facilitada e maior velocidade e quantidade de blocos por concretagem.

Objetivos

O objetivo deste artigo é desenvolver um bloco translúcido com a disposição aleatória das fibras e acabamento uniforme.

Como objetivos secundários têm-se:

- (i) verificar a interferência da fibra óptica na resistência à compressão e à tração do bloco;
- (ii) verificar a resistência à compressão do prisma para conhecer as funções que o bloco pode desempenhar numa edificação, se apenas para vedação ou também como estrutura;
- (iii) verificar a absorção de água por capilaridade e total do bloco para atestar a estanqueidade, para o mesmo ser utilizado em paredes externas da edificação.

Desenvolvimento

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram analisados os blocos desenvolvidos pela empresa húngara LiTraCon (Figura 1), pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (Figura 2) e pela Univates (Figura 3). Com esta



Figura 1. Bloco de concreto translúcido produzido pela LiTraCon.

Figure 1. Translucent concrete block produced by LiTraCon.

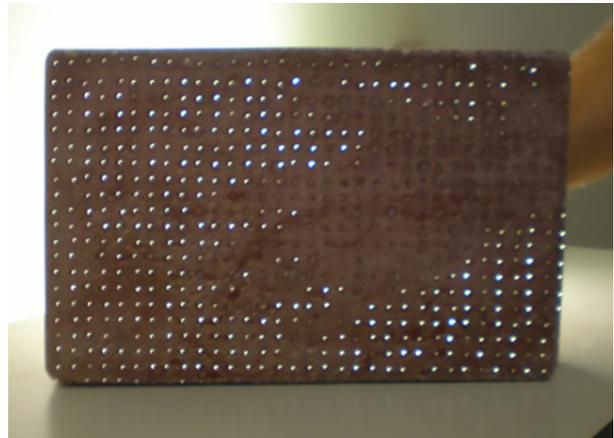


Figura 2. Bloco de concreto translúcido produzido pela Universidade Estadual Vale do Acaraú.

Figure 2. Translucent concrete block produced by the University of Vale do Acaraú.

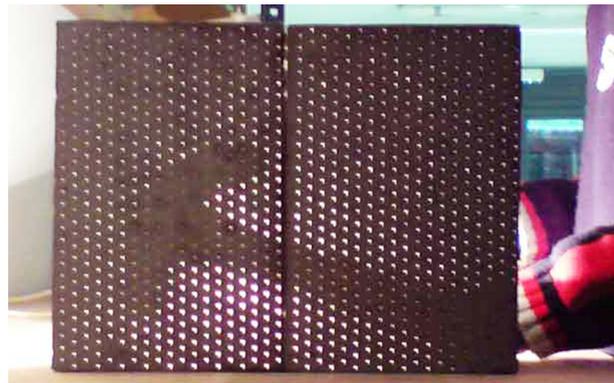


Figura 3. Bloco de concreto translúcido produzido pela Univates.

Figure 3. Translucent concrete block produced by Univates.

comparação, ficou claro que o bloco desenvolvido no Brasil é diferente do produzido na Hungria.

Com a comparação, constatou-se que o bloco produzido pela empresa húngara LiTraCon era cortado e as fibras eram aplicadas de maneira aleatória, ao contrário dos pontos reticulados dos blocos da UVA (Universidade Estadual Vale do Acaraú) e da Univates.

Para este trabalho, então, foi produzido um pequeno bloco, em que as fibras foram aplicadas durante a concretagem da peça. Após curado, o bloco foi cortado com uma serra mármore policorte com disco diamantado, e se obteve característica similar ao bloco da LiTraCon, conforme Figura 4.

Formulou-se um traço de concreto para uma nova concretagem, com mais fibras. Após testes de traço, optou-se por substituir o concreto (Figura 5) por argamassa (Figura 6), para oferecer um acabamento uniforme ao bloco, diferente de todos os blocos de concreto produzidos até então.



Figura 4. Primeiro bloco de concreto translúcido produzido com fibras aleatórias para este artigo.

Figure 4. First translucent concrete block produced with random fibers for this article.

