

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO EM CONTÊINER¹

RANCURA, Raquel Letícia (1); ALVES, Vinícios Mendonça (2)

(1) METROCAMP-DEVRY BRASIL, e-mail: rrancura@metrocamp.edu.br; (2)
METROCAMP-DEVRY BRASIL, e-mail: vma@outlook.com.br.

RESUMO

Em busca de renovação, economia e sustentabilidade, os contêineres, utilizados costumeiramente para transporte de carga marítima, vêm sendo aproveitados como almoxarifados, alojamentos e, aos poucos, introduzidos em projetos residenciais em meio à busca de eficiência energética, redução de custos e desperdícios, visando construções mais rápidas e sustentáveis. Dentro deste contexto, foi o objetivo deste trabalho de conclusão de curso verificar se a real diferença de temperatura interna comparada à externa de uma edificação feita a partir de contêineres atende ao índice mínimo de conforto térmico, publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho. A metodologia teve como base medições de temperatura coletadas em uma semana de verão com auxílio de conjuntos *Data Loggers*. Os conjuntos foram posicionados no interior de duas salas e no exterior de uma edificação de contêiner previamente conhecida. Nos dias avaliados, as salas apresentaram temperatura interna superior à externa, com diferença média de 8°C. Embora as salas estudadas não tenham atendido à norma todos os dias, o uso de contêineres foi avaliado como viável, desde que outros requisitos sejam aplicados. Conhecer e melhorar o desempenho térmico de edificações que reutilizam contêineres pode incentivar seu uso como sistema construtivo.

Palavras-chave: Contêiner. Desempenho térmico. Conforto.

ABSTRACT

In search of renewal, economy and sustainability containers customarily used for maritime cargo transport, have been utilized as storerooms, living quarters and gradually introduced in residential projects to pursuit of energy efficiency, reduce costs and waste, aiming at more rapid and sustainable buildings. In this context, to verify if the actual internal temperature difference compared to outside meets the minimum ratio of thermal comfort published by the Brazilian Association Standards Techniques (ABNT) in the Brazilian Standard (NBR) 15575: 2013 - Building Housing - Performance, was the objective of this term paper. The methodology was based on humidity and temperature measurements collected on a summer week with sets Data Loggers. The sets were placed inside two rooms in and outside of a previously known container building. In the days evaluated the rooms had temperature higher than the outside, with a mean difference of 8 °C. Although the study rooms have not met the standard every day, the use of containers was assessed as feasible as long as other requirements are applied. To know and improve the thermal performance of building reusing containers can encourage its use as a building system.

¹ RANCURA, Raquel Letícia; ALVES, Vinícios Mendonça. Avaliação de desempenho térmico de edificações em contêiner. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Container. Thermal performance. Comfort.*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira tem investido em estudos e pesquisa científica, para trazer uma modernização do setor que ainda tem gerado muitos resíduos de construção civil (RCC) e resíduos de construção e demolição (RCD). Estes altos índices de desperdício diferem de países considerados de primeiro mundo, onde a maioria das edificações é construída com materiais ecológicos, dispensando ou diminuindo o uso dos materiais comuns como areia, brita, ferro e cimento. Segundo Milaneze et al. (2012, pág. 2), os contêineres são produzidos a partir de materiais metálicos e não biodegradáveis para o condicionamento e transporte de cargas, mas, após dez anos de uso são dispensados formando uma montanha de lixo no contexto urbano das cidades portuárias.

Moura (2014) e Milaneze et al. (2012) afirmam que melhorias e adaptações precisam ser feitas para a utilização de contêineres para fins habitacionais, entre elas, verificar se todos os requisitos do projeto e a real diferença de temperatura interna comparada com a externa atendem ao índice mínimo de conforto, devido ao desempenho térmico do contêiner, publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 15575:2013. Tal necessidade de verificação de temperatura também é afirmada por Buges et al. (2014), que, além de corroborar o conhecimento sobre os benefícios do uso de contêineres na construção civil, devido à sua boa capacidade estrutural, resistência a diversas intempéries – como chuva e fogo, entre outros – não deixa de expor a necessidade de uma análise de desempenho energético dos contêineres para fins residenciais.

O intuito deste trabalho foi contribuir com essas novas questões, a fim de se avançar no conhecimento desse sistema construtivo, que pode ser considerado “novo” no Brasil, se comparado com outros países. Tal qual já afirmado por Paula e Tibúrcio (2012), o uso de contêineres na construção civil já é prática consolidada na Holanda e no Japão.

Os ambientes internos analisados não atenderam, todos os dias, o mínimo de desempenho estabelecido pela NBR 15575:2013, provavelmente por não ter ocorrido troca de ar durante o período das medições, pois as aberturas se mantiveram fechadas. Contudo, foi considerado viável o uso do contêiner.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Contêineres na construção civil

Aguirre et al (2008) verificou a possibilidade de se usar contêineres na Habitação de Interesse Social (HIS), como alternativa para sanar o sério problema habitacional de países em desenvolvimento. Percebeu que a HIS projetada a partir do uso de contêineres é apropriada desde que a sustentabilidade e a adequação bioclimática sejam pensadas desde a concepção do projeto. A possibilidade de substituir casas de alvenaria por

contêineres na HIS também foi pesquisada por Lima e Silva (2016), cujo trabalho avaliou os aspectos técnico, financeiro, geográfico, temporal e jurídico. Dentro da questão “geográfica”, o fator determinante é a adaptação do contêiner ao clima, aproveitando condições locais e minimizando fatores naturais com isolamento.

