

HABITAÇÕES EM CONTÊNERES MARÍTIMOS: ESTUDO DE CASO¹

SILVA, M. Universidade Federal de Ouro Preto, email: milenegonzaga@hotmail.com; SOUZA, H., Universidade Federal de Ouro Preto, email: henorster@gmail.com

ABSTRACT

This research analyzed the thermal performance of two residences built from maritime containers, both located in Jaboticatubas, Minas Gerais, Brazil. The architectural design approach and construction materials were checked with the purpose to investigate the interferences that these choices cause on these constructions environmental quality and thermal performance, and the most common failures related to this construction typology as well. Technical inspections were made in order to diagnose the current situation and inside and outside air temperature in-site measurements were provided in different seasons (winter, spring and summer). The results showed that from the paint color, the construction implementation, up to the use of additional coverage, all result in huge differences between inside and outside environment temperature. Furthermore this constructive typology has great potential, and should be disseminated and encouraged. However, the use of thermal insulation materials and other strategies are extremely needed to improve internal thermal performance, besides qualified labor trained to work on maritime containers constructions, avoiding several problems during the work and pathologies in the future.

Keywords: Container Residences. Thermal Efficiency. Environmental Quality.

1 INTRODUÇÃO

São diversas as atividades, que embora sejam essenciais ao homem, ainda promovem sérios prejuízos ao meio ambiente. Segundo Keeler e Burke (2010), a construção civil é considerada a atividade que mais gera esses impactos. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON), o brasileiro produz, em média, meia tonelada de resíduos de construção civil ao ano e 60% do lixo sólido das cidades vêm da construção civil (ECYCLE, 2017).

Outro setor que tem gerado grande quantidade de resíduos é o do transporte marítimo. Milhares de contêineres são descartados anualmente em portos do mundo inteiro. Embora os contêineres sejam confeccionados de material durável e resistente (aço corten), para seu uso como contentor de mercadorias possui vida útil de aproximadamente dez anos, a partir daí saem de circulação. Em contrapartida, seu uso na construção civil do ponto de vista estrutural, pode chegar a 100 anos (GONÇALVES, 2015).

Por isso, na busca de um desenvolvimento com menor impacto ambiental, contêineres despejados entram para o cenário da construção civil, onde unem reaproveitamento de material nobre descartado, rapidez de execução da obra e redução de entulhos nos canteiros de obra (ZARPELON, 2012).

¹ SILVA, M., SOUZA, H. Habitações em contêineres marítimos: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Um fator agravante no uso de contêineres como espaços habitados está relacionado ao conforto térmico já que aço se caracteriza como excelente condutor térmico e péssimo isolante acústico. Desta forma as edificações contêineres precisam de materiais que promovam melhoria no seu desempenho térmico e acústico para que proporcionem condições de serem habitadas com qualidade ambiental (YAZBEK, 2015).

O objetivo deste estudo é avaliar o uso do contêiner em habitações, quanto aos materiais utilizados, partido arquitetônico e as influências na eficiência térmica. Apresenta-se como resultado o comportamento térmico de cada edificação e as escolhas de construção que influenciaram tal comportamento, bem como patologias encontradas.

2 METODOLOGIA

As edificações estudadas (Figura 1) situam-se no município de Jaboticatubas, MG, próximo ao município de Lagoa Santa e estão à aproximadamente 10km de distância uma da outra. Jaboticatubas está a 774,8m de altitude e o clima é o tropical de altitude (CLIMATE..., 2018).

Figura 1 - Edificação A (esquerda) e Edificação B (direita)



Fonte: Os autores

As características de construção das edificações foram apuradas na avaliação técnica, por meio de observação e informação dos proprietários. Os dados climáticos externos foram coletados a partir da estação meteorológica de Lagoa Santa disponibilizada no site *Weather Underground*. Internamente são utilizados sensores da marca Almeno ligados a um *datalogger*, para medir a temperatura do ar em três alturas distintas (1,70m; 1,10m; 0,10m) conforme recomendação da norma ISO 7726 (ISO, 1998 p.16), posteriormente se realizou uma média dessas três temperaturas. Os sensores foram instalados na Edificação A na sala de estar (Figura 2) e na Edificação B na suíte 3 (Figura 3), esses locais foram escolhidos para que causassem menos transtornos aos moradores em suas atividades diárias. As medições ocorreram conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Datas e parâmetros de medições