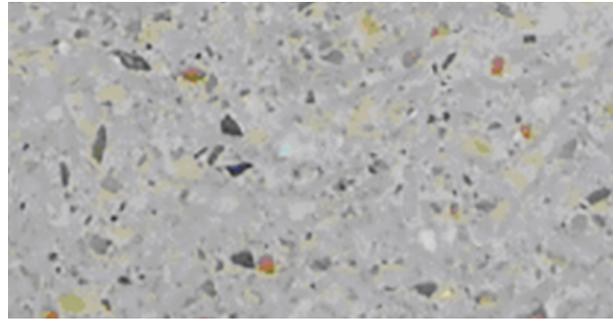


Figura 5. Bloco de concreto translúcido produzido pela LiTraCon.

Figure 5. Translucent concrete block produced by LiTraCon.



Figura 6. Bloco translúcido de argamassa.

Figure 6. Translucent block of mortar.

Com os resultados satisfatórios do bloco de argamassa, partiu-se para a definição de um traço e a produção de corpos de prova para verificação do desempenho dos blocos translúcidos. Foi utilizado cimento CP-V-ARI, areia média, areia fina, aditivo superplastificante de 3ª geração e água da rede pública. Foram moldados blocos sem adição de fibra óptica (referência), com adição de 2% da massa total do bloco de fibra óptica, 3% e 4% (Figura 7).

Apesar de serem praticamente os mesmos materiais, com exceção da brita nº 0, foram usadas formas diferentes (Figura 8). Para a produção destes blocos não é preciso fôrmas de acrílico nem furos nas fôrmas, não havendo necessidade de entrelaçar a fibra óptica antes da concretagem, o que torna o processo mais ágil, garantindo uma redução no custo da mão de obra para produção.

Foram concretados blocos com tamanho inicial (Figura 9) de 27x30x22 cm; depois de curados, os blocos foram colocados em câmara úmida, com temperatura e umidade controladas durante sete dias. Ao final deste período, foram extraídos corpos de prova de 5x30x20 cm para os ensaios de resistência à compressão do bloco (Figura 10) e do prisma e corpos de prova de 4x4x16 cm para os ensaios de absorção por capilaridade, tração na flexão e compressão de argamassas.

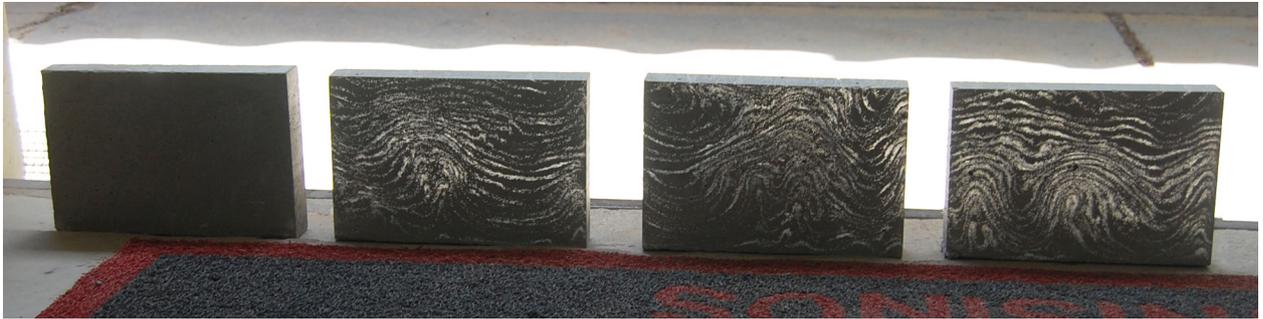


Figura 7. Blocos translúcidos: bloco referência, com 2% de fibra do volume total, com 3% do volume total e 4% do volume total, da esquerda para a direita.

Figure 7. Translucent blocks: reference block, with 2% of the total fiber volume, with 3% of the total volume and 4% of the total volume, from left to right.



Figura 8. Fôrma utilizada para a concretagem dos blocos translúcidos.

Figure 8. Formwork used for the concreting of translucent blocks.



Figura 10. Bloco translúcido para ensaio de resistência à compressão do bloco.

Figure 10. Translucent block for strength test.



Figura 9. Bloco translúcido antes do corte.