Uma das dúvidas mais comuns na utilização de contêineres como sistema construtivo diz respeito ao seu desempenho térmico, que pode influenciar no desempenho energético. Guedes e Buoro (2015), para atestar a sua viabilidade em termos de eficiência térmica e energética, desenvolveram um projeto que foi simulado no software Domus Eletrobras e constataram que o aproveitamento de contêineres na construção civil é viável, desde que com a combinação adequada de materiais à sua envoltória (isolantes), alcançando grande capacidade de isolamento térmico e acústico.

Carbonari e Barth (2016) confirmam que o maior desafio na utilização e construções com contêineres é assegurar o conforto térmico. Em seu estudo, constataram que existe uma crescente utilização de contêineres em prédios comerciais no sul do Brasil, entretanto as principais dificuldades técnicas e construtivas estão relacionadas à falta de conhecimento das adequações necessárias dos contêineres, principalmente na escolha de materiais eficazes para melhorar a temperatura interna.

Sobre a utilização de contêineres em canteiros de obras, na substituição do tradicional depósito de materiais, Costa e Prado (2014) fizeram avaliação de desempenho, conforto térmico e IBUTG de contêineres metálicos para canteiro de obras. O contêiner metálico se difere do contêiner marítimo, que foi o objeto de todos os estudos aqui citados anteriormente, na composição e espessura das paredes. O contêiner marítimo é confeccionado em aço *corten* na espessura de 1,3 mm e o contêiner metálico é confeccionado em aço galvanizado na espessura de 0,65 mm. O estudo feito com contêiner metálico também demonstrou que sua envoltória sem tratamento térmico não é eficiente nos itens acima propostos.

2.2 NBR 15575:2013 – “Edificações habitacionais – Desempenho”

A NBR 15575:2013 define níveis mínimos de desempenho, que, obrigatoriamente, devem constar nas novas edificações. Ela se divide em requisitos gerais, sistemas estruturais, sistemas de pisos, sistemas de vedações verticais internas e externas, sistemas de coberturas e sistemas hidrosanitários. Ela faz exigências mínimas construtivas, com soluções técnicas adequadas e economicamente viáveis. A NBR 15575:2013 não visa condicionamento artificial, garantindo, assim, eficiência energética e sustentabilidade. As formas de avaliação de desempenho da NBR 15575:2013 comportam ensaios para análise de diversas envoltórias, por meios computacionais, através de software, ou avaliação *in loco*. A importância da normatização, suas diretrizes e a observação da mesma nos projetos para obtenção de um melhor desempenho é citado por Bogo (2008, pág. 1):

O desenvolvimento da normalização de produtos em geral colabora para a melhoria da qualidade dos mesmos, com a uniformização de processos de fabricação e de avaliação, possibilitando melhorias destinadas ao consumidor final. Isto vale também para as edificações, seus materiais e sistemas construtivos, como já existente em diferentes áreas da construção civil, como é o caso da normalização sobre desempenho térmico de edificações.

Os critérios definidos para a diferença de temperatura mínima satisfatória para os dias quentes e sua classificação de desempenho térmico contam podem ser observados nas tabelas das Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Critério para classificação de desempenho térmico para o verão.

Nível de desempenho	Critério	
	Zona 1-7	Zona 8
Mínimo	$T_{i, \text{máx.}} \leq T_{e, \text{máx.}}$	$T_{i, \text{máx.}} \leq T_{e, \text{máx.}}$
Intermediário	$T_{i, \text{máx.}} \leq (T_{e, \text{máx.}} - 2^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \text{máx.}} \leq (T_{e, \text{máx.}} - 1^{\circ}\text{C})$
Superior	$T_{i, \text{máx.}} \leq (T_{e, \text{máx.}} - 4^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \text{máx.}} \leq (T_{e, \text{máx.}} - 2^{\circ}\text{C})$ e $T_{i, \text{mín.}} \leq (T_{e, \text{mín.}} + 1^{\circ}\text{C})$
Legenda	$T_{i, \text{máx.}}$ É o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em $^{\circ}\text{C}$.	
	$T_{e, \text{máx.}}$ É o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em $^{\circ}\text{C}$.	
	$T_{i, \text{mín.}}$ É o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em $^{\circ}\text{C}$.	
	$T_{e, \text{mín.}}$ É o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em $^{\circ}\text{C}$.	

Fonte: NBR15575 (2013).

Tabela 2: Critério para classificação de desempenho térmico no inverno.

