ANÁLISE DE DIFERENTES SISTEMAS DE PAREDE CONTENDO EPS EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA AO CRESCIMENTO DE FUNGOS EMBOLORADORES

N. A. TOMA
Graduanda em Engenharia Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
natalyat@unisinos.br

C. F. N. SOUZA
Graduanda em Engenharia Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
cnatus@unisinos.br

A. WIRTH
Graduanda em Engenharia Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
alewirth@hotmail.com

F. PACHECO
Mestrer em Engenharia Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasil
fernandapache@unisinos.br

B. F. TUTIKIAN
Doutor em Engenharia Civil
UNISINOS
Rio Grande do Sul; Brasill
bftutikian@unisinos.br

RESUMO

A habitabilidade das edificações representa a condição de ser habitado, ou ainda, o caráter de análise do conforto de um usuário ao ocupar uma habitação. Dentre as características que afetam a saúde do usuário, pode ser citada a presença de microorganismos, como os fungos emboloradores. Estes organismos tendem a ocupar superfícies onde exista umidade, no interior das edificações, e em locais com reduzida ventilação, podendo causar danos à saúde humana. Percebe-se assim, que os sistemas verticais de vedação interna devem ser objetos de análise em relação a esta variável. Ainda, sobre os sistemas de vedação, cabe destacar que em cenário nacional trabalha-se atualmente com novas tipologias de paredes que visam o desempenho, como os sistemas em painéis mistos de EPS e argamassa. Desta forma, este trabalho visa a avaliação de duas tipologias de painéis mistos de EPS com argamassa em relação ao crescimento de fungos emboladores. Destaca-se que as diferenças entre os sistemas consistem na utilização de fibras na argamassa de projeção e no seu revestimento final com tinta acrílica. Para a verificação da resistência aos fungos emboloradores utilizou-se a câmara de ataque por fungos e o ensaio foi realizado de acordo com a ASTM D3273:16. Os resultados obtidos apresentaram comportamento distinto ao crescimento de fungos. O sistema com adição de microfibras e revestimento com tinta apresentou maior crescimento de fungos.
Palabvras-chave: Durabilidade. Fungos emboloradores. Sistemas mistos.

ABSTRACT

The habitability of buildings represents the condition of being inhabited, or even, the character of analysis of the comfort of a user when occupying a dweling. Among the characteristics that affect that health of the user, may be cited a presence of microorganisms, such as smoothing fungi. These organisms tend to occupy surfaces where there is moisture, inside the buildings, and in places with reduced ventilation, and can cause damage to human health. It can be seen that vertical systems of internal sealing must be objects analysis in relation to this variable. Also, about the systems of fence, it is possible to emphasize that in national scene one is currently working with new typologies of walls that aim at the performance, as systems in mixed panels of EPS and mortar. In this way, this work aims at an evaluation of two typologies of mixed EPS panels with mortar in relation to the growth of smoothing fungi. It should be noted the differences between the systems consist of the use of fibers in the projection mortar and in its final coating with acrylic paint. For

testing of resistance to molding fungi, use a fungal attack chamber and assays performed with ASTM D3273: 16. The results obtained exhibit a distinct behavior to the growth of fungi. The system with addition of microfibers and coating with paint presented greater growth of fungi.
Keywords: Durability. Smoothing fungi. Mixed wall.

1. INTRODUÇÃO

A durabilidade das edificações recebeu maior enfoque à medida que foram desenvolvidas soluções de projeto visando a otimização das estruturas e seus recursos (FROHNSDORFF, 1996; MEHTA, 1997), ao mesmo tempo em que se percebe a geração de danos do setor e sua necessidade de atenção à sustentabilidade ambiental (DHIR et al, 2014). Tal durabilidade representa a capacidade de uma edificação ou elemento construtivo se manter utilizável em seu ambiente de inserção (GJORV, 2016; MEHTA;MONTEIRO, 2014). Baratella (2011) cita que o setor da construção civil é estratégico para o desenvolvimento de um país, porém, que acarreta na geração de impactos expressivos que não podem ser negligenciados.

De modo mais latente na atualidade, percebe-se uma preocupação de que as estruturas sejam tão duráveis quanto eficientes, tornando as edificações economicamente viáveis e de menor impacto ao meio ambiente (MULLER, HAIST, VOGEL, 2014). Hooton e Bickley (2014) apresentam o projeto visando a durabilidade como a solução atual para atenuação dos impactos relacionados às construções, exemplificando sua aplicação nas estruturas de concreto armado.