Figure 9. Translucent block before cutting.

Após, foram realizados os ensaios de resistência à compressão da argamassa, resistência à compressão do bloco, resistência à compressão do prisma, resistência à tração na flexão aos 14 dias e absorção por capilaridade e absorção total da argamassa aos 21 dias.

Apresentação e análise dos resultados

Resistência à compressão da argamassa

O ensaio de resistência à compressão foi realizado conforme a NBR 13279/05 (ABNT, 2005a)– Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão. Foi demonstrado que há uma redução da resistência à compressão quando se utiliza fibra óptica nos blocos. Ainda assim, foram atingidas grandes resistências à compressão, muito superiores às dos materiais convencionais usados na construção civil. Na Figura 11 estão os resultados.

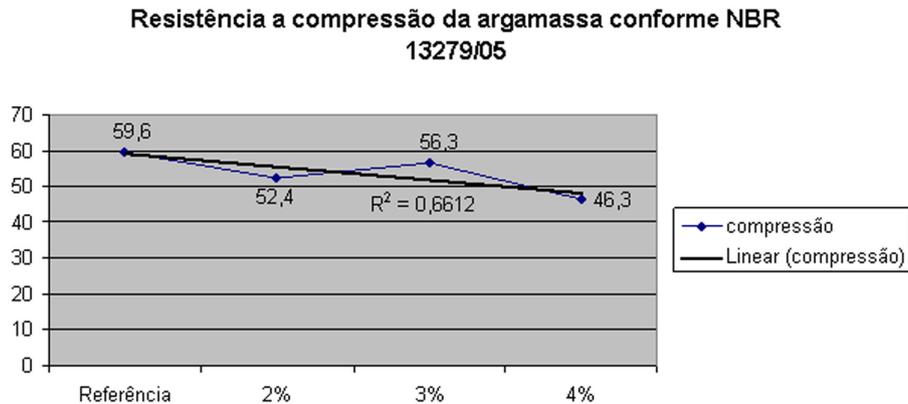


Figura 11. Resistência à compressão da argamassa.

Figure 11. Strength of the mortar.

Resistência à compressão do bloco

Os ensaios de resistência à compressão do bloco foram realizados conforme a NBR 7185/92 (ABNT, 1992) – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão. Tomou-se por base esta norma por tratar de matéria-prima similar ao material utilizado para produzir os blocos translúcidos.

O rompimento do bloco referência ocorreu de forma diferente dos demais, pois os com fibras apresentaram ruptura brusca, já o bloco referência se partiu perpendicularmente ao sentido em que as fibras passariam, enquanto que os demais blocos tiveram a ruptura paralela às fibras, e nunca atravessando todo o bloco, como ocorreu no referência.

Ao contrário do que se imaginava, as fibras ópticas auxiliaram na estabilidade e resistência do bloco, transmitindo o carregamento e se aderindo à pasta de argamassa, evitando que fragmentos se soltassem em caso de colapso estrutural.

A Figura 12 apresenta os resultados da resistência à compressão do bloco. Apesar da diferença de resultados, fica claro que o material pode ser utilizado como elemento estrutural e não apenas de vedação. Acredita-se que esta variação de até 10 MPa entre uma amostra e outra seja devida ao corte do bloco, em equipamento sem a exatidão necessária.

Devido à técnica utilizada para o corte dos blocos e ao resultado obtido, é impossível avaliar se a adição de fibras ópticas tem relação direta com a resistência do bloco.

Resistência à compressão do prisma

Os ensaios de resistência à compressão do prisma foram reproduzidos conforme a NBR 8125/83 (ABNT, 1983) – Prisma de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão.

Da mesma forma como no ensaio para resistência à compressão do bloco, tomou-se esta norma como base, pois a matéria-prima dos materiais se assemelha. Porém, para o ensaio de prisma dos blocos translúcidos, o material para o assentamento foi silicone em forma pastosa, com uma fina camada entre os blocos. Como o bloco translúcido possui um forte apelo estético, propôs-se a utilização de “juntas secas”, reduzindo a uma espessura mínima as juntas. Assim, quando pronta, uma parede de blocos translúcidos aparentará ser uma peça única e não uma série de blocos, assentados uns sobre os outros. O silicone foi utilizado com o objetivo de colar uma peça a outra, pois se trata de peças um tanto esbeltas para o tamanho que possuem e para a altura de paredes.