Nível de desempenho	Critério
	Zona 1-5
Mínimo	$T_{i, \text{mín.}} \geq (T_{e, \text{mín.}} + 3^{\circ}\text{C})$
Intermediário	$T_{i, \text{mín.}} \geq (T_{e, \text{mín.}} + 5^{\circ}\text{C})$
Superior	$T_{i, \text{mín.}} \geq (T_{e, \text{mín.}} + 7^{\circ}\text{C})$
* As Zonas 6-8 não possuem critério.	

Fonte: NBR15575 (2013).

3 METODOLOGIA

3.1 Delimitação do Campo de Pesquisa

A pesquisa deste trabalho aconteceu na cidade de Indaiatuba/SP. A escolha da cidade se deve ao fato de ter ela ser sede de uma construção feita a partir de contêineres, objeto deste estudo. Outras cidades foram consultadas, mas Indaiatuba foi também escolhida pela sua proximidade em relação à faculdade Metrocamp – Devry (Brasil) de Campinas/SP, considerada a dificuldade de deslocamento dos equipamentos cedidos para a pesquisa. A cidade de Indaiatuba está localizada no interior do Estado de São Paulo, distante aproximadamente 110 km da capital, sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude $23^{\circ}05'25''$ sul, longitude $47^{\circ}13'05''$ oeste e altitude de 624 metros.

O clima é tropical de altitude, com temperatura média anual de 22°C, de inverno seco e verão chuvoso. A média anual do índice pluviométrico está entre 1.110 - 1.300 mm; 30 mm no mês mais seco e 300 mm no mês mais chuvoso.

3.2 Caracterização do Ambiente de Pesquisa

O prédio em questão é o de uma filial da construtora HCon Engenharia. Está localizada na Avenida Engenheiro Fabio Roberto Barnabé, 2.478 – Jd. Esplanada 2, como indica a Figura 1.

Figura 1: Localização da HCon Engenharia de Indaiatuba-SP

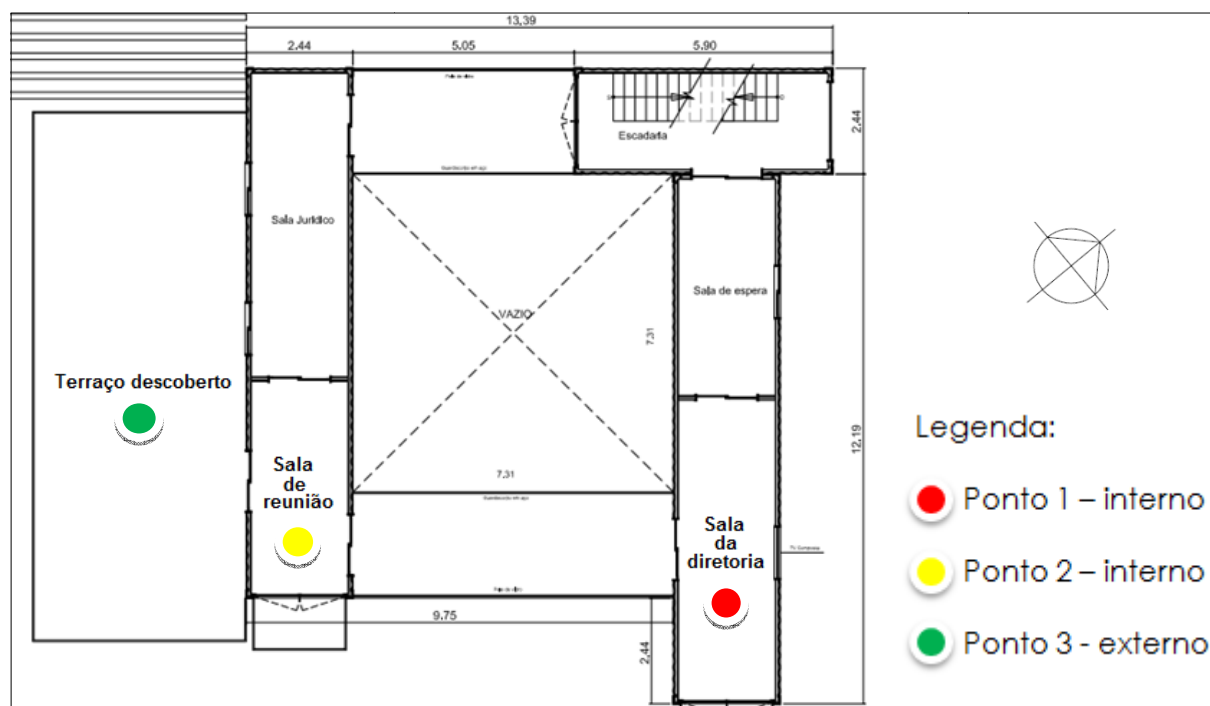


Fonte: Google Earth (2016).

3.2.1 Escolha dos Pontos de Medição

Três ambientes foram escolhidos para a coleta de dados, sendo duas salas internas e um jardim externo, conforme demarcação na Figura 2. O principal critério adotado na escolha das salas internas foi a climatização artificial. Como se trata de um prédio de atividade comercial, as únicas salas isentas de climatização eram a sala de reunião e a sala da diretoria. Outro critério foi o fluxo de pessoas, que poderiam acidentalmente esbarrar no equipamento, mudar sua localização ou mesmo interferir na temperatura. Este fluxo foi resumido somente à faxineira na semana das medições.