Estação	Datas	Período de medição	Condição de ventilação	
			Edificação A	Edificação B

	22/06/17	De 14h às 23h59	Aberturas e cortinas abertas de 14h às 18h.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
Inverno	23/06/17	De 0h às 23h59	Aberturas e cortinas abertas de 9h às 14h.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
	24/06/17	De 0h às 11h	Aberturas e cortinas fechadas.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
Primavera	28/10/17	De 0h às 23h59	Aberturas e cortinas abertas de 14h às 18h.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
	29/10/17	De 0h às 23h59	Aberturas e cortinas abertas de 9h às 14h.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
Verão	17/02/18	De 0h às 23h59	Aberturas e cortinas fechadas.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.
	18/02/18	De 0h às 23h59	Aberturas e cortinas abertas de 9h às 14h.	Aberturas fechadas. Cortinas abertas durante o dia.

Fonte: Os autores

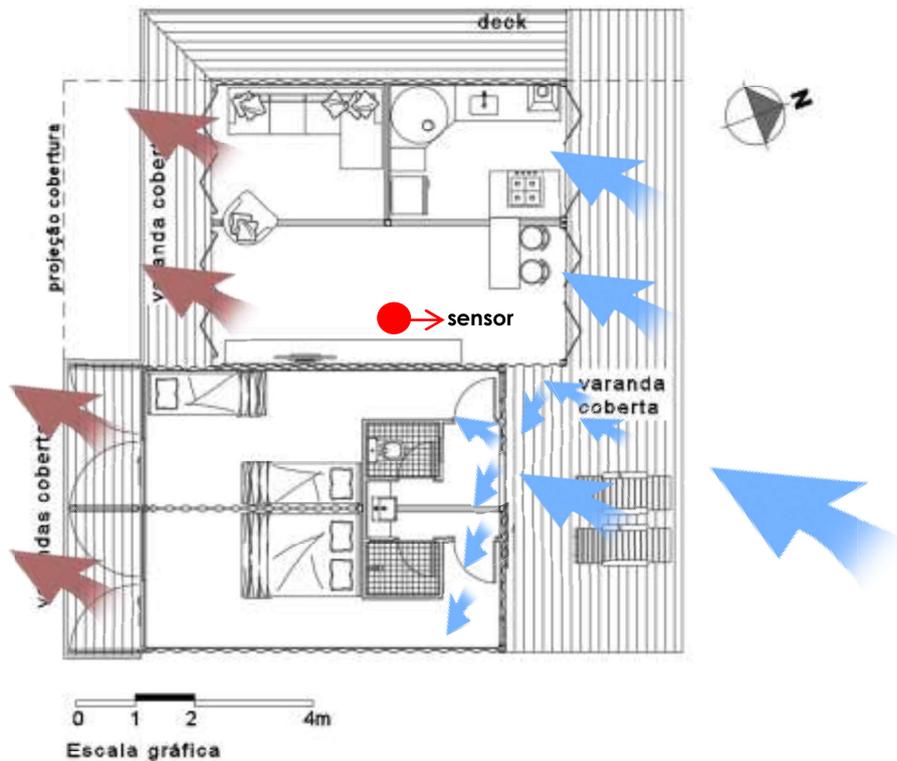
3 RESULTADOS

3.1 Avaliação Técnica

3.1.1 Edificação A

Construída por mão de obra qualificada em construções contêineres, a edificação possui 60m² e é composta por dois contêineres High Cube de 40' (medidas internas: 12,022m x 2,352m, 2,696m de altura, com rebaixo em gesso de 5cm), recortados ao meio e dispostos lado a lado com recuos para criar varandas (Figura 2).

