



Telha de fibrocimento, com fibras de amianto, inservível fragmentada em substituição ao agregado graúdo no concreto

Leno Sartori¹, Gêssica Centofante²

¹Universidade Federal da Fronteira Sul (lenosartori@gmail.com)

²Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (gessica@gdue.com.br)

Resumo

O setor da construção civil demanda a cada dia mais tecnologia, entretanto, alguns materiais usados vão na contramão deste progresso, por exemplo, as telhas de fibrocimento com amianto. A destinação adequada para essas telhas são os aterros industriais, que tem custo elevado e geram passivos ambientais. Este estudo objetivou verificar a viabilidade da utilização de telhas de fibrocimento inservíveis como agregado no concreto de fundações, onde o amianto ficaria aprisionado. Para averiguar tal aplicabilidade, realizaram-se ensaios de resistência à compressão, absorção de água e densidade. Para a realização dos ensaios, definiu-se um traço de referência para o concreto de 1:2:3 e fator água/cimento de 0,6. Para os demais traços analisados, efetuou-se a substituição em massa da brita 1 por 25, 50 e 75% de telhas. Os resultados médios obtidos nos ensaios de resistência à compressão foram de 12,70; 11,65; 10,70 e 6,20 MPa, para a absorção de água foram de 10,69; 12,37; 14,78 e 16,76% e para a densidade foram de 2,28; 2,11; 1,99 e 1,88 g/cm³, respectivamente, para os traços com 0, 25, 50 e 75% de substituição por telhas fragmentadas. Os resultados deste estudo expressam a inviabilidade da substituição.

Palavras-chave: Resistência à compressão. Absorção de água. Densidade.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

Fibrociment tile, with asbestos fibers, fragmented unserviceable in substitution to the aggregate in the concrete

Abstract

The construction industry is demanding more and more technology every day, however, some used materials have gone against progress since, for example, asbestos cement tiles. The appropriate destination for these tiles are industrial landfills, which have high costs and generate environmental liabilities. This study aimed to verify the feasibility of using asbestos cement as an aggregate in concrete foundations, where asbestos would be trapped. To ascertain this applicability, tests of compressive strength, water absorption and density were carried out. For the tests, a reference trace for the 1:2:3 concrete and a water/cement factor of 0.6 was defined. For the other traces analyzed, the bulk replacement of crushed stone 1 was performed by 25, 50 and 75% of tiles. The average results obtained in the tests of compressive strength were of 12.70, 11.65, 10.70 and 6.20 MPa, for the absorption of water were of 10.69, 12.37, 14.78 and 16.76% and for the density were 2.28, 2.11, 1.99 and 1.88 g/cm³, respectively, for the traces with 0, 25, 50 and 75% replacement by fragmented tiles. The results of this study express the impossibility of substitution.

Key words: Compressive strength. Water absorption. Density.

Theme Area: Solid waste.



1 Introdução

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia e ao observá-la é possível se obter um panorama da saúde financeira do país. Um país que vai bem possui grandes obras sendo desenvolvidas, seja em âmbito público ou privado, obras cada vez mais modernas, funcionais, sofisticadas e sustentáveis.

Entretanto, alguns materiais ainda usados no setor de construção vão na contramão deste progresso. Um exemplo disto são as telhas de fibrocimento com fibras de amianto em sua composição, que são proibidas em vários países, mas que, excetuando-se determinados estados da federação, ainda tem sua comercialização permitida no Brasil.

Castro et al. (2003) descrevem o amianto, ou asbesto, como uma fibra de origem mineral derivada de rochas metamórficas eruptivas, que devido ao processo natural de recristalização transforma-se em material fibroso, que é relacionado à diversas formas de doença pulmonar.

Segundo Castro (2012), o banimento do amianto nos processos produtivos é uma realidade em mais de 50 países. Na França uma decisão da Suprema Corte condenou os empregadores que expuseram trabalhadores ao amianto a pagar indenizações e reconhecê-lo como causa da doença; na Itália, em 2012, a Suprema Corte condenou os donos de uma fábrica de telhas de asbesto e ordenou o pagamento de indenização para familiares.