Figura 2: Planta baixa com locação dos pontos de medições



Fonte: Os autores

A sala da diretoria se caracteriza por um contêiner suspenso, fora da cobertura geral da edificação e possui fechamento de vidro em duas fachadas. As duas paredes de fechamento interno possuem isolante térmico, lã de rocha, cuja espessura não foi informada. O contêiner utilizado foi o de 40' e está sinalizado em vermelho nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Fachada lateral da sala da Diretoria



Fonte: Os autores

Figura 4: Fachada frontal da sala da diretoria



Fonte: Os autores

A sala de reunião apresenta os mesmos isolantes térmicos que a sala da diretoria, e está totalmente coberta e posicionada ao lado de um telhado verde, conforme as Figuras 5 e 6.

Figura 5: Fachada frontal da sala de reunião



Fonte: Os autores

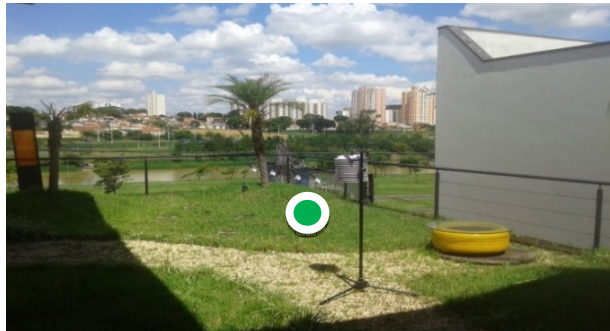
Figura 6: Fachada lateral da sala de reunião



Fonte: Os autores

O terceiro ponto escolhido, o terraço descoberto (externo), que é um telhado verde, localizado ao lado da sala de reunião, proporciona fácil acesso para locação dos equipamentos e abertura suficiente para captação de temperatura, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7: Terraço descoberto



Fonte: Os autores

3.3 Equipamentos e Instrumentos de Medição

Foram utilizados na medição três registradores de temperatura da marca TESTO, conforme Figura 8, que pertencem ao Laboratório de Materiais de Construção da Faculdade Metrocamp – Devry.

Figura 8: Equipamento para medição de temperatura e umidade da *Testo Data Loggers*



Fonte: Os autores

- 02 aparelhos são do modelo 175-H1, que possui dois canais

(temperatura e umidade relativa).

- 01 aparelho do modelo 175-T2, com dois canais de temperatura.

Ambos são portáteis (medem aproximadamente 5 x 3 x 1,5 cm). Foram fixados em tripés para facilitar o posicionamento no ponto de coleta. O registrador externo foi montado em um abrigo meteorológico de pratos múltiplos.

Conectados a um computador através de cabo USB, foram configurados utilizando o software Confort Basic, da TESTO, com intervalo de medição de 10 em 10 minutos para uma melhor precisão da curva de temperatura.

A Figura 9 mostra os equipamentos posicionados nos pontos.

Figura 9: Equipamentos posicionados



Fonte: Os autores

3.4 Coleta dos Dados

As medições ocorreram em março de 2016, verão, durante os dias 08, 09, 10, 13 e 14, os dias 11 e 12 não foram considerados "dias típicos". Os Aparelhos ficaram posicionados coletando dados internos e externos. Dois aparelhos coletaram temperatura interna e o outro, temperatura e umidade externa, todas as coletas realizadas em um intervalo de dez em dez minutos. Os dados coletados pelos aparelhos foram descarregados pelo *Comsoft Soft Basic*, da TESTO.

3.5 Método de Análise

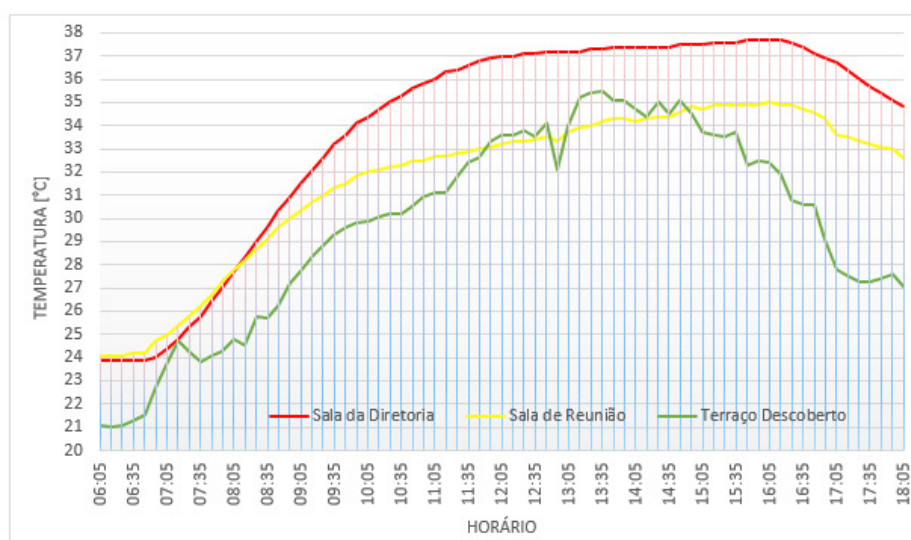
Devido à alta quantidade de dados registrados pelos termômetros, analisou-se os períodos mais críticos, quando houve maior incidência de calor, ou