Figura 2 - Planta da Edificação A com localização do sensor de temperatura e ventilação predominante



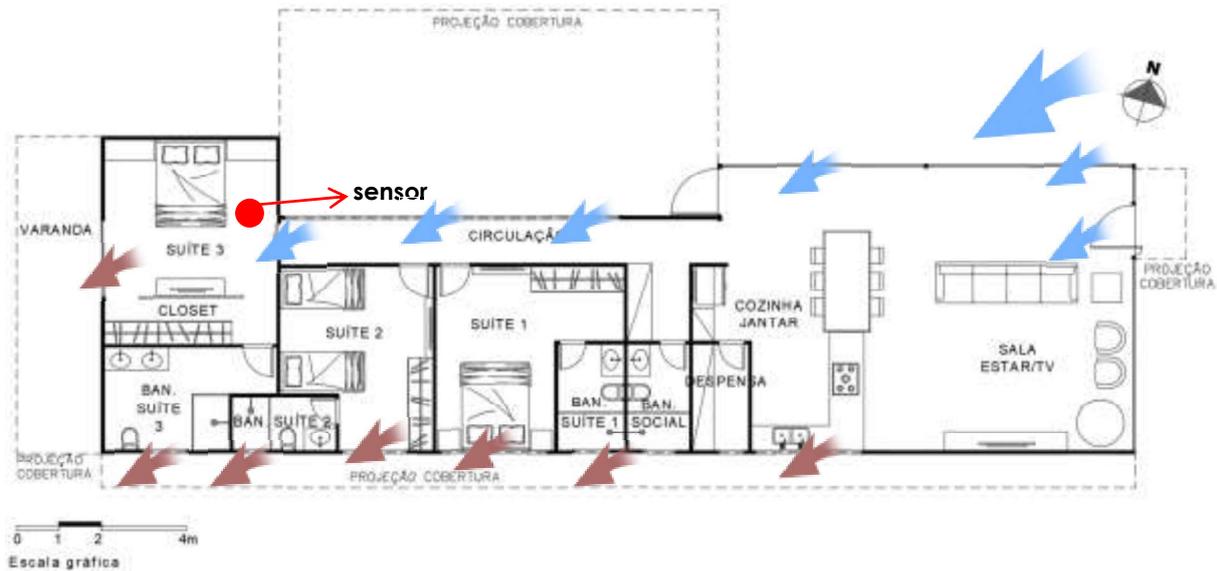
Fonte: Adaptado de Edificare (2017)

Para melhorar o desempenho térmico, a edificação recebe placas de um material de isolamento térmico composto externamente por membranas poliméricas e no interior uma camada de poliestireno expandido chamado 3TC (3TC..., 2015). Esse material é aplicado nas paredes internas e acima do forro de gesso no teto. Há também sombreamento nas aberturas que recebem maior insolação e ventilação cruzada, com grandes portas em fachadas opostas. Mantém a cobertura original do contêiner em chapa de aço com tinta térmica refletiva branca. O piso utilizado é o compensado naval original do contêiner, exceto nas áreas molhadas que recebem revestimentos cerâmicos. As superfícies externas recebem tinta térmica em cor escura (marrom), desfavorável ao desempenho térmico, pois apresenta menor refletância comparada às cores claras, e isso resulta em maior ganho de calor. A edificação tem pouco mais de dois anos de uso e ainda não apresenta patologias construtivas.

3.1.2 Edificação B

Construída sem mão de obra especializada em edificações contêineres, a edificação B possui 157m² de área construída e é composta por quatro contêineres do tipo High Cube (Figura 3). Possui 18cm de rebaixo em gesso no teto.

Figura 3 - Planta da Edificação B com localização do sensor de temperatura e ventilação predominante



Fonte: Os autores

Nesta edificação são usadas grandes fachadas em vidro orientadas ao norte, que recebem sol durante todo o ano sendo desfavoráveis ao desempenho térmico. Em contrapartida, o uso de telhas de zinco em toda a cobertura age favorável ao desempenho térmico, pois evita a radiação solar direta sobre as chapas de aço dos contêineres. A parte da fachada norte que mantém as chapas de contêiner recebem placas de isolamento térmica (3TC...,2015) atrás do revestimento de *drywall*, que reveste toda a casa internamente. Para melhoria do desempenho térmico toda a edificação possui lâ de vidro acima do rebaixamento em gesso do teto. Os pisos adotados são porcelanatos e laminados em madeira. Externamente a edificação é pintada com tinta epóxi laranja. Devido aos acoplamentos mal sucedidos dos contêineres, há vários pontos de infiltrações apresentando diversas partes do gesso danificadas ou mofadas.