Além dos requisitos de durabilidade, percebe-se uma tendência de enfoque no conforto do usuário. Segundo Campos (2013), na atualidade, no cenário nacional e internacional, o usuário passa a exercer papel principal na concepção de um projeto.

Moura e Sá (2014) afirmam que uma das ferramentas para o alcance da sustentabilidade é a industrialização da construção civil, através da qual se pode aumentar o controle, garantir qualidade e reduzir a geração de resíduos de construção e demolição.

No cenário das inovações, tem destaque os sistemas verticais de vedação, com participação expressiva nas habitações, sendo este elemento uma possibilidade de incrementar qualidade, racionalização, sendo ainda, responsável pela habitabilidade das edificações e controle para garantia da habitabilidade (FRANCO, 1998). Sun, Ma, Zou (2015) estudaram a composição de sistemas de parede contendo sistemas híbridos com chapas de EPS com argamassa ou microconcreto, salientando a facilidade de produção destes sistemas e inclusive, a possibilidade de autoconstrução desta tecnologia. Carbonari et al (2012) apresentam os painéis mistos de concreto com EPS como soluções otimizadas, tendo estudado o comportamento à flexão destes sistemas. Os autores tiveram como conclusão principal que no carregamento não há transferência de carga nas diferentes camadas do material.

Quanto ao uso de EPS, Dissanayake, Jayasinghe e Jayasinghe (2017) perceberam o desempenho compatível ao comparar-se sistemas de paredes de concreto com a utilização de EPS, destacando nesta utilização uma maneira de reduzir os impactos gerados nas edificações.

Sendo um sistema inovador, tem-se a necessidade de conhecer suas características em termos de desempenho, principalmente pautando-se a durabilidade. Dentre os parâmetros exigidos de durabilidade nas edificações, tem-se o crescimento de fungos como dano relacionado diretamente à saúde dos habitantes. De acordo com Pietrzyk (2015) trata-se de um fenômeno que afeta as edificações mundialmente, danificando tanto os materiais quanto os habitantes da edificação, sendo resultante da interação edificação/exterior.

Uma das maneiras de combater o crescimento dos fungos emboladores é provendo o controle da umidade no interior da edificação, garantindo que não existam as condições necessárias ao crescimento dos microrganismos (SING et al, 2011; JOHANSSON, et al, 2013). Os autores destacam as tarefas de controle de umidade, ventilação e aquecimento como objetos de análise para segurança. A complexidade do controle de umidade, em concordância com Singh e Chauhan (2013) reside no fato de que ao se criar

barreiras ao vapor da água ou isolamentos mais robustos, se reduz o fluxo de ar na edificação, que também apresenta importância vital.

Johansson, Ekstrand-Tobin e Bok (2014), informam que o crescimento de fungos na superfície de materiais de construção, são resultado das propriedades do material somadas à presença de umidade. Os autores propuseram um modelo para avaliar a possibilidade do surgimento do dano patológico do crescimento dos microorganismos, utilizando as seguintes variáveis:

- Espécies dos fungos;
- Condição de exposição dos esporos;
- Condições de exposição ambiental (temperatura e umidade relativa do ar).

Considerando os fatores apresentados, de importância da inovação no cenário da construção civil, somados ao dano à saúde pública presente no crescimento de fungos (ADAMS et al, 2013; ADAMS et al, 2016), este estudo visa avaliar o sistema composto com chapas de EPS e argamassa projetada e seu desempenho em relação a este critério de durabilidade. Dois sistemas compuseram o objetivo de estudo, sendo que dentre estes há diferenciação em termos da composição do revestimento argamassado e da aplicação de tinta sobre esse revestimento que ocorre em um dos sistemas.