Assim como no ensaio do bloco, houve a ruptura brusca em todos os blocos ensaiados, mas apenas o prisma referência apresentou a perda de fragmentos após a ruptura (Figura 13); os demais prismas romperam-se, mas os fragmentos não se soltaram dos blocos (Figura 14). Como no bloco, as fibras aderiram à pasta e impediram que os fragmentos se soltassem. Esta é uma grande vantagem para paredes estruturais.

Observam-se, na Figura 15, os resultados de resistência à compressão dos prismas de concreto translúcido.

Comparando os resultados da resistência à compressão dos blocos com os prismas, constata-se que não há um padrão na perda de resistência; provavelmente esta disparidade se deve ao corte irregular dos blocos.

Resistência à tração na flexão da argamassa

Para determinar a tração na flexão utilizou-se a NBR 13279/05 (ABNT, 2005a) – Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão.

Como pode ser visto na Figura 16, quanto maior o percentual de fibras ópticas no bloco, menor a resistência

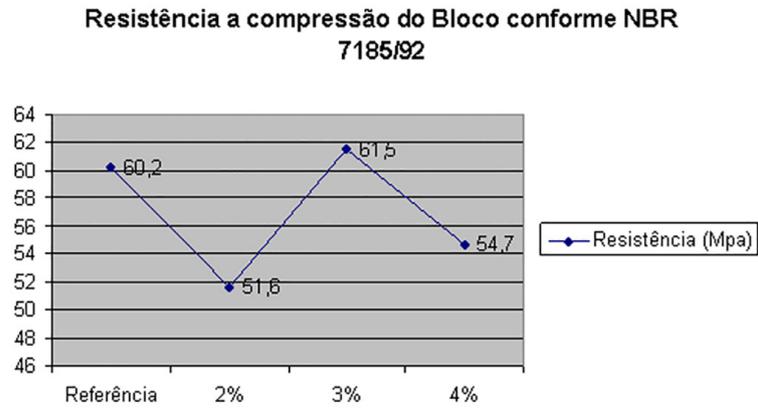


Figura 12. Resistência à compressão do bloco.
Figure 12. Strength of the block.



Figura 13. Prisma referência após a ruptura; fragmentos dos blocos se soltaram.
Figure 13. Reference prism after the break, block fragments came loose fragments.



Figura 14. Prisma com fibra óptica após a ruptura; não houve perda de fragmentos.
Figure 14. Prism with optical fiber after the break; no loss of fragments.

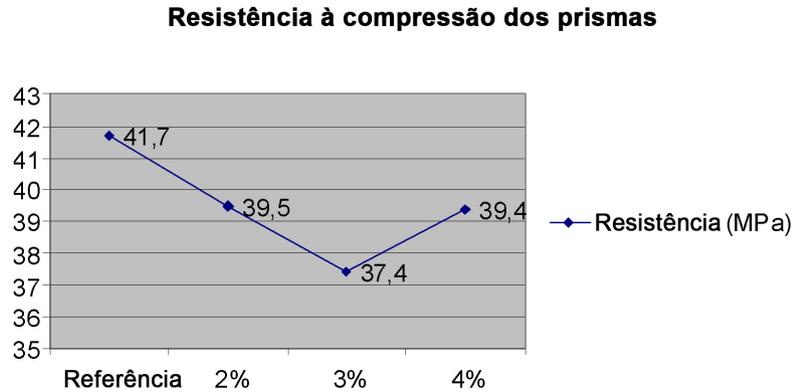


Figura 15. Resistência à compressão do prisma.
Figure 15. Strength of the prism.