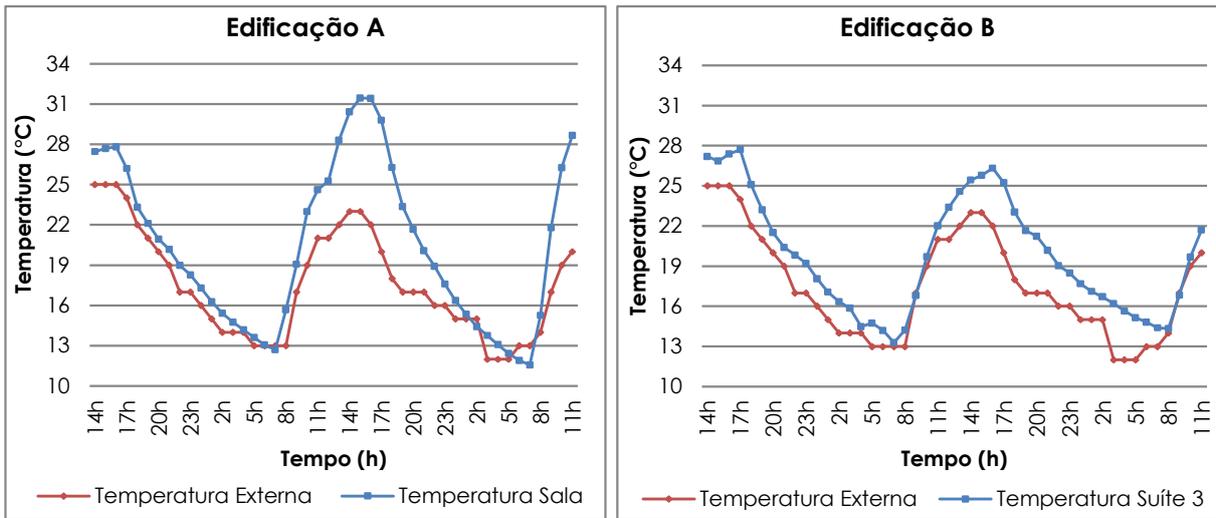
3.2 Análise comparativa entre as temperaturas internas e externas

3.2.1 Inverno

A edificação A mantém as temperaturas internas próximas a temperatura externa, exceto próximo das 14 horas do dia 23 de julho, onde alcança os 31,4°C enquanto externamente 23°C. A mínima interna foi de 11,6°C às 7 horas do dia 24, enquanto externamente a temperatura alcançou 12°C (Figura 4).

A edificação B mantém as temperaturas internas e externas próximas durante todo o período, sem grandes picos. A máxima atingida internamente é 28°C no dia 22 às 16 horas enquanto neste horário a externa é de 25°C. A mínima interna é de 13,3°C igualando a externa neste horário (Figura 4).

Figura 4: Evolução Temporal da temperatura no período do inverno



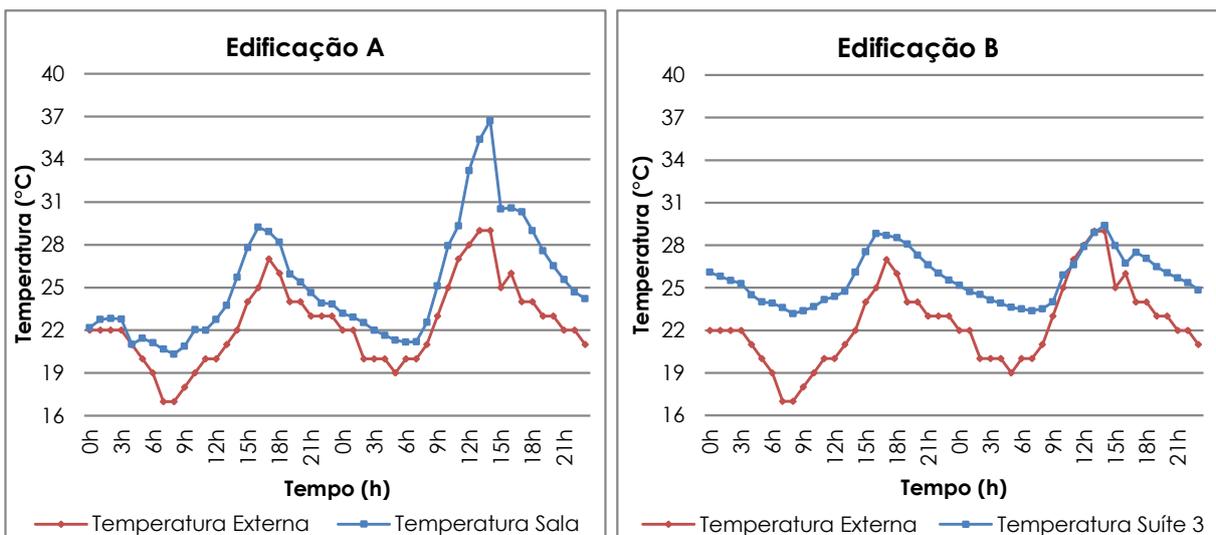
Fonte: Os autores

3.2.2 Primavera

A edificação A apresenta a temperatura interna pouco acima da externa durante todo o período, com diferença de até 3°C, exceto no dia 29 em que tem um pico de temperatura com a máxima atingindo 36,7°C às 14 horas enquanto neste momento externamente a temperatura é de 29°C (Figura 5).

A edificação B apresenta durante todo o período de medição uma temperatura interna mais estável, sem grandes picos. A máxima que se atinge internamente é de 29,3°C às 14 horas do dia 29 acompanhando a externa que neste momento marca 29°C. A mínima é de 23,2°C às 8 horas do dia 28, e neste momento a temperatura externa é de 17°C (Figura 5).

Figura 5: Evolução Temporal da temperatura no período da primavera



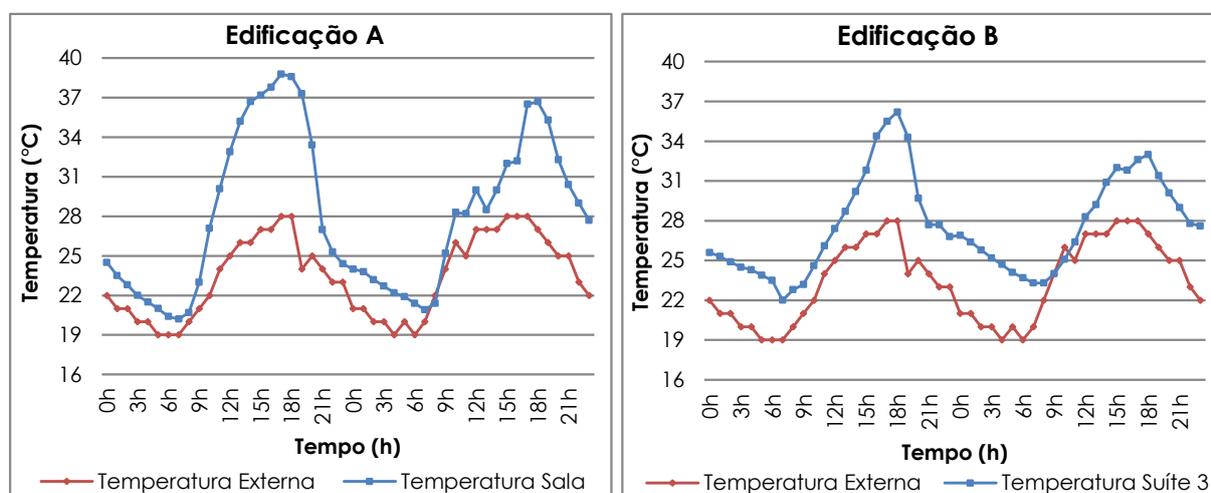
Fonte: Os autores

3.2.3 Verão

A edificação A tem temperaturas bem acima da externa ao longo dos dias, aproximando das temperaturas externas apenas durante as madrugadas. A máxima atingida é de 38,8°C às 17 horas do dia 17, e neste momento externamente a temperatura é de 28°C. A mínima atingida, 20,2°C, no dia 17 às 7 horas, enquanto externamente atinge 19°C (Figura 6).

A edificação B iguala a temperatura externa apenas na manhã do dia 18, próximo às 10h. Nos demais dias mantém em torno de 5°C acima da temperatura externa. A máxima alcançada é de 36,2°C no dia 17, enquanto a temperatura externa é de 28°C. Já a mínima monitorada nesse período é de 22°C do dia 17 às 7 horas, enquanto externamente a temperatura é de 19°C (Figura 6).

Figura 6: Evolução Temporal da temperatura no período do verão



Fonte: Os autores

4 DISCUSSÃO

A partir das curvas dos gráficos apresentados nas Figuras 4, 5 e 6 percebe-se que a edificação A atinge temperaturas mais altas que a edificação B, apresentando também maiores variações térmicas. Os picos extremos de temperatura que ocorrem nas edificações, principalmente no verão, ocorreram em função das edificações estarem fechadas neste momento, não permitindo renovação de ar.

Fatores como a cor da pintura externa (marrom) e a falta de cobertura adicional também contribuem para as temperaturas mais altas na edificação A, já que a edificação B possui telhas de zinco e coloração externa mais clara (laranja). Por outro lado o porcelanato na edificação B também proporciona uma sensação de mais frescor no ambiente.

A edificação A precisa de sombreamento externo para melhoria do clima interno. Isso pode ser conseguido por meio de cobertura adicional e arborização no entorno da edificação. Uma tinta clara, com maior refletância também ajudaria a melhorar o desempenho térmico.

No caso da edificação B podem-se obter melhorias no desempenho térmico sombreando a fachada envidraçada e adicionando material isolante térmico nas demais fachadas, já que todas recebem sol em diferentes épocas do ano. Pintura externa mais clara também proporcionaria resultados mais satisfatórios. Por outro lado é necessário reparar a cobertura para impedir as infiltrações que têm causado danos internos.

5 CONCLUSÃO

Apesar de todas as vantagens das edificações contêineres (reutilização de material descartado, rapidez, modulação, mobilidade), o aço como um excelente condutor térmico, exige que as edificações contêineres recebam materiais isolantes térmicos somados a estratégias para que se consiga maior desempenho térmico. Além dos materiais isolantes térmicos, são várias as estratégias para melhorar a temperatura interna das edificações, como por exemplo, cobertura acima da edificação ou de varandas, para sombrear chapas e aberturas, sombreamento por vegetação, além de aberturas de portas e janelas em locais adequados, para evitar radiação solar direta internamente e aproveitar ao máximo a ventilação natural.

Devido a tamanha complexidade na execução, faz-se também necessário uso de mão de obra especializada e qualificada para essa tipologia de construção, para que evite patologias decorrentes de serviços mal executados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES e à UFOP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

3TC ISOLAMENTO. 2015. Disponível em: <<http://www.3tc.com.br/>>. Acesso em: 8 mar. 2017.

CLIMATE-data.org. **Jaboticatubas**. 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/176496/>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

EDIFICARE, **Containers Transformados**. 2017. Disponível em: <<http://edificare.eng.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

ECYCLE. **Brasileiro produz meia tonelada de resíduo na construção civil por ano**. 2017. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/636-brasileiro-produz-meia-tonelada-de-residuo-na-construcao-civil-por-ano.html>>. Acesso em: 15 fev. 2018

GONÇALVES, W. Legalize it. **Revista Verso Anverso**, Containers. Belo Horizonte. Ano 1. n.1. Julho de 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726**: Thermal environments instruments and methods for measuring physical quantities. Genebre, 1998.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Rio Grande do Sul: Bookman, 2010. 362 p.

WEATHER UNDERGROUND. **Lagoa Santa Airport, Brazil**. 2017. Disponível em: <<https://www.wunderground.com/history>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

YAZBEK, P. Containers viram casas com apelo moderno e preços atraentes. **Exame.com**, 2015. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/containers-viram-casas-com-apelo-moderno-e-precos-atraentes/>> Acesso em: 08 fev. 2017.

ZARPELON, M. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Junho de 2012. Disponível em: <<http://revistageracaosustentavel.blogspot.com.br/2012/06/sustentabilidade-na-construcao-civil.html>> Acesso em: 11 fev. 2018.