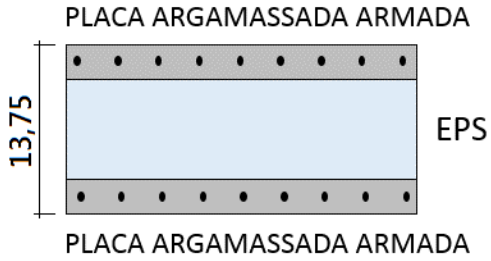
2. METODOLOGIA

2.1 Composição das amostras

Os sistemas avaliados contam com as características apresentadas a seguir. Os corpos de prova analisados consistem em placas de 7,5 cm x 10 cm e 3,0 cm de espessura, compostas pelo revestimento de argamassa e por painéis de EPS de densidade de 17 kg/m^3. Ambas as amostras apresentam painéis de EPS com espessura de 7,75cm, contando com revestimento argamassado de 3 cm em cada face, totalizando 13,75 cm de espessura. Os componentes que contemplam o sistema, considerando a composição da face interna para a face externa, são: painéis de EPS, armados com tela soldada nervurada Gerdau (série 61, tipo Q61, de aço CA-60 nervurado, diâmetro nominal das barras de 3,4mm com espaçamento entre as barras de 15 cm nas duas direções.

O revestimento argamassado da amostra A contém a adição de fibras, na proporção de 0,2% em relação a massa de cimento e traço de 1:4, sendo aplicadas acima do revestimento argamassado duas demãos de tinta acrílica. Já o revestimento da amostra B não contém fibras nem cobertura com tinta. A Figura 1 apresenta o croqui esquemático da amostra.

Figura 1 – Detalhamento da amostra



Fonte: Autores.

2.2 Métodos

2.1.1 Análise biológica

Inicialmente, houve um período de instalação dos fungos na câmara de ensaios, com seu espalhamento sobre o solo, tendo este período se estendido por 14 dias. Realizaram-se testes biológicos para confirmação da presença de fungos, anteriormente a iniciação do ensaio. Esta análise biológica visa verificar se o

ambiente de ensaio e o substrato utilizado estão aptos para a realização do ensaio. De acordo com a Figura 2, verificaram-se condições de proceder com o ataque acelerado por fungos emboloradores.

Figura 2 – análise biológica da terra com inoculação de fungos



Fonte: Autores.

2.1.2 Ensaio de ataque por fungos emboloradores

Para verificação da resistência dos sistemas de parede ao crescimento de fungos emboladores, emprega-se câmara contendo os fungos apresentados na Tabela 1.

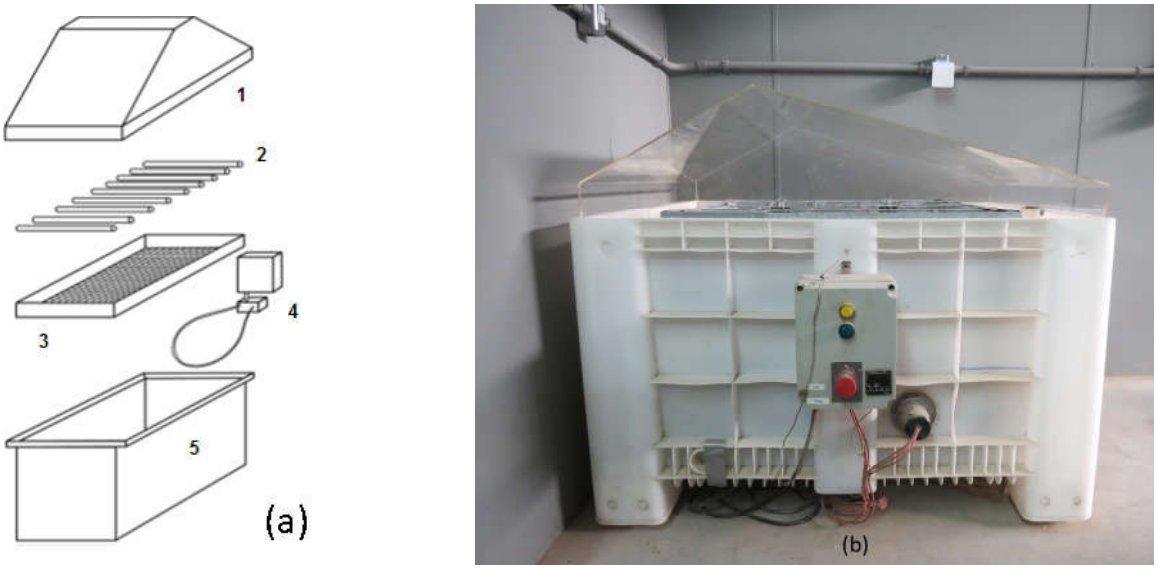
Tabela 1 - Fungos utilizados na análise dos materiais de construção

Fungo utilizado	Código
Aureobasidium pullulans	ATCC 9348
Aspergillus niger	ATCC 6275
Penicillium	ATCC 9849

Fonte: ASTM D3273, 2016

Os componentes da câmara de ataque por fungos são: (1) tampa da câmara (2) barras para suporte dos equipamentos (3) bandeja para disposição do solo (4) interface de controle de temperatura e (5) base da câmara, Figura 3a.

Figura 3 – Croqui esquemático da câmara de ensaio e amostras suspensas



Fonte: (a) ASTM D3273, 2016 e (b) Autores.

O ensaio foi realizado em concordância com o estabelecido na ASTM D 3273:16. O solo utilizado para o estudo não foi compactado e possui matéria orgânica. As amostras foram dispostas na câmara de ensaio suspensas através de barras resistentes à corrosão. Cada grupo amostral contou com 4 amostras que foram verificadas a cada 7 dias, num período total de 28 dias.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nas amostras do grupo A.

Tabela 2 - Resultado do crescimento de fungos emboloradores das amostras do grupo A

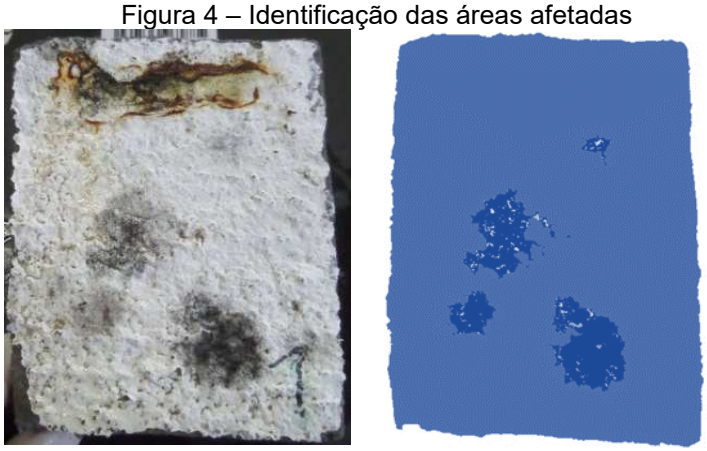
Amostra	Percentual de crescimento de fungos nas amostras			
	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Amostra 1 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 2 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 3 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 4 – EPS com revestimento argamassado				

Fontes: Autores.

Conforme se pode perceber, em todas as amostras verificou-se que com o passar do tempo o percentual de área com mudanças na coloração aumentou. Não foi percebido um comportamento homogêneo entre as amostras, tendo a amostra 2 apresentado a menor deterioração ao comparar-se com as demais. As alterações apresentaram colorações e locais de agressão da amostra distintos. Conforme recomendação de norma, transcorridos os 28 dias, avalia-se o percentual da área das amostras que apresentou mudança de tonalidade.

Para identificação das áreas das amostras que possuíam alterações na sua tonalidade, empregou-se o software Arc Map 10.3. A imagem é inserida no programa e utiliza-se a ferramenta “Spacial analyst tools”, opção Multivariate e então “Iso cluster unsupervised classification”. Com tais comandos, tem-se a identificação de diferentes colorações, conforme apresenta a Figura 4.

Figura 4 – Identificação das áreas afetadas

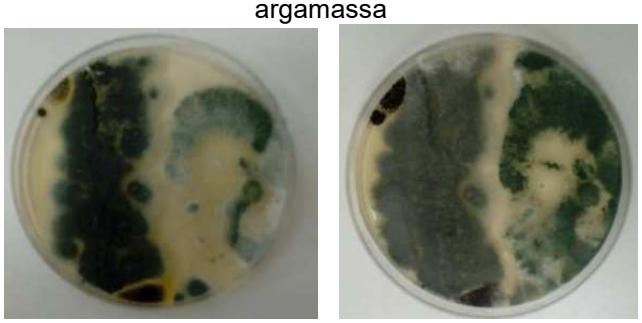


Fonte: Autores.

Os valores obtidos nas amostras do grupo A apresentaram classificação entre as faixas de 1 à 30% de desfiguração. Representada pela amostra 1 desfiguração de 25,67%, pela amostra 2 a porcentagem foi de 8,28%, já para a amostra 3 o valor encontrado foi de 16,94% e por último a amostra 4 apresentou o valor de 13,39%. Calcando a média destes valores, obteve-se 16,07% de desfiguração, sendo classificada como gradiente 8, conforme faixas apresentadas na ASTM D3273:16. Tais resultados conduzem a classificação da amostra, revestida com tinta acrílica, como favorável à propagação dos fungos.

De modo complementar, para atestar que de fato as condições de ensaio eram propícias para o crescimento de fungos e atestando sua presença, forma inoculadas amostras com revestimento argamassado pelos períodos de 3 e 7 dias em câmaras de resfriamento, conforme Figura 5.

Figura 5 – Amostras submetidas a análise microbiológica -amostras com base nas placas de EPS com argamassa



Fonte: Autores.

Este ensaio microbiológico tem como objetivo demonstrar que houve crescimento de fungos na superfície da amostra, tanto nas amostras ensaiadas, que consistem em placas de EPS com argamassa.

Do mesmo modo, anteriormente a realização do ensaio, foi verificada a matéria prima utilizada na câmara. Na sequência, a Tabela 4 apresenta os resultados obtidos no grupo B das amostras.

Tabela 3 - Testes em placas de gesso

Amostra	Percentual de crescimento de fungos nas amostras			
	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Amostra 1 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 2 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 3 – EPS com revestimento argamassado				
Amostra 4 – EPS com revestimento argamassado				

Fonte: Autores

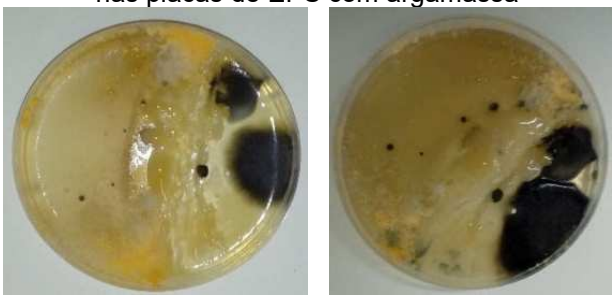
De modo análogo ao realizado para as amostras do grupo A, identificou-se com auxílio de software de processamento de imagem o percentual das Amostras do grupo B que apresentou alterações na tonalidade.

A amostra 1 apresentou a desfiguração de 3,64% e a amostra 2 esse valor foi de 1,71%. Já a amostra 3 apresentou o valor de 3,54% e por último a amostra 4 não apresentou nenhum sinal de crescimento de fungos na sua superfície, assim não apresentando nenhuma desfiguração. Conforme faixas de gradiente de proliferação de fungos, expostos pela ASTM D 3273:16 o Grupo B obteve a média de 2,22%, assim sendo classificado como gradiente 9 (1 a 10% de desfiguração). Foi analisado, através dos resultados obtidos, que

o sistema construtivo, representado pelas amostras, não são suscetíveis à proliferação de fungos emboloradores.

O teste de proliferação em câmara de resfriamento apresentou os resultados expostos na Figura 6.

Figura 6 – Amostras submetidas a análise microbiológica - amostras com base nas placas de EPS com argamassa



Fontes: Autores.

4. CONCLUSÃO

Após a realização dos dois ensaios, pode-se perceber que os dois grupos amostrais apresentaram comportamento distinto no que tange ao crescimento de fungos emboloradores. O grupo A, que contou com a adição de microfibras e duas demãos de pintura acrílica, apresentou maior crescimento de fungos, com área máxima atingida de até 25,67%, sendo essa faixa especificada pela ASTM D 3273:2016.

No grupo B, diante da não detecção por análise visual de presença dos fungos nos materiais analisados, constata-se que, ainda que houvesse fungos na câmara de ensaio, não houve a proliferação nas amostras, apresentando resistência satisfatória ao crescimento de fungos emboloradores.

Ao se analisar os dois sistemas, em relação as suas especificidades, pode-se atribuir o maior crescimento de fungos à amostra A devido a rugosidade da superfície, que se apresenta maior comparado à amostra B, fato que pode facilitar a aderência dos fungos com a superfície do concreto. Segundo Sanchez-Silva (2008) a ação da água ou o atrito de elementos estruturais com o concreto pode gerar uma rugosidade na superfície do concreto, facilitando a incorporação de fungos. Outra explicação seria a adição de microfibras e a pintura na superfície da amostra. O crescimento de microorganismos ocorre quando há a condição apropriada que envolve variáveis como água, luz, temperatura, pH, oxigênio e nitrogênio.

5. REFERÊNCIAS

ADAMS, R,I; MILETTO, M; TAYLOR, J.W; BRUNS, T.D. **The diversity and distribution of fungion residential surfaces**. PLoS ONE 8(11): e78866. doi:10.1371/ journal.pone.0078866, 2013.

ADAMS, R.I; BHANGAR, S; DANNEMILLER, K.C; EISEN, J.A. FIERER, N; GILBERT, J.A; GREEN, J.L; MARR, L.C; MILLER, S.L; SIEGEL, J.A; STEPHENS, B WARING, M.S. BIBBY,K. **Ten questions concerning the microbiomes of buildings**. Building and environment. 109, p224-234, 2016.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM – D3273: Standard Test Method for Resistance to Growth of Moldo n the Surface of Interior Coatings in na Environmental Chamber**. 2016.

BARATELLA, P.R.M. **Análise do desenvolvimento de indicadores para avaliação de sustentabilidade de edifícios brasileiros**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.Campinas, 2011.

CAMPOS, P.F. **Norma de desempenho de edificações: uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil**. Concreto e Construções, v. XLI, p. 26-31, 2013.

DHIR, R.K; MCCARTHY, M.J; NEWLANDS, M.D. **Challenges in designing concrete durability: a sustainable approach.** Concrete Technology Unit. University of Dundee, UK, 2014.

FRANCO, L. S.. **O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção. In: Seminário tecnologia e Gestão na produção de edifícios**. 1998, São Paulo. Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, 1998. p. 221-236.

FROHNSDORFF, G. **Predicting the service lives of materials of construcion**. In: Proceedings of the 4th materials engineering conference, wash, DC, held Nov 10-14, 1996.

JOHANSSON, P; SVENSSON, T; EKSTRAND-TOBIN, A. **Validation of critical moisture conditions for mould growth on building materials**. Building and environment, 62, p.201-209, 2013.

JOHANSSON, P; EKSTRAND-TOBIN, A; BOK, G. **An innovative test method for evaluating the critical moisture level for mould growth on building materials**. Building and environment, 81- p 404-409, 2014.

MEHTA, P.K. **Durability- critical issues for the future**. Concrete international. July, 1997. p- 27-33.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**, São Paulo: Ibracon, 2014.

MOURA, S; SÁ, M**. Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável**. Revista tecnologia e informação. V.1, n.1, p 64-77, 2013.

MULLER, H.S; HAIST, M; VOGEL, M. **Assessment of the sustainability potential of concrete and concrete structures considering their environmental impact, performance and lifetime**. Construction and building materiais, vol. 67, p 321-337, 2014.

HOOTON, R.D; BICKLEY, J.A. **Design for durability: the key to improving concrete sustainability**. Construction and building materiais, vol 67, p 422-430, 2014.

SU, S; MA, D; ZHOU, G. **Applications and analysis of the composite wall on construction in Heilongjiang Province**. Procedia Engineering 118. P160-168, 2015.

CARBONARI, G; CAVALARO, S.H.P; CANSARIO, M.M; AGUADO, A. **Flexural behavior of light-weight sandwich panels composed by concrete and EPS**. Construction and building materials, 35, p-792-799, 2012.

DISSANAYAKE, D.M.K.W; JAYASINGHE, C; JAYASINGHE, M.T.R. **A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystrene (EPS) based foam concrete wall panels**. Energy and buildings, 135, p85-94, 2017.

PIETRZYK, K. **A systemic approach to moisture problems in buildings for mould safety modelling**. Building and environment, 86, p.50-60, 2015.

SANCHEZ-SILVA, M; ROSOWSKY, D.V. **Biodeterioration of Construcition Materials: State of the Art and Future Challenges**. Journal of materials in civil engineering, 20, p352-365, 2008.

SINGH, J; YU, C; KIM, J.T. **Building pathology toxic mould remediation**. Indor and built environment, v. 20, p36-46, 2011.

SINGH, P; CHAUHAN, M. **Influence of Environmental factors on the growth of building deteriorating fungi: Aspergillus flavus and Penicillium chrysogenum**. Int J Pharm Sci Res, 4(1), p.425-429, 2013.