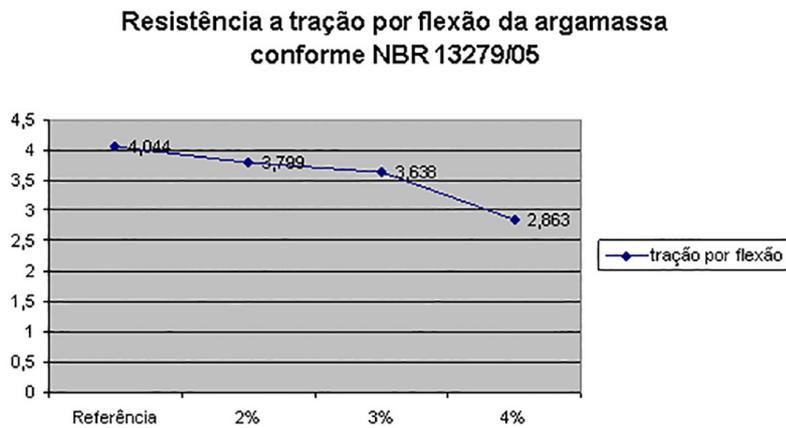


Figura 16. Resistência à tração na flexão da argamassa.
Figure 16. Tensile flexion strength of the mortar.

à tração na flexão. Fica clara a influência da fibra óptica na resistência à tração dos corpos de prova. Em todos os ensaios dos corpos de prova com fibra óptica, o bloco se rompeu onde havia camada com concentração de fibras ópticas (Figura 17).

Porém, observa-se que os valores de todos os blocos são adequados para utilizações na maioria das necessidades.

Absorção por capilaridade

Tomou-se como base a NBR 15259/05 (ABNT, 2005b) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Mas, devido aos materiais utilizados neste trabalho, mais especificamente a fibra óptica, adotou-se temperatura mais branda para a secagem das amostras, de 60°C +/- 5°C durante 168 horas; após, as amostras foram pesadas até a constância

de massa. Pela Tabela 1, pode-se afirmar que os blocos possuem uma baixa permeabilidade; após 90 minutos de ensaio, os corpos de prova apresentavam pequena diferença de massa em comparação com a medição feita aos 10 minutos de ensaio.

Como visto na Tabela 1, os blocos possuem permeabilidade pequena; em 90 minutos, o corpo de prova que mais absorveu água, foi o com 4% de fibra óptica, com 2,2 gramas, equivalente a 0,39% da massa do corpo de prova. De certa forma, a comparação não pode ser feita diretamente com argamassas convencionais, porém, o bloco translúcido pode ficar exposto às mesmas situações que uma argamassa de revestimento e é de suma importância que ele absorva o mínimo possível de água, devido à impossibilidade de pintura do material. Argamassas com um traço convencional apresentam percentual de absorção de 16,9% em média (Metz, 2008), ou seja, cerca de 40 vezes mais absorção que a argamassa deste trabalho.

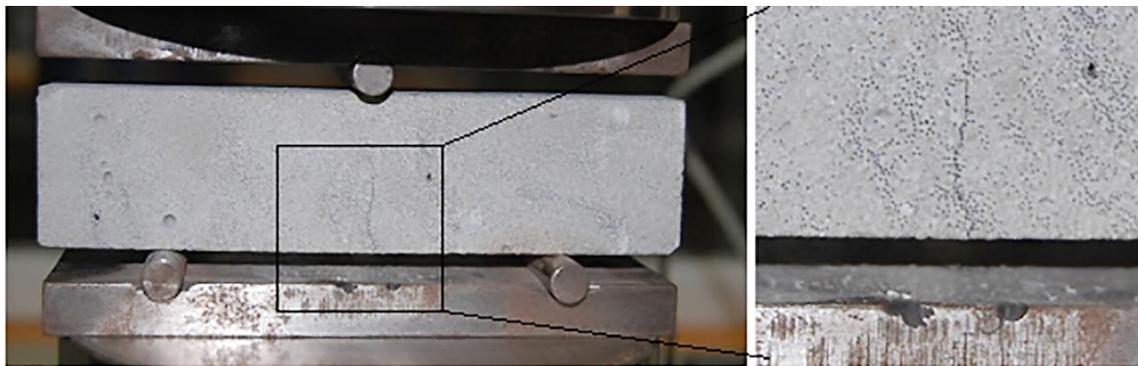


Figura 17. Corpo de prova após a ruptura; é possível ver que a ruptura ocorreu onde havia maior concentração de fibras.
Figure 17. Specimen after the break; it is possible to see that the rupture occurred where there was a greater concentration of fibers.