seja, pela manhã e à tarde. Em seguida, foram elaborados gráficos com médias horárias e planilhas no Microsoft Excel para auxiliar a visualização da diferença de temperatura externa e interna. Depois, foram realizadas comparações das altas temperaturas diárias dos períodos analisados, verificando se atendem ou não o mínimo de desempenho descrito pela NBR 15575:2013, conforme Tabelas 1 e 2 apresentadas neste trabalho.

4 RESULTADOS

O que se pode perceber, pelo gráfico da Figura 10, é que no dia 8 de março de 2016 a temperatura externa se manteve abaixo das temperaturas internas durante quase todo o período avaliado, com amplitude térmica máxima de 8 °C, observada, por volta das 18h, entre o terraço descoberto e a sala da diretoria.

Figura 10: Gráfico de temperatura – 08/03/2016.

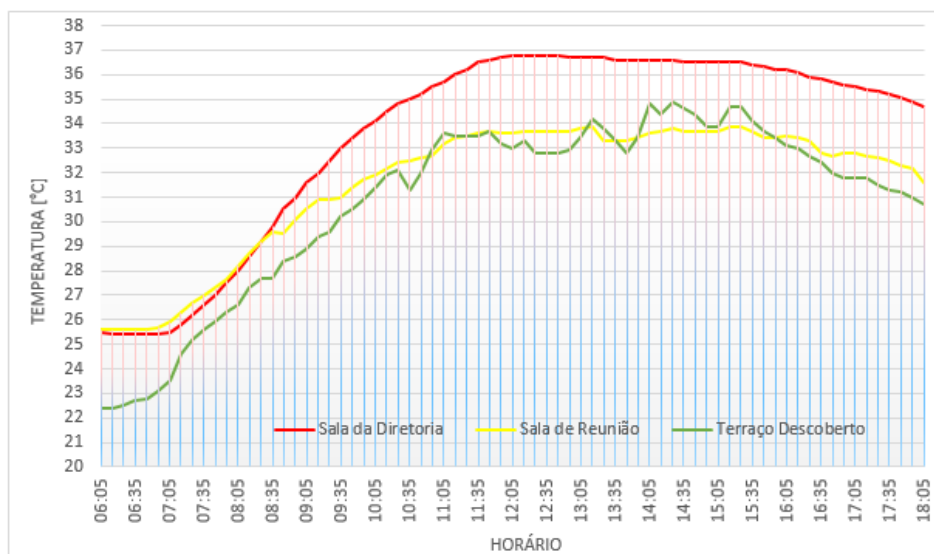


Fonte: Os autores

A sala da diretoria foi a sala identificada com partes da sua fachada em vidro. Considera-se que a diferença observada entre as salas pode ser resultado de três fatores: o primeiro deles, o fato de a sala da diretoria ter duas fachadas de vidro, que não recebeu material isolante, diferentemente da sala de reunião que recebeu o material isolante em todas as fachadas. O ganho de calor e, portanto, de temperatura, também pode ser atribuído à orientação das salas, a sala da diretoria tem sua fachada de vidro orientada a leste, recebendo sol durante todo o período da manhã. O vidro também favorece o efeito estufa dentro da sala por ser de material transparente, que permite a passagem de onda infravermelha de curto comprimento de onda. Dentro da sala, as superfícies e móveis absorvem essa onda e são aquecidos. Por estarem aquecidos, reemitem outra onda infravermelha com comprimento de onda longo e, por isso, a onda não consegue sair da sala, favorecendo o efeito estufa. Já a sala de reunião, por sua vez, tem sua maior fachada na orientação sul, ou seja, esteve sombreada durante todo o dia.

Um comportamento semelhante também pode ser observado nos gráficos do dia 09 de março de 2016 conforme apresentado na Figura 11.

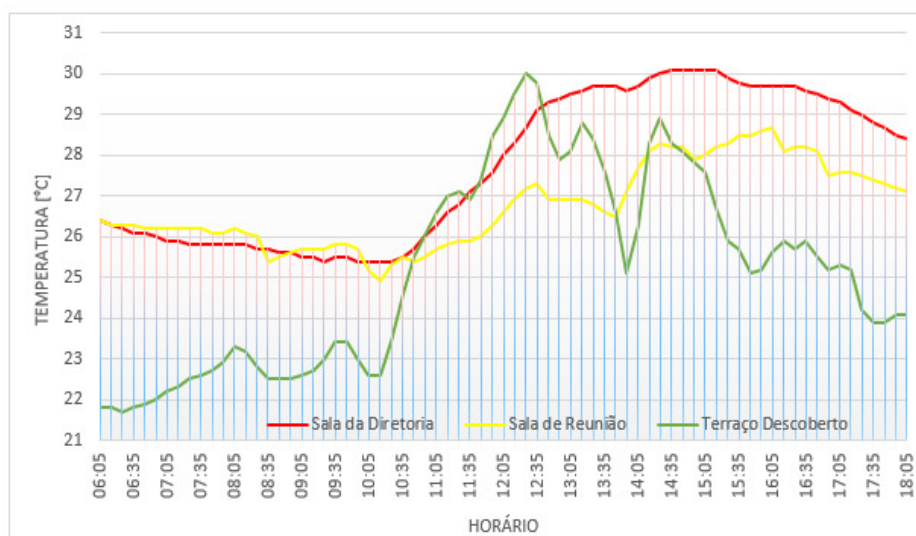
Figura 11: Gráfico de temperatura – 09/03/2016.



Fonte: Os autores

O dia 10 de março apresentou uma temperatura externa máxima de 30°C e a sala da diretoria apresentou uma temperatura máxima de 30,10°C, conforme Figura 12.

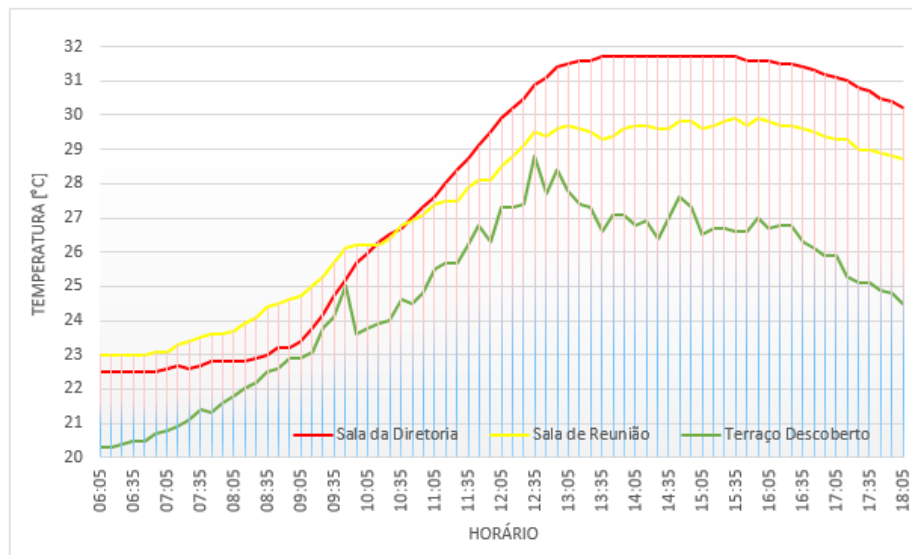
Figura 12: Gráfico de temperatura – 10/03/2016.



Fonte: Os autores

O dia 13 de março apresentou uma amplitude térmica próxima aos 6 °C, às 18 horas, e um comportamento diferente no período da manhã, quando o aumento de temperatura se deu de forma quase linear, com pouca dispersão e com curvas parecidas entre os ambientes, conforme gráfico da Figura 13.

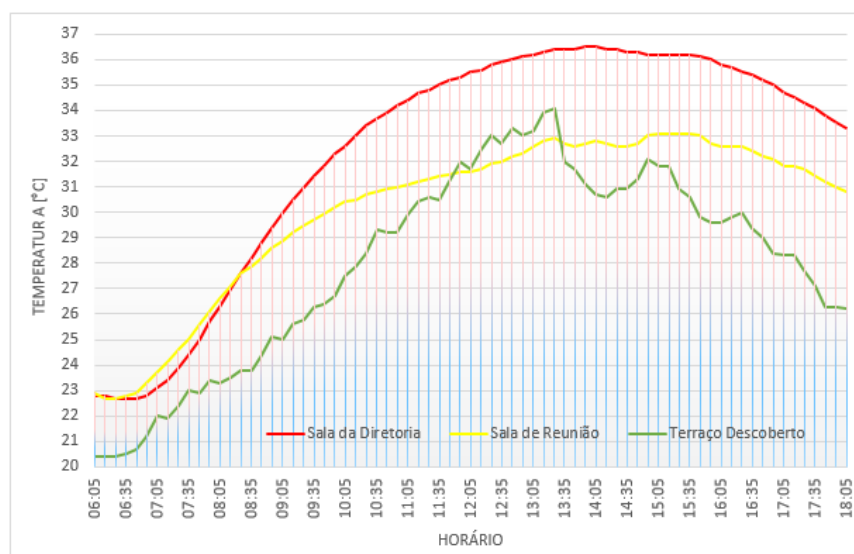
Figura 13: Gráfico de temperatura – 13/03/2016.



Fonte: Os autores

As amostras foram deixaram de ser colhidas ao fim do dia 14 de março, sendo possível observar o comportamento do período crítico desse dia na Figura 14. O gráfico apresentou uma amplitude térmica de 7 °C entre a sala da diretoria e o terraço externo, às 18 horas.