Mendes (2007) relata que a despeito da riqueza de evidências sobre os riscos da exposição ao amianto, a questão tem sido tratada no Brasil de forma leviana e criminosa, marcada pela negligência e omissão do Poder Público, do Legislativo e do Judiciário. Afirma o autor que a defesa da importância econômica do amianto, privilégio de poucas empresas, tem prevalecido até hoje, sobrepondo-se à política de Saúde Pública.

De fato, o amianto configura um problema de saúde pública, que é agravada pela inexistência de tecnologias para reciclar e/ou reutilizar os resíduos com amianto, tanto da construção civil quanto de outros setores. A única destinação adequada para as telhas de fibrocimento inservíveis, com fibras de amianto, são os aterros industriais, os quais possuem um custo elevado para deposição e acabam por gerar passivos ambientais.

Este estudo, portanto, tem por objetivo verificar a viabilidade de se utilizar as telhas de fibrocimento com amianto inservíveis, por terem sua utilização comprometida devido a uma chuva de granizo, como agregado graúdo no concreto destinado à fundações, onde, possivelmente, o amianto ficaria aprisionado e não disponível ao ar livre, evitando malefícios tanto ao homem quanto aos animais.

Para comprovar tal aplicabilidade, propôs-se a realização de alguns ensaios que se caracterizam por definir propriedades fundamentais do concreto, são eles: resistência à compressão, absorção de água e densidade.

2 Objetivo:

Para concreto comum de alta resistência inicial. Verificar a resistência à compressão, a absorção de água e a densidade de concretos com porcentagens em massa de 0, 25, 50 e 75% de telhas de fibrocimento com amianto inservíveis em substituição à pedra britada. Verificar se em alguma concentração, ou em qual concentração, a substituição é viável e poderia ser utilizada.

3 Contextualização

Castro et al. (2003) observam que o amianto e sua fibra são produtos naturais, formados pelas interações do ambiente e compostos por silicatos hidratados de magnésio, ferro, cálcio e sódio e se divide em dois grandes grupos: serpentinas (crisotila ou amianto



branco) e anfíbolios (tremolita, actinolita, antofilita, amosita e crocidolita, etc.), portanto, é a sua extração que o torna um problema.

Torgal (2010) salienta que o amianto compreende fibras minerais com um comprimento de 5 μm e diâmetro inferior a 3 μm , também designadas por “asbestos”, que advêm da designação do grego para um material incombustível, sendo que essa propriedade, aliada a uma elevada resistência à tração, facilidade para ser tecida e baixo custo, entre outras, levou a uma utilização que rapidamente se vulgarizou ao nível da indústria da construção, seja como isolante térmico e antifogo, seja principalmente na produção de painéis de fibrocimento.

Além das vantagens já citadas de resistência à tração e a altas temperaturas, Marques et al. (2014) destacam que o amianto possui várias outras características, tais como baixa condutividade térmica, resistência a micro-organismos e a produtos químicos, elevada resistência dielétrica, excelente isolamento elétrico e acústico, alta durabilidade, flexibilidade, estabilidade em diferentes valores de pH, boa interação com a água e afinidade com o cimento, resinas e ligantes.

Sendo o Brasil um grande produtor e consumidor de fibras de amianto – na modalidade “crisotila” ou “amianto branco” – extraídas, comercializadas, industrializadas ou exportadas a partir das jazidas do estado de Goiás, destaca Mendes (2007). Segundo Castro (2012), o Brasil é o terceiro maior produtor de amianto do mundo e com um consumo de quase 1kg de asbesto/habitante/ano, todo esse asbesto encontra-se nas instalações e equipamentos espalhados em diferentes ambientes, aumentando o risco para a população ambientalmente exposta.

Buscando uma aplicabilidade para o resíduo de poliestireno expandido (EPS), que também não é reciclável, Barom e Freitas (2016) buscaram demonstrar o uso do EPS gerado na construção civil para substituir parcialmente o agregado graúdo na formulação de concreto e concluíram que existe a viabilidade de uso do resíduo, indicando a possibilidade de gerar menos impacto ao meio ambiente em relação ao descarte inadequado do polímero residual.

Garcia et al. (2012) destacam que o concreto é componente básico da indústria de construção civil e que atualmente é considerado o material mais utilizado no planeta, só perdendo para a água, sendo de fundamental importância que o profissional da indústria de construção civil conheça as propriedades principais do concreto, como por exemplo a trabalhabilidade, a resistência à compressão e tempos de cura, e como essas propriedades podem variar seus valores, em função dos teores e condições dos componentes na mistura da massa.

A absorção de água também é fator fundamental para a qualidade do concreto, uma alta absorção provocaria expansão, o que faria com que o concreto tivesse uma alta trabalhabilidade, interferindo em sua estrutura e, conseqüentemente, na sua resistência. Complementam Garcia et al. (2012) que a densidade, ou massa específica, do concreto constitui uma informação importante para o projetista. Por ser a relação entre massa e volume está diretamente ligada ao peso próprio de uma estrutura, obviamente, seria muito interessante a existência de uma estrutura leve e com alta resistência.

4 Materiais e métodos

Para a realização dos ensaios, definiu-se um traço base para o concreto, o traço definido foi 1:2:3, ou seja, uma parte de cimento Portland CP V – ARI – RS, duas partes de areia grossa (diâmetro entre 1,2 e 4,8 mm) e três partes de agregado graúdo, que para as testemunhas foi brita tipo 1 (diâmetro entre 9,5 e 19 mm), e para os demais corpos de prova, utilizou-se pedra britada tipo 1 e as concentrações de 25%, 50% e 75%, em massa, de telha de fibrocimento com fibra de amianto, com dimensões superiores a 4,8 mm e inferiores a 19 mm, e com espessura média de 4 mm.



Para a preparação do concreto, seguiu-se as orientações da NBR 12655 (ABNT, 2015), obedeceu-se ao traço 1:2:3 e a relação água/cimento de 0,6, portanto, pesou-se quantidades em massa de cimento, areia, brita, telha de fibrocimento e água, levando em consideração as porcentagens de brita e de resíduos telha quando as concentrações mudavam. Quanto a amostragem, observou-se as orientações expressas na NR NM 33 (MERCOSUL, 1998), de forma que após a obtenção da mistura homogênea uma amostra em qualquer ponto seria representativa. A água utilizada obedeceu ao disposto na NBR 15900-1 (ABNT, 2009).

O procedimento descrito foi repetido quatro vezes, ou seja, para cada concentração uma mistura nova foi realizada e quatro corpos de prova cilíndricos foram moldados, dois com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, para o ensaio de compressão, e dois com 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura para a determinação da absorção de água e densidade do concreto.

Para a moldagem dos corpos de prova (CPs), para o ensaio de resistência à compressão, seguiu-se a metodologia descrita na NBR 5738 (ABNT, 2015). A moldagem dos CPs, para a determinação da absorção de água e densidade do concreto, também obedeceu o procedimento descrito pela NBR 5738 (ABNT, 2015), entretanto, aplicou-se cinco golpes para adensar o concreto.

Moldados os CPs, os mesmos foram cobertos para evitar a evaporação de água e nas primeiras 24 h armazenados em local protegido. Após estas 24 h os CPs destinados aos ensaios de resistência à compressão foram imersos em água, com temperatura de aproximadamente 23° C, onde permaneceram por sete dias. Os CPs menores foram cobertos e armazenados em local protegido até a cura completa do concreto.

Completados os sete dias e obedecendo as orientações da NBR 5739 (ABNT, 2007), retificou-se os CPs, de forma a nivelar sua superfície, e realizou-se os ensaios de resistência à compressão dos oito corpos de prova em prensa de compressão do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), polo Chapecó-SC. Após o rompimento na prensa de compressão, o *software* do equipamento forneceu a tensão de ruptura.

Para determinação da absorção de água, seguiu-se a norma NBR 9778 (ABNT, 2009). Curado o concreto dos oito corpos de prova menores, os mesmos foram imersos em água potável à aproximadamente 23° C, onde permaneceram por um período ininterrupto superior a 48 h. Após serem pesados em balança digital, foram encaminhados a estufa à aproximadamente 105° C, onde permaneceram por um período ininterrupto superior a 48 h, passado esse período os mesmos foram novamente pesados. A partir da massa do corpo de prova seco e após saturação, obteve-se o percentual de absorção, processo descrito na NBR 9778 (ABNT, 2009).

A verificação da densidade do concreto, para as diferentes concentrações de resíduo, foi realizada empiricamente. Tendo em vista que a densidade é a relação entre massa e volume, utilizou-se os oito CPs utilizados na determinação da absorção de água, de massa conhecida. Para a determinação do volume, de forma a não considerar os vazios dos CPs, colocou-se os corpos de prova em um recipiente de volume conhecido preenchido com água, o volume de água deslocado correspondeu ao volume do corpo de prova, de posse da massa do CP seco e do volume de água deslocado, calculou-se então a densidade do concreto.

5 Resultados e discussões

Os resultados obtidos a partir do ensaio de compressão estão representados na Tabela 1, nesta tabela estão descritos os valores de resistência à compressão obtidos para cada corpo de prova, a resistência média para cada concentração e o desvio padrão amostral.

Pode-se observar que a resistência à compressão foi inversamente proporcional à concentração de telha de fibrocimento, ou seja, a telha de fibrocimento provocou queda na resistência do concreto. É importante destacar que, para 0% de telha de fibrocimento o valor



de 12,70 MPa ficou baixo, entretanto, a relação água/cimento adotada de 0,6 pode ser a causa disto como destaca Garcia et al. (2012), ou seja, pode ter havido excesso de água e isso prejudicou a resistência à compressão.

Tabela 1: Dados obtidos a partir do ensaio de resistência à compressão

Porcentagem de agregado	CPs	Resistência (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)
0%	1	12,9	12,70	0,28	2,23
	2	12,5			
25%	3	11,6	11,65	0,07	0,61
	4	11,7			
50%	5	10,4	10,70	0,42	3,97
	6	11,0			
75%	7	5,9	6,20	0,42	6,84
	8	6,5			

Todavia, adotou-se este valor pois como o resíduo, intuitivamente, apresentaria uma absorção de água maior que a pedra brita, portanto, poderia faltar água para que a reação química do concreto ocorresse eficientemente.

Entretanto, os CPs da concentração de 75% de resíduo de telha apresentaram problemas de execução, como ilustra a Figura 1, problemas muito provavelmente causados pela conformação laminar do agregado, que impossibilitou o perfeito adensamento dos corpos de prova. Por este motivo, os resultados obtidos para a resistência à compressão na concentração de 75%, de telha fibrocimento, foram considerados inválidos.

Figura 1: Problemas de execução nos CPs com 75% de telha de fibrocimento



A Figura 2 apresenta a relação entre concentração de agregado e a resistência média à compressão obtida, desconsiderando a concentração de 75% de telha fibrocimento.

Os resultados obtidos a partir dos ensaios de resistência à compressão demonstraram comportamento de queda na resistência à compressão do concreto proporcional a presença da telha de fibrocimento, os motivos para isto ocorrer, entretanto, não são claros, dentre as possibilidades estão a conformação laminar da telha de fibrocimento que prejudicou o adensamento, o tamanho do agregado que também pode ter prejudicado o adensamento, o traço adotado não ser o mais adequado, entre outros fatores.

A Tabela 2 apresenta os valores médios, bem como os desvios padrões, obtidos na determinação da absorção de água e na verificação da densidade do concreto comum e com as substituições por porcentagens de resíduo.



Figura 2: Relação Resistência média à compressão x Concentração de telha fibrocimento

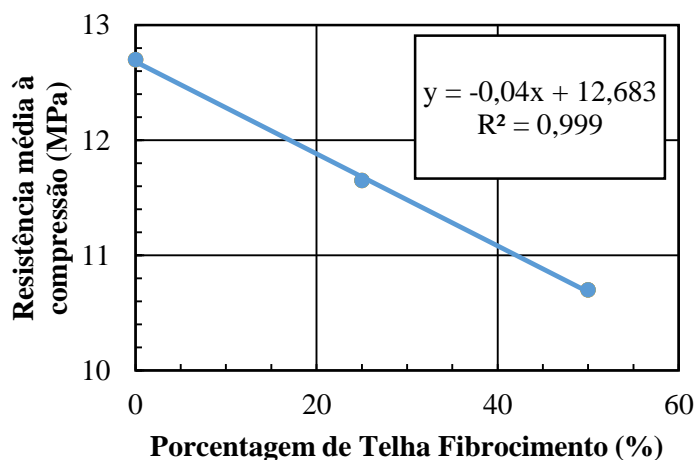
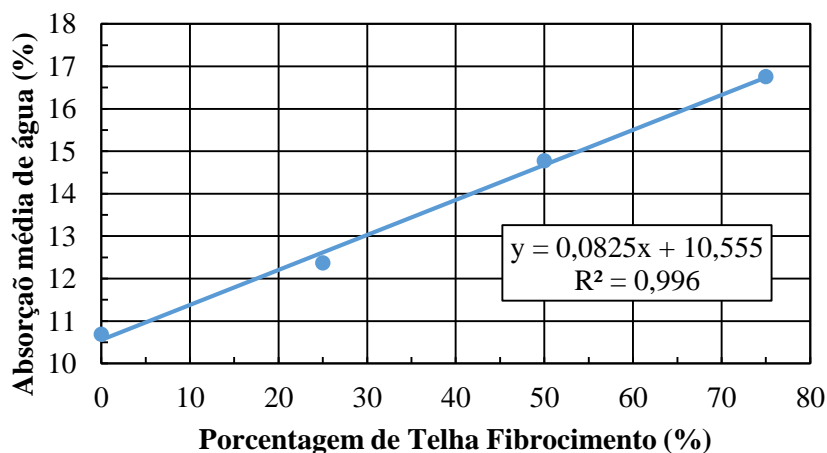


Tabela 2: Dados médios obtidos a partir dos ensaios de absorção de água e densidade do concreto

Porcentagem de agregado	Absorção média de água (%) ± Desvio padrão (%)	Densidade média (g/cm³) ± Desvio padrão (g/cm³)
0%	10,69 ± 0,61	2,28 ± 0,10
25%	12,37 ± 0,52	2,11 ± 0,06
50%	14,78 ± 0,42	1,99 ± 0,03
75%	16,76 ± 0,95	1,88 ± 0,14

A Figura 3 representa a relação entre a concentração de telha de fibrocimento e a absorção média de água dos CPs.

Figura 3: Relação Absorção média de água x Concentração de telha fibrocimento



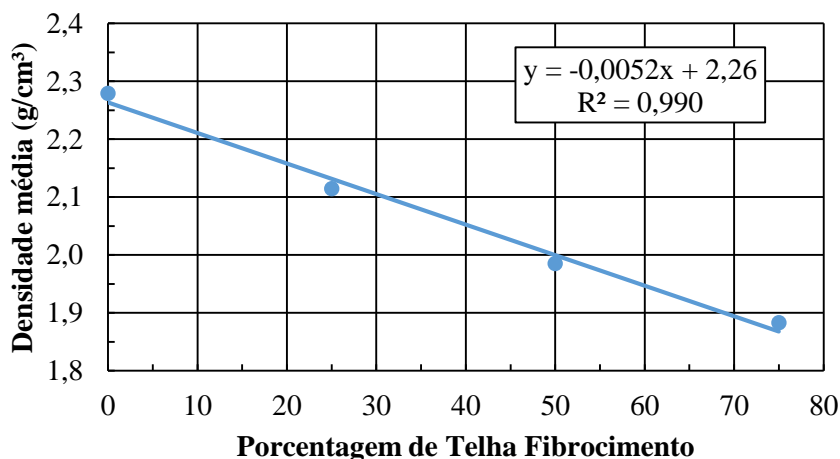
Observa-se que a absorção de água é proporcional ao aumento da porcentagem de telha fibrocimento, isso ocorreu devido ao fato do resíduo de telha fibrocimento ser mais poroso que a brita, material que substituiu. Todavia, Garcia et al. (2012) descrevem que a durabilidade do concreto está diretamente ligada a absorção de água, ou seja, a absorção é



proporcional a trabalhabilidade do concreto.

