

ESTUDO DA FABRICAÇÃO EM BAIXA ESCALA E APLICAÇÕES DO CONCRETO TRANSLÚCIDO

Aline Cristina dos Santos Deolindo (IC) e João Carlos Gabriel (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Ao longo da humanidade os seres humanos perceberam a necessidade de evoluir no desenvolvimento dos materiais de suas habitações, seja por proteção ou estética. Com a descoberta do cimento Portland essa evolução se expandiu formando assim cidades que consomem fortunas em energia elétrica. Este consumo se deve à restrição ao fluxo da luminosidade natural que o uso do concreto proporciona ao ambiente. Assim, o consumo de energia elétrica em excesso gera custos desnecessários e consumo de recursos naturais sem discriminação, indo contra os princípios da sustentabilidade. Após diversos questionamentos sobre a possibilidade da utilização de um material estrutural que possuísse a capacidade de transmitir luz natural, mantivesse as propriedades mecânicas do concreto e houvesse a possibilidade de ser reciclado após o uso, chegou-se ao concreto translúcido. O concreto translúcido é executado utilizando fibras ópticas que transmite a luz natural do ambiente exterior ao interior, possibilitando assim um menor consumo de energia durante o período diurno e matutino, além de poder ser fabricado com o uso do cimento Portland de uso comum na construção civil e agregados miúdos como a areia. Neste trabalho foram confeccionadas algumas amostras deste concreto translúcido em baixa escala em formas de isopor e analisadas as propriedades de resistência e transmissão de luz.

Palavras-chave: Concreto Translúcido, Fibra Óptica e Transmissão de luz.

ABSTRACT

Throughout humanity, humans have realized the need to evolve their dwellings, either for protection or aesthetics. With the discovery of cement this evolution has expanded thus forming cities that consume fortunes in electricity, due to the sealing to the natural light that the use of concrete provides to the environment. Excessive use of electricity can lead to unnecessary costs and natural resource consumption without discrimination, contrary to the principles of sustainability. After several questions about the possibility of using a structural material that has the ability to transmit natural light, maintain the mechanical properties of the concrete and have the possibility of recycling after use, translucent concrete was reached. Translucent concrete is made using fiber optics that transmits natural light from the outside to the interior environment, thus enabling lower energy consumption during the day and morning hours, and can be manufactured using styrofoam as a specimen, and self-adhesive mortar or concrete. A manual manufacturing process may be used to obtain it. The objective of this work is to manufacture translucent concrete on a small scale and to look for structural and architectural applications for it.

Keywords: Translucent Concrete, Fiber Optics and Light Transmissibility

1. INTRODUÇÃO

A ideia de habitação humana teve início quando, o homem começou a se recolher em abrigos naturais como cavernas e grutas, seja com o intuito de se proteger do clima ou de animais. Desde então estas habitações vem sofrendo evoluções, devido a alterações do clima, da necessidade de proteção humana e também por motivos estéticos e arquitetônicos (LOURENÇO, 2013). Com a mudança dos tipos de habitações, também ocorreu a evolução nos materiais utilizados para estas construção. Os primeiros abrigos eram construídos com madeira, rochas e argila, passando posteriormente para construções de tijolos, aço e o concreto.

Uma habitação é erguida considerando-se também a disponibilidade de materiais na região da construção, resistência à ação das intempéries, desejos estéticos e arquitetônicos do proprietário morador e recursos financeiros disponíveis. Até meados do século passado, no interior do Brasil, casas ainda eram construídas de taipa, pois nos locais destas construções não havia cimento, aço ou madeira cerrada. Nas cidades, por outro lado, as construções são levantadas em alvenaria e argamassa obtida a partir de agregado miúdo – areia, água e cimento.