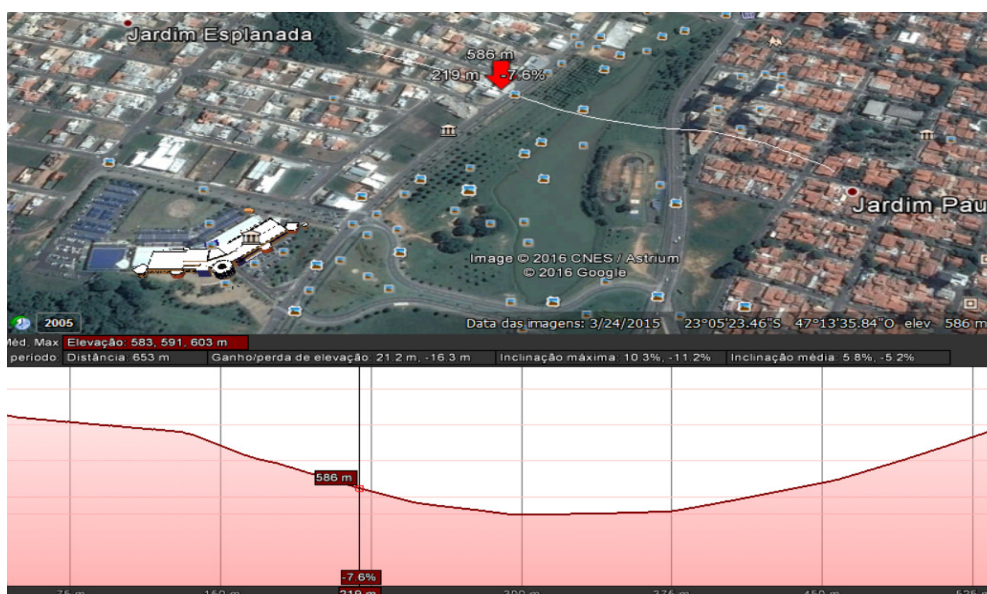
Figura 14: Gráfico de temperatura – 14/03/2016.



Fonte: Os autores

Um fator que pode ter influenciado a grande diferença entre as temperaturas internas e externa, sendo as internas, na maior parte da avaliação, mais altas do que a externa, foi a velocidade do vento. Embora esta variável climática não tenha sido medida, é possível observar conforme Figura 15, que mostra o perfil da elevação da área de estudo, que a edificação avaliada fica à margem de um “fundo de vale”, local sem obstáculos para o vento.

Figura 15: Perfil da elevação da área de estudo.



Fonte: Google Earth (2016).

Outras observações referentes às análises das temperaturas (internas e externas) máximas, mínimas, médias e variações, tanto para o período escolhido quanto para as 24 horas do dia, foram expressas nas Tabelas 3 e 4, nas quais se verificou a máxima temperatura da sala da diretoria (37,70 °C) e a máxima do terraço (35,50 °C), uma diferença de quase 2 °C no dia 08 de março.

Tabela 3: Análise de temperatura na sala da diretoria.

Local:	Sala da Diretoria							
Período:	06:05 as 18:05 horas				00:01 as 23:59 horas			
Data	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C
08/mar	37,7	23,9	13,8	33,85	37,7	23,9	13,8	30,93
09/mar	36,8	25,4	11,4	33,57	36,8	25,4	11,4	31,33
10/mar	30,1	25,4	4,7	27,72	30,1	25,3	4,8	27,43
13/mar	31,7	25,7	6	28	31,7	22,5	9,2	26,5
14/mar	36,5	24,7	11,8	32,4	36,5	22,7	13,8	29,52
Soma	172,8	125,1	47,7	155,54	172,8	119,8	53	145,71
Média	34,56	25,02	9,54	31,108	34,56	23,96	10,6	29,142

Fonte: Os autores

Tabela 4: Análise de temperatura no terraço descoberto.

Local:	Terraço Descoberto							
Período:	06:05 as 18:05 horas				00:01 as 23:59 horas			
Data	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C
08/mar	35,5	21	14,5	29,75	35,5	21	14,5	26,52
09/mar	34,9	22,4	12,5	30,78	34,9	22,4	12,5	28,13
10/mar	30	21,7	8,3	25,16	30	21,7	8,3	24,43
13/mar	28,8	20,3	8,5	24,86	28,8	19,8	9	23,12
14/mar	34,1	22,7	11,4	28	34,1	20,1	14	25,09
Soma	163,3	108,1	55,2	138,55	163,3	105	58,3	127,29
Média	32,66	21,62	11,04	27,71	32,66	21	11,66	25,458

Fonte: Os autores

A classificação do desempenho térmico foi apresentada pela comparação entre a temperatura máxima diária da sala da diretoria* e temperatura máxima diária do terraço descoberto** conforme Tabela 5. Notou-se que a sala da diretoria não atendeu o mínimo de desempenho térmico estabelecido pela NBR15575: 2013 (conforme Tabela 1).

Tabela 5: Classificação de desempenho.

Data	** Máx. °C	* Máx. °C	Atende a NBR 15575:2013
08/mar	35,5	37,7	NÃO
09/mar	34,9	36,8	NÃO
10/mar	30	30,1	NÃO
13/mar	28,8	31,7	NÃO
14/mar	34,1	36,5	NÃO

Fonte: Os autores

Neste sentido, de acordo com a NBR 15575:2013 a sala de reunião* atendeu o mínimo de desempenho nos dias 8, 9, 10 e 14 de março devido a sua máxima temperatura estar mais baixa que a temperatura do terraço descoberto**. Além disso, a diferença de temperatura média entre o ambiente interno e externo foi de aproximadamente 4°C, mas demonstrou isolamento de aproximadamente 1°C a mais que a sala da diretoria, além de variar menos que os outros ambientes, conforme apresentado na Tabela 6 e classificado na Tabela 7.

Tabela 6: Análise de temperatura na sala de reunião.

Local:	Sala de Reunião							
Período:	06:05 as 18:05 horas				00:01 as 23:59 horas			
Data	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C	Máx. °C	Min. °C	Var. °C	Méd. °C
08/mar	35	24,1	10,9	31,69	35	24,1	10,9	29,54
09/mar	33,9	25,6	8,3	31,56	33,9	25,6	8,3	29,87
10/mar	28,7	24,9	3,8	26,75	28,7	24,9	3,8	26,7
13/mar	29,9	23	6,9	27,29	29,9	23	6,9	26,25
14/mar	33,1	22,7	10,4	30,12	33,1	22,7	10,4	28,03
Soma	160,6	120,3	40,3	147,41	160,6	120,3	40,3	140,39
Média	32,12	24,06	8,06	29,482	32,12	24,06	8,06	28,078

Fonte: Os autores

Tabela 7: Classificação de desempenho.

Data	** Máx. °C	*Máx. °C	Atende a NBR 15575:2013
08/mar	35,5	35	SIM
09/mar	34,9	33,9	SIM
10/mar	30	28,7	SIM
13/mar	28,8	29,9	NÃO
14/mar	34,1	33,1	SIM

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÃO

As análises realizadas demonstraram que os ambientes internos analisados não atenderam, todos os dias, o mínimo de desempenho estabelecido pela NBR 15575:2013, provavelmente por não ter ocorrido troca de ar durante o período das medições, pois as aberturas se mantiveram fechadas. Contudo, foi considerado viável o uso do contêiner, devido à possibilidade de ganhar desempenho quando observadas as estratégias normativas que indicam os índices de isolamento térmico mínimo e outras estratégias para a Zona Bioclimática de referência dispostas na NBR 15220:2008 e citadas pela NBR15575:2013.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Paulo Roberto dos Santos, coordenador do curso de Engenharia Civil da Faculdade Metrocamp – Devry Brasil, e ao Prof. Obadias Pereira da Silva Junior.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, Lina de Moraes; OLIVEIRA, Juliano; BRITTO CORREA, Celina. Habitando o Container. **7º SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU 2008** – Espaço Sustentável – Inovações em Edifícios e Cidades, São Paulo: NUTAU-USP 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: "Edificações Habitacionais - Desempenho". Rio de Janeiro, 2013.

BOGO, Amílcar José. Limitações quanto aos parâmetros de desempenho térmico e estratégias Bioclimáticas recomendadas pela norma brasileira de desempenho térmico de habitações de interesse social. **Núcleo de pesquisa e Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (NUTAL)**. 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/CD/30.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2016, 20:27:00

BUGES, Nathalya Luciano et al. A eficiência energética de contêiner adaptado como residência nos diversos climas do Brasil. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Maceió-AL, p.183-192, 11 nov. 2014.

CARBONARI, Luana Toralles; BARTH, Fernando. Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 6, n. 4, p. 255-265, dez. 2015.

COSTA, Débora Cristina R. F. da, PRADO, Raciene Tadeu A.. Avaliação de desempenho, conforto térmico e IBUTG em contêineres metálicos para canteiros de obras. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Maceió-AL, 11 nov. 2014.

GOOGLE. Google Earth. Versão 2013. Indaiatuba. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 26 de abril de 2016.

GUEDES, Rita; BUORO, Anarrita Bueno. Reuso de containers marítimos na construção civil. **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, vol 5, nº3, agosto de 2015.

LIMA, Luiz Felipe de.; SILVA, José Wilson J.. A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal, por casas containers: uma medida possível. **Janus**, América do Norte, 1223 03 2016.

MILANEZE, Giovana Leticia Schindler et al. A UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO ALTERNATIVA DE HABITAÇÃO SOCIAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC. **Rev. Técnico Científica (IFSC): 1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul**, [s. L.], p.615-624, 2012.

MOURA, Gisele. **CASA CONTAINER MAIS BARATA E SUSTENTÁVEL**. 2014. Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/morar/bioarquitetura/166-casa-container-mais-barata-e-sustentavel>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

PAULA, Kênia Alves de; TIBÚRCIO, Túlio Márcio de S.. ESTRATÉGIAS INOVADORAS VISANDO A SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO SOBRE O USO DO CONTAINER NA ARQUITETURA. **XIV Entac - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Juiz de Fora, p.1850-1855, out. 2012.