A Figura 4 demonstra a relação entre a concentração de telha de fibrocimento e a densidade média do concreto.

Figura 4: Relação Densidade média x Concentração de telha fibrocimento



A densidade segue a mesma linha da resistência à compressão, sendo também inversamente proporcional à presença de telha de fibrocimento, estranharia muito se o resultado se comportasse de outra forma, uma vez que a densidade da telha de fibrocimento com amianto é inferior a densidade de pedra britada.

É importante destacar que a densidade para as concentrações de 0 e 25% de agregado de telha fibrocimento se mantiveram dentro da faixa de densidade descrita por Garcia et al. (2012) para o concreto, e a densidade da concentração de 50% ficou muito próxima desta faixa.

A faixa descrita por Garcia et al. (2012) é de 2000 a 2800 kg/m³ e as densidades obtidas para as concentrações de 0, 25 e 50% foram, respectivamente, 2280 kg/m³, 2110 kg/m³ e 1990 kg/m³. Todavia, era conveniente que a densidade caísse, partindo-se do interesse da obtenção de um material resistente e leve.

6 Considerações finais

Após a realização do estudo e a análise dos resultados é possível afirmar que a conformação aplicada não é viável, ou seja, a utilização do resíduo de telha fibrocimento com amianto não proporciona um comportamento adequado para o concreto de fundações, pois houve queda na resistência à compressão e aumento na absorção de água. A queda na densidade, entretanto, não pode ser considerada um fator negativo, pois implica em redução no peso próprio da estrutura.

Uma vez que a proposta inicial se firmava na utilização do resíduo no concreto de fundações, a questão do aumento da absorção de água se mostra um ponto complicado, pois uma absorção muito elevada aumenta a trabalhabilidade do concreto e reduz a resistência.

De fato, a estrutura laminar, associada às dimensões da telha fibrocimento adotadas neste estudo, prejudicou a realização do mesmo, devido aos problemas no adensamento do concreto nos corpos de prova. Outro fator muito importante a ser destacado é o traço usado, que foi adotado empiricamente, talvez outro traço de concreto se mostre viável.

Todavia, enquanto não houver uma solução para o impasse permissão/proibição do uso do amianto no Brasil, produtos continuarão sendo produzidos e resíduos sendo gerados, e estes necessitarão de uma destinação adequada, portanto, cabem novos estudos.



Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 33**: Concreto - Amostragem de concreto fresco. MERCOSUL, 1998. 5p.

_____. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015, 6 p.

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007, 9 p.

_____. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009, 4 p.

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015, 23 p.

_____. **NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009, 11 p.

BAROM, Natália. FREITAS, Gabriel Souza. Poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto. In: 5º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/verArtigo?id=387&ano=_quinto>. Acesso em: 21 de setembro de 2017.

CASTRO, Hermano. GIANNASI, Fernanda. NOVELLO, Cyro. A luta pelo banimento do amianto nas Américas: uma questão de saúde pública. In: **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 8, n 4, p. 903-911, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a13v8n4>>. Acesso em: 26 de abril de 2017.

CASTRO, Hermano Albuquerque. Brasil: rumo à eliminação do asbesto/amianto. In: **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28 n. 5 p. 816-817, mai, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012000500001>. Acesso em: 26 de abril de 2017.

GARCIA, Amauri. SPIM, Jaime Alvares. DOS SANTOS, Carlos Alexandre. **Ensaio dos materiais**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MARQUES, Vinicius Marins. GOMES, Luciana Paulo. KERN, Andrea Parisi. Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 187-201, jan./mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212016000100187&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 21 de setembro de 2017.

MENDES, René. Amianto e política de saúde pública no Brasil. In: **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23 n. 7 p. 1508-1509, jul, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007000700001>. Acesso em: 26 de abril de 2017.