A origem do cimento começa a cerca de 4.500 anos atrás, quando nas construções dos monumentos do Egito antigo utilizavam uma liga constituída por uma mistura de gesso calcinado. O inglês John Smeaton deu um grande passo para o desenvolvimento do cimento, conseguiu obter um produto de alta resistência por meio de calcinação de calcários moles e argilosos. Apenas em 1818, o francês Vicat obteve resultados semelhantes de Smeaton, sendo assim considerado o inventor do cimento artificial. Quando em 1824, o inglês Joseph Aspdin percebeu que se queimadas juntamente pedras calcárias e argila, transformam-se em um pó fino, criando assim o cimento Portland (BATTAGIN).

No Brasil, a fabricação do cimento iniciou na fazenda Santo Antônio, em Sorocaba, pelo comendador Antônio Proost Rodovalho em 1888 até 1918 (BATTAGIN).

Por ser um material de construção civil com excelentes propriedades mecânicas e físicas, o cimento vem sendo utilizado amplamente na construção de casas, edifícios, obras de arte, portos, aeroportos, estradas, estações de tratamento de água e de efluentes, sistemas de captação entre as mais diversas obras.

Da adição de agregados graúdos à argamassa de assentamento já citada anteriormente, surge o concreto. O concreto sem a utilização do aglomerante cimento desenvolvido por Smeaton é um material de construção de aplicação antiga.

Apesar das ótimas propriedades mecânicas de compressão e dureza do concreto estrutural convencional, este apresenta opacidade, ou seja, baixa capacidade de transmissão de luz. Com o aumento da demanda de energia elétrica e consequente aumento do seu custo, a utilização de materiais estruturais que permitam a passagem de fração de radiação em forma de luz incidente sobre o material, seria de grande utilidade nas construções. Este material estrutural deve manter as propriedades mecânicas do concreto, permitir passagem parcial da luz e ser também reciclável, pois quando for descartado no meio ambiente poder ser reprocessado e utilizado em novas aplicações.

Para suprir a necessidade de se utilizar um material de aplicação estrutural e arquitetônica, que permita a passagem parcial da luz, surge o questionamento sobre a possibilidade de se desenvolver um material alternativo ao concreto comum, com características adequadas, denominado de concreto translúcido.

Estudar a fabricação em escala de laboratório do concreto translúcido, procurar aplicações de uso estrutural e arquitetônico para este concreto são os objetivos deste trabalho.

O estudo será executado da seguinte forma: moldar corpos de prova de concreto translúcido com uso de concreto convencional e adição de porcentagens diferentes (3% e 5% em volume) de fibras ópticas. Realizar ensaio de compressão destes corpos de prova, analisar a transmissão de luz do concreto e, comparar os resultados obtidos com as propriedades de corpos de prova sem adição de fibras ópticas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O concreto é o material estrutural mais consumido no mundo, sendo notória sua importância desde os primórdios da humanidade. Pode-se afirmar que o concreto é uma pedra artificial que se molda à inventividade construtiva do homem (F. L. PEDROSO, 2009).

O estudo e o desenvolvimento das propriedades do concreto ao longo da história tem sido de crucial importância para o cenário da construção civil. A adição de componentes à mistura tradicional do concreto (Cimento Portland, Areia, Brita, Água e Polímeros) é uma forma de se tentar adequar a qualidade do material à necessidade apresentada.

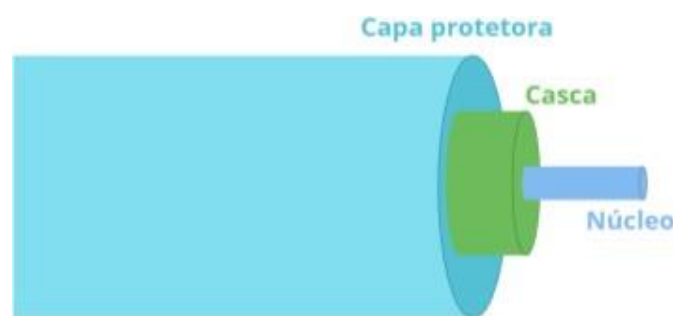
A opacidade do concreto faz com que a luz nos ambientes arquitetônicos compostos por esse material seja, na maioria das vezes, artificial e consequentemente dependente de energia elétrica. Porém, o grande consumo de energia tem sido um desafio a ser vencido. ´

Manifesta-se então um novo desafio no desenvolvimento das propriedades do concreto: encontrar um aditivo que proporcione luz natural aos ambientes e ao mesmo tempo não interfira nas atribuições mecânicas do material. Assim, a fibra óptica torna-se

candidata para tal função. Segundo RESTREPO (2013), a luz através da fibra óptica, é transmitida por reflexões no interior dos seus filamentos.

As fibras ópticas são filamentos flexíveis fabricados em materiais transparentes como fibras de vidro ou plástico e que são utilizadas como meio de propagação da luz. Estas fibras são geralmente muito finas, com apenas alguns micrômetros de espessura (10^{-6} m), mas podem ter vários quilômetros de comprimento (HELERBROCK). Olhando de perto uma fibra óptica utilizada em sistemas de comunicação, pode-se ver os seguintes componentes: capa protetora, casca e núcleo.

Figura 1: Fibra óptica internamente

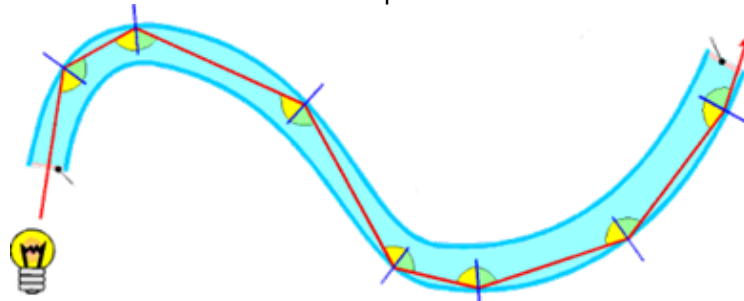


Fonte: (HELERBROCK)

Fibras ópticas têm diversas aplicações, sendo a transmissão de dados uma das mais comuns (HELERBROCK).

O princípio de funcionamento da fibra óptica é baseado na reflexão interna total da luz. A luz reflete ou refrata dependendo do ângulo no qual ocorre a incidência da luz na superfície da fibra, ou seja, do ângulo de incidência. Controlando-se este ângulo de incidência das ondas de luz transmitidas na fibra óptica, controla-se a eficiência com qual a luz percorre o meio e chega à outra extremidade da fibra. A fibra óptica é recoberta com uma camada de baixo índice de refração, polimérica, que propicia a habilidade da fibra em refletir a luz.

Figura 2: Luz refletindo através do núcleo da fibra óptica.



Fonte: Fibra Óptica (Geocities)

O processo de fabricação da fibra óptica é complexo e caro. A produção é feita a partir de sílica pura ou dopada, que possui melhores características de transmissão. Já a produção de fibras com utilização de vidro composto ou plásticos possuem baixa capacidade de transmissão. Existem quatro tipos de processos para fabricação de fibras

composta de sílica pura: MCDV (*Modified Chemical Vapour Deposition*), PVDC (*Plasma Chemical Vapour Deposition*), OVD (*Outside Vapour Deposition*) e VAD (*Vapour Axial Deposition*), os processos de diferenciam na etapa da fabricação da preforma (IFSC).

O processo mais comum no Brasil é o MCDV. Na etapa de fabricação da preforma acontece a deposição de camadas de materiais (vidros especiais) no interior do tubo de sílica pura. Em seguida o tubo de sílica é colocado na horizontal em um torno óptico que o mantém girando ao redor do seu eixo. Gases são injetados em concentrações controladas para o interior do tubo e um queimador percorre o tubo no sentido longitudinal elevando a temperatura no interior do tubo para aproximadamente 1500°C formando assim o núcleo da fibra óptica. Este processo é repetido até que o núcleo tenha dimensões apropriadas. Após finalizada a deposição correta de camadas, efetua-se o fechamento do tubo para torná-lo um bastão sólido maciço, denominado de preforma (IFSC).

Em 2001, Áron Losonczi, um jovem arquiteto Húngaro, criou o primeiro painel com uma mistura de fibra óptica e cimento, criando um novo material estrutural que permitia a passagem da luz. Esse novo material, com as mesmas propriedades mecânicas de um concreto convencional permitia iluminar o interior do ambiente ou as formas de seu exterior (ARMAN, 2004). Esse novo material foi denominado de concreto translúcido, como ilustrado na figura 3 a seguir.

Figura 3: Blocos de Concreto Translúcido



Fonte: LITRACON

A quantidade de luz que passa de um ambiente ao outro, tendo como intermediador físico esse novo material, é de grande significância. Segundo Laura Margarita, sobre concreto translúcido, cita que dependendo da quantidade de fibras ópticas que compõe o material, durante o período entre as 12:00 e as 15:00, a intensidade luminosa natural que transpassa ao bloco de concreto translúcido varia de 4% a 8%.

As aplicações do concreto translúcido são apresentadas em diversas obras e estruturas ao redor do mundo, proporcionando um efeito estético contemporâneo na

arquitetura do edifício. Algumas das aplicações destas estruturas são mostradas no Museu Cella Septichora na Hungria (Figura 4), no Memorial de Veteranos de Iberville Parish, em Louisiana, EUA (Figura 5), (LITRACON, 2011), e na sala de banho localizada no Termas Obermaintherme (Figura 6).

Figura 4: Museu Cella Septichora, Hungria



Fonte: LITRACON

Figura 5: Memorial de Veteranos de Iberville Parish, Louisiana, EUA



Fonte: LITRACON

Figura 6: termas Obermaintherme



Fonte: Paiva

O processo de fabricação de blocos de concreto translúcido pode variar, apresentando diversificações, tanto em relação às características, quanto em relação à

passagem de luz que se dá através das fibras do bloco de concreto. Em seu trabalho, MARGARITA (2013) desenvolveu alguns processos de fabricação do concreto translúcido. Inicialmente ela criou formas de isopor com dimensões de 14x11x3cm e 15x13x11cm, cortou as fibras ópticas com 4cm de comprimento, colou- as com fita adesiva de 11cm de comprimento, justapondo vários conjuntos semelhantes com o auxílio de palitos de sorvete em forma de guias, até a formação de um bloco, conforme figura 7.

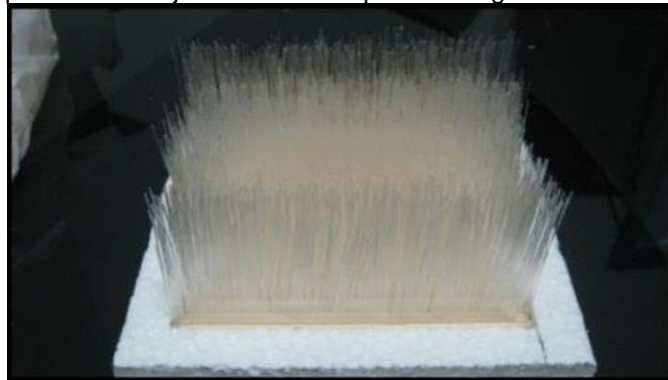
Figura 7: Fibra óptica nas guias de madeira.



Fonte: MARGARITA L., 2013

Posteriormente o conjunto foi encaixado em uma forma de isopor para suporte do mesmo, como apresentado na figura 8.

Figura 8: Forma de isopor com o conjunto de fibras ópticas nas guias de madeira.



Fonte: MARGARITA L. 2013

O suporte apresentado na figura anterior foi posteriormente montado em uma segunda forma como mostrado na figura 9. O traço da argamassa usada despejada dentro da forma com as fibras ópticas foi obtido atendendo as especificações de trabalhabilidade e desempenho mecânico para o bloco.

Figura 9: Conjunto de formas de isopor com conjuntos de fibras ópticas, preparadas para a adição de argamassa.



Fonte: MARGARITA L.

Após a adição do concreto, pega e cura do mesmo, foram retiradas as formas de isopor e o bloco foi polido para obtenção de melhor estética, como mostrado na figura 10.

Figura 10: Painéis de concreto translúcido.



Foto: MARGARITA L.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho, para a obtenção de concreto translúcido, foi desenvolvida a metodologia nas seguintes etapas:

- 1) Seleção das matérias primas utilizadas para fabricação dos corpos de prova;
- 2) Determinação do traço da argamassa de cimento: agregados, cimento e água e quantidade de fibras ópticas;
- 3) Moldagem dos corpos de prova;
- 4) Realização dos ensaios: transmissão de luz e resistência à compressão.

3.1 Seleção das matérias primas utilizadas para fabricação dos corpos de prova

No trabalho foi utilizado um traço de argamassa com resistência de argamassa de cimento $f_{ck} = 30\text{Mpa}$. Como as fibras ópticas devem ficar próximas umas às outras, não se utilizou

brita ou qualquer forma de pedrisco e houve a necessidade de peneiramento do agregado miúdo, a areia.

3.1.1 Preparação do agregado miúdo

A análise da distribuição granulométrica da areia foi realizada conforme a norma ABNT NBR 7217 – Agregados – Determinação da composição Granulométrica. As peneiras utilizadas para este ensaio foram as seguintes:

- Areia 0,25 mm, peneira #60
- Areia 0,15 mm, peneira #100
- Areia 0,075 mm, peneira #200
- Areia > 0,075 mm, recipiente localizado abaixo da montagem das peneiras.

Assim, a maior dimensão dos grãos de areia é de 0,25 mm. Para peneiramento das areias foi utilizado um agitador mecânico, com as peneiras montadas em ordem decrescente de tamanho de grão.

3.1.2 Separação das fibras ópticas

A partir de um cabo óptico, a separação das fibras foi realizada manualmente. Foi utilizado um alicate para o corte da fibra óptica no tamanho desejado. As fibras foram posteriormente retiradas da capa protetora emborrachada. Esta capa isola 4 fios com 12 fibras em cada uma delas, totalizando 48 fibras em cada segmento de fibra. Em seguida as fibras foram limpas com álcool e água e utilizadas na moldagem do corpo de prova.

Figura 11: Fibras ópticas



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

3.2 Determinação do traço da argamassa a ser utilizada para confecção do corpo de prova:

A escolha de trabalhar com argamassa vem do fato das fibras ópticas apresentarem uma certa fragilidade no manuseio, podendo quebrar facilmente, podendo perder a sua principal característica de transmissão de luz.

Foi definido o traço de argamassa utilizando-se cimento Portland CP III com $f_{ck} = 30$ MPa. Foram utilizadas duas quantidades diferentes de fibra óptica: 3% e 5% em volume de fibra óptica.

Tabela 1 – Traço com adição de 3% de fibra óptica

Traço da argamassa						
Materiais	Cimento	Areia 0,075 mm	Areia > 0,075 mm	Areia 0,15 mm	Areia 0,25 mm	a/c
Unid: g	3207,449	947	180	1275	3937	3047,08
Traço	1	0,295	0,056	0,397	1,227	0,95

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Tabela 2 – Traço com adição de 5% de fibra óptica

Traço da argamassa				
Materiais	Cimento	Areia 0,15 mm	Areia 0,075 mm	a/c
Unid: g	434,82	810,57	194,59	0,9
Traço	1	1,864	0,448	0,57

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

O traço da tabela 1 foi realizado na data 02/05/2019 com adição de 3% de fibra óptica, com um total de 1090 fibras. O traço da tabela 2 foi realizado na data 13/06/2019 com adição de 5% de fibra óptica, com um total de 1816 fibras.

3.3 Moldagem do corpo de prova

A processo de moldagem da argamassa de cimento foi realizada em um corpo de prova cilíndrico de 10 x 20 cm. A finalidade de obtenção é a de verificar a resistência do concreto.

Figura 12: Corpo de prova cilíndrico com argamassa curada



Fonte: arquivo pessoal (2019)

3.3.2 Corpo de prova retangular com adição de fibra óptica

Os corpos de prova com adição de fibra óptica foram feitos em moldes retangulares com dimensões de 15 x 5 cm em EPS – Poliestireno expandido. A fixação de cada fibra óptica foi realizada manualmente até a obtenção de 3% ou 5% com os respectivos traços do concreto. Os corpos de prova foram deixados em câmara úmida e desmoldados após 28 dias.

Figura 13: Confeção do corpo de prova retangular



Fonte: arquivo pessoal (2019)

Figura 14: Corpo de prova retangular com argamassa e adição de fibras



Fonte: arquivo pessoal (2019)

Figura 15: Corpo de prova retangular com argamassa curada



Fonte: arquivo pessoal (2019)

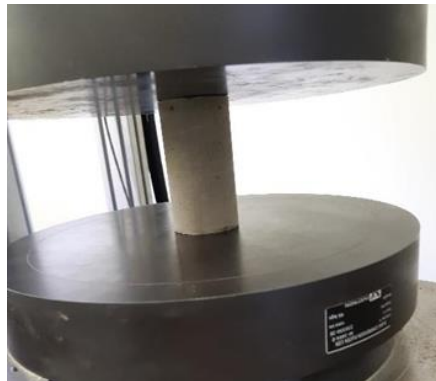
3.4 Realização dos ensaios: resistência à compressão e transmissão de luz

3.4.1. Ensaio de resistência à compressão

O ensaio de resistência à compressão foi realizado nos corpos de prova cilíndricos após 28 dias para verificação da resistência do traço do concreto para fins de uso como elemento estrutural. Nos CP's com adição de fibra óptica não foi realizado o ensaio à compressão, devido à sua forma não cilíndrica. O ensaio com CP's cilíndricos seguiu os procedimentos de acordo com a NBR 5739/1994.

Para tal ensaio utilizou-se a máquina de ensaios de compressão Instron para ensaios de resistência a compressão. Colocou-se o CP na máquina e em seguida iniciou-se a compressão até a ruptura do corpo de prova. Obteve-se o diagrama tensão x deformação para o material.

Figura 18: Instron ajustada para ensaio



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 19: Compressão do corpo de prova



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

3.4.2. Ensaio de transmissão de luz

O ensaio de transmissão de luz foi realizado para se obter o quanto as porcentagens de 3% e 5% de fibra óptica permitem a passagem de luz no concreto. Adaptou-se o experimento para um ensaio simples, pois não existe norma para medida de transmissão de luz neste tipo de ensaio. Foi utilizada uma lâmpada de 60Watts em uma câmara escura. Uma separação centralizada na câmara suportava a amostra de concreto com as fibras ópticas. De um lado iluminou-se a amostra com a lâmpada e do outro lado mediu-se a luminosidade que passava pela amostra. Esta avaliação foi realizada visualmente. Pode-se observar a passagem de luz por algumas fibras (pontos luminosos nas pontas das fibras nas figuras 16 e 17).

Figura 16: Corpo de prova com adição de 3% de fibra óptica iluminado pela lâmpada



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Figura 17: Corpo de prova com adição de 5% de fibra óptica iluminado pela lâmpada



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Transmissão de luz

Foi possível observar a transmissão de luz pelas fibras ópticas nas amostras de concreto. Esta intensidade de luz, porém, não foi intensa. Isto se deve à baixa concentração de fibras ópticas nestas amostras. Certamente com o aumento da concentração de fibras (acima dos 5% ensaiados) é possível verificar uma maior transmissão de luz.

4.2 Resistência a compressão

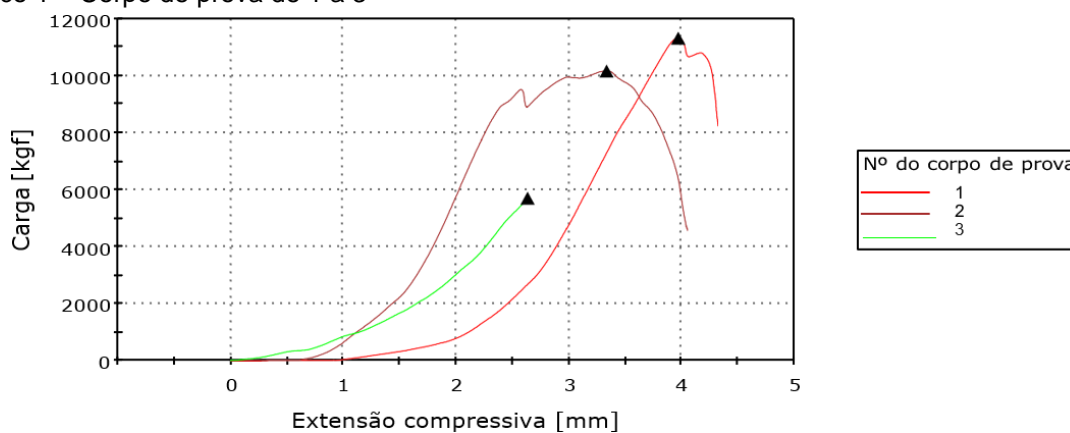
O valor de resistência à compressão do ensaio realizado na data 31 de maio, 2019, foi de 11,3 Mpa, abaixo do previsto de $f_{ck}=30$ MPa, conforme tabela 3 e gráfico 1.

Tabela 3 – Dados de Ensaio de resistência à compressão

Horário do último teste		14:30:48			
Tipo de teste		Compressão			
Data do último teste		Sexta-feira, 31 de maio de 2019			
Taxa 1		2,00000 mm/min			
	Etiqueta do corpo de prova	Diâmetro [mm]	Altura da bigorna [mm]	Máximo Carga [kgf]	Esforço compressivo em Máximo Carga [MPa]
1	Corpo de prova 1	100,00	196,00	11310,12	14,1
2	Corpo de prova 2	100,00	196,50	10161,72	12,7
3	Corpo de prova 3	100,00	195,00	5723,31	7,1
Média	-	100,00	195,83	9065,05	11,3
Desvio padrão	-	0,00000	0,76376	2950,45	3,68399

Fonte: Software Bluehill Instron

Gráfico 1 – Corpo de prova de 1 a 3



Já o resultado do ensaio a compressão realizado na data 12 de julho, 2019, foi de 21,9 Mpa. Os dados obtidos através do computador estão representados na tabela 4 e no

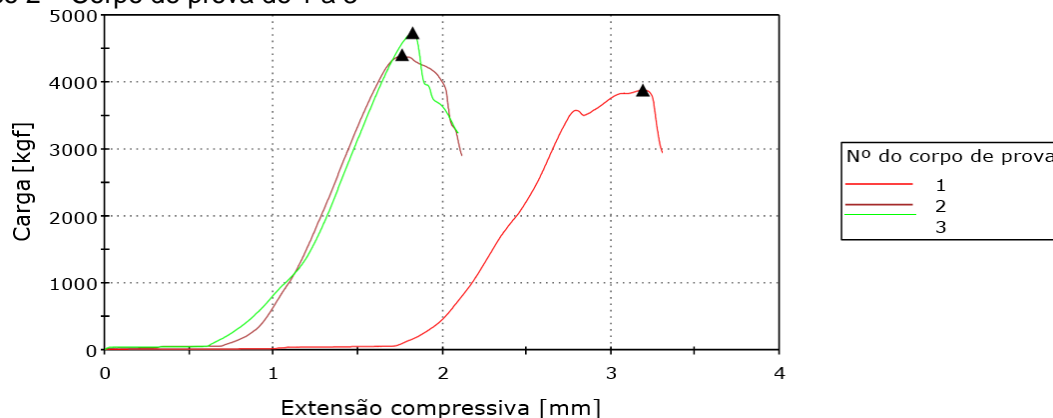
gráfico 2.

Tabela 4 – Dados de Ensaio de resistência à compressão

Horário do último teste		09:35:20			
Tipo de teste		Compressão			
Data do último teste		Sexta-feira, 12 de julho de 2019			
Taxa 1		2,00000 mm/min			
	Etiqueta do corpo de Prova	Diâmetro [mm]	Altura da bigorna [mm]	Máximo Carga [kgf]	Esforço compressivo em Máximo Carga [MPa]
1	Corpo de prova 1	50,00	71,00	3872,38	19,3
2	Corpo de prova 2	49,00	92,00	4396,65	22,9
3	Corpo de prova 3	50,00	92,00	4722,06	23,6
Média	-	49,67	85,00	4330,36	21,9
Desvio padrão	-	0,57735	12,12436	428,70	2,27101

Fonte: Software Bluehill Instron

Gráfico 2 – Corpo de prova de 1 a 3



Fonte: Software Bluehill Instron

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho ocorreram algumas dificuldades como a obtenção de um fornecedor de fibra óptica e o processo de fixação da fibra óptica no isopor. O corte do cabo e também a preparação e fixação das fibras ópticas foi exaustivo e demandou muito tempo. O escoamento da argamassa por entre as fibras também foi difícil devido à concentração das fibras fixadas no isopor.

A resistência da argamassa de cimento obtida no ensaio ficou abaixo do especificado de $f_{ck} = 30$ MPa. Isto se deve ao seguinte principal fator: aumento da relação água / cimento para que a argamassa corresse entre as fibras ópticas. O aumento desta relação (a/c) reduz a resistência do concreto.

Foi possível a transmissão da luz pela amostra de argamassa de cimento com fibra

óptica. Pode-se observar que a passagem de luz é maior com a maior concentração de fibras ópticas (5%) em relação à amostra de 3%.

Sugere-se realizar ensaios com concentrações de 10 e 15% de fibra óptica. Esta concentração pode reduzir a resistência do concreto.

6. REFERÊNCIAS

ARMAN, B. Transparent concrete LiTraCon Domus. A design report 10 Novembro 2004.

BATTAGIN, A. F.; Uma breve história do cimento Portland. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/historia/uma-breve-historia-do-cimento-portland/>>. Acesso em 19/07/2019.

CALLISTER, W. D., RETHWISCH, D. G., Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução. 9ª Ed. Rio de Janeiro :LTC, 2016

CAULMANN, C., SANTOS, F.; CONFECÇÃO E ANÁLISE DE BLOCOS DE ARGAMASSA TRANSLÚCIDA – CONTECC, 2016.

Fibra óptica. Disponível em:<<http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/fibras.html>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

HELERBROCK, Rafael. "Fibra óptica"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/fibra-optica.htm>. Acesso em 19 de julho de 2019.

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.sj.ifsc.edu.br/~mdoniak/SistemasOpticos/SIO_FabricacaoFibras.pdf>. Acesso em 19 de jul. 2019.

LITRACON, 2011. Disponível em: www.litracon.hu. Acesso em: 19 de jul. 2019.

LOURENÇO, P. B., BRANCO, J. M.; DOS ABRIGOS DA PRÉ-HISTÓRIA AOS

EDIFÍCIOS DE MADEIRA DO SÉCULO XXI – Universidade do Minho.

MARGARITA L. C. R.; CONCRETO TRANSLÚCIDO: estudo experimental sobre a fabricação de concreto com fibra óptica e suas aplicações na arquitetura – Universidade de Brasília, 2013.

PAIVA, Cida. LUZ SUTIL ATRAVÉS DOS PAINÉIS DE CONCRETO. Disponível em:

<https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/tecnologia-luz-sutil-atraves-dos-paineis-de-concreto->>. Acesso em: 19 jul. 2019.

PEDROSO, F. L.; CONCRETO E CONSTRUÇÕES – Concreto: Material Construtivo Mais Consumido no Mundo (IBRACON), 2009.

RESTREPO, L. M. C.; CONCRETO TRANSLUCIDO: Estudo Experimental sobre a Fabricação de painéis de concreto com fibra óptica e suas aplicações na arquitetura, 2013.

Contatos: aline.deolindo@hotmail.com e joao.gabriel@mackenzie.br