Tabela 1. Medição dos corpos de prova de argamassa no ensaio de absorção por capilaridade.
Table 1. Measurement of mortar specimens in the capillary absorption test.

	Absorção por capilaridade (g/cm ²)				Média (g/cm ²)
	Referência	2% fibra	3% fibra	4% fibra	
10 min	0,04375	0,03125	0,04375	0,05625	0,04375
90 min	0,10625	0,09375	0,1	0,1375	0,109375

Considerações finais

Os blocos translúcidos possuem um grande campo de aplicação na construção civil, no Brasil e no mundo; a sua utilização, quando bem empregada, pode reduzir custos com iluminação artificial sem reduzir a privacidade dos ambientes. É um produto não apenas de decoração, mas que também oferece segurança e iluminação.

Como proposto, conseguiu-se desenvolver um bloco translúcido com um acabamento superficial uniforme para produção em escala industrial. Porém, como era esperado, o percentual de fibras incorporadas afeta diretamente as propriedades dos blocos translúcidos.

Ao contrário do apresentado em outros trabalhos técnicos, é também um material que pode ser utilizado como estrutura, reduzindo, inclusive, etapas de uma obra. Com este material, pode-se apenas erguer a alvenaria de blocos translúcidos e assentar a estrutura horizontal das edificações, como lajes e forros sobre as paredes.

Ainda há muito a se estudar sobre os blocos translúcidos. Como é um material com cunho sustentável, estudos poderiam ser feitos quanto à adição de agregados miúdos de RCD e substituição de agregados naturais por agregados de RCD, quanto à substituição de fibras ópticas novas por resíduos de fibras provenientes de cabeamento

da rede lógica e de telefonia. E podem ser realizados ajustes no traço para reduzir o alto consumo de cimento, sem consideráveis perdas de resistência.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 1992. *ABNT NBR 7185. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão*. Rio de Janeiro, ABNT, 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 1983. *ABNT NBR 8125. Prisma de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão*. Rio de Janeiro, ABNT, 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2005a. *ABNT NBR 13279. Argamassa para assentamento de paredes e revestimentos de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão*. Rio de Janeiro, ABNT, 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2005b. *ABNT NBR 15259. Argamassa para assentamento e revestimentos de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade*. Rio de Janeiro, ABNT, 3 p.
- COELHO, F.C.A. 2010. Desenvolvimento e aplicação do concreto translúcido. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 52, Fortaleza, 2010. *Anais...* Fortaleza, IBRACON, p. 612-619.
- FARIA, R. 2009. Alunos da UNIVATES-RS reproduzem concreto translúcido. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/alunos-da-univates-rs-reproduzem-concreto-translucido-153607-1.asp>. Acesso em: 18/01/2011.

GAZETA DO POVO. 2008. Concrete Show – Edição 2008 do evento traz concreto translúcido. Disponível em: <http://incorporacaoimobiliaria.com/2008/09/03/concrete-show-edicao-2008-do-evento-traz-concreto-translucido/>. Acesso em: 16/01/2011.

METZ, D.C. 2008. *Estudo da utilização de areia de britagem basáltica em argamassas de revestimento*. São Leopoldo, RS. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 185 p.

RIGUES, R. 2004. Concreto translúcido permite ver através da parede. Disponível em: <http://informatica.terra.com.br/interna/0,,OI279459-EI553,00.html>. Acesso em: 18/01/2011.

TUTIKIAN, B.F.; RAHMEIER, R.; MARQUETTO, L.; BECKER, C.; CAIO, F.; LUDWIG, D.; SCHERER, E. 2010. Execução de paredes de vedação com concreto translúcido. *In: Congresso Brasileiro do Concreto, 52, Fortaleza, 2010. Anais...* Fortaleza, IBRACON, p. 88-100.

Submetido: 21/10/2014

Aceito: 18/05/2015

Bernardo Tutikian

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
itt Performance

Av. Unisinos, 950, Cristo Rei
93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

Leandro Marquette

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Av. Unisinos, 950, Cristo Rei
93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil