



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL**



MILENE DE FÁTIMA COSTA GONZAGA SILVA

**EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS A PARTIR DE CONTÊINERES
MARÍTIMOS – ESTUDOS DE CASO NA REGIÃO CENTRAL DE
MINAS GERAIS**

Ouro Preto, 2018.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MILENE DE FÁTIMA COSTA GONZAGA SILVA

**EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS A PARTIR DE CONTÊINERES
MARÍTIMOS – ESTUDOS DE CASO NA REGIÃO CENTRAL DE
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil; Área de Concentração: Estruturas e Construção; Linha de Pesquisa: Arquitetura e Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Ouro Preto
Junho de 2018.

S586e Silva, Milene de Fátima Costa Gonzaga.
Edificações construídas a partir de contêineres marítimos [manuscrito]:
estudos de caso na região central de Minas Gerais / Milene de Fátima Costa
Gonzaga Silva. - 2018.
151f.:

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de
Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Metálica.

1. Edificações em Contêineres. 2. Partido Arquitetônico. 3. Desempenho
Térmico. I. Souza, Henor Artur de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III.
Título.

CDU: 624.014

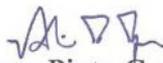
**EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS A PARTIR DE CONTÊINERES
MARÍTIMOS – ESTUDOS DE CASO NA REGIÃO CENTRAL DE MINAS
GERAIS**

AUTORA: MILENE DE FÁTIMA COSTA GONZAGA SILVA

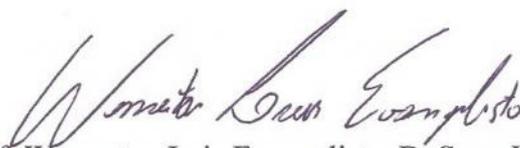
Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 27 de abril de 2018,
pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Henor Artur de Souza, D. Sc. – UFOP (Presidente)



Prof. Adriano Pinto Gomes, D. Sc. – IFMG/Ouro Preto



Prof. Wemerton Luis Evangelista, D. Sc. – IFMG/Santa Luzia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, por me conceder saúde e me permitir concluir com sucesso mais esta etapa em minha vida!

Aos meus pais, Salvino e Marina, pelos ensinamentos, amor incondicional e por não pouparem esforços para me fazerem felizes. Agradeço também por participarem de forma tão ativa nesta pesquisa. Gratidão eterna à vocês!

Ao meu esposo, Paulo Marcos, pelo amor, companheirismo, apoio e pelo auxílio nas pesquisas de campo. Vencemos juntos mais uma batalha!

À Adenisy, Márcia, Cláudio, Willian, Markito, Flávia e Andrea, que aceitaram participar deste projeto permitindo por tantas vezes que eu instalasse os equipamentos de medições em suas propriedades, e forneceram todas as informações necessárias ao desenvolvimento da pesquisa.

Ao PROPEC, à UFOP, aos professores, funcionários e aos colegas de turma, obrigada por tudo. A CAPES e a UFOP pela bolsa de estudos concedida durante o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores Rafael Brandão e Daniela Abritta, da UFSJ, que se dispuseram a enviar cartas de recomendação, acreditando em meu potencial.

À Marcela por me apresentar o programa de mestrado da UFOP, me dando todo apoio para iniciar este novo desafio.

Aos professores integrantes da banca examinadora, Adriano Gomes e Wemerton Evangelista, pelas contribuições à finalização da pesquisa.

Meus agradecimentos em especial ao professor e orientador Henor, por todo apoio, ensinamento, direcionamento e por acreditar que eu conseguiria fazer um bom trabalho, me norteando em cada passo desta dissertação. Obrigada por toda dedicação!!!

RESUMO

A construção civil é considerada a atividade que mais gera impactos ambientais, com imensa quantidade de entulho descartado devido ao desperdício e perda de materiais. Outro setor que tem gerado grande quantidade de resíduos é o do transporte marítimo, onde milhares de contêineres são descartados todos os anos, em portos de todas as partes do mundo. Na busca de maior sustentabilidade na arquitetura, contêineres despejados têm se tornado matéria prima base para o setor da construção civil e têm se transformado em casas, escritórios, lojas, salas de aula, etc. O uso do contêiner torna-se interessante por ser uma construção limpa, diminui os resíduos gerados em uma construção convencional (em alvenaria e concreto) e reutiliza material nobre (aço corten) despejado no meio ambiente. Neste trabalho investiga-se o uso de contêineres utilizados na construção civil, no segmento comercial e residencial, com foco no partido arquitetônico e desempenho térmico destes. Para isso foram realizadas vistorias de avaliação técnica, questionários e entrevistas para avaliar a satisfação dos usuários e a qualidade microclimática que as edificações conferem, além de medições *in loco* da temperatura e umidade relativa do ar interno e externo simultaneamente. Os resultados revelam que desde a cor da pintura, a implantação da edificação, o uso ou não de cobertura adicional resultam em grandes diferenças nas temperaturas internas dos ambientes. Conclui-se ainda que esta tipologia de construção tem um grande potencial e deve ser difundida e incentivada, mas é extremamente necessário o uso de materiais isolantes térmicos no fechamento e outras estratégias para melhorar o conforto térmico interno, além de mão de obra qualificada e capacitada para trabalhar com edificações em contêineres marítimos evitando uma série de transtornos em obra e futuras patologias na edificação.

Palavras chave: Edificações em Contêineres; Partido Arquitetônico; Desempenho Térmico

ABSTRACT

The civil construction is considered the activity that causes the most environmental impacts, through massive construction rubbish due to the waste and loss of building materials. Another sector that has been producing a large amount of rubbish is the sea shipping that disposes millions of containers per year in seaports around the world. Searching for architecture sustainability, discarded containers have been used as the raw material on civil construction, being transformed into houses, offices, stores, classrooms, etc. The usage of containers is a great idea of clean construction that decreases solid residues derived from regular construction (brick and cement) and reuses high-ended material (Corten steel) disposed in the environment. In this paper, it is searched the usage of containers in civil construction of commercial and residential segments, focusing on the architectural choices and thermal performance of them. For that, technical evaluation inspection, questions and interviews were made in order to rate users' satisfaction and microclimatic quality offered by the buildings, moreover, the in loco measurements of temperature plus the internal and external relative humidity were taken simultaneously. The results show that besides the paint color, the construction, the usage or not of additional roof all affect the internal temperature of the environment. Concludes that although this kind of construction has a high potential and must be disseminated and promoted, it is extremely necessary the usage of thermal insulator and other strategies to improve the internal thermal comfort, beyond that, it's necessary to have an experienced and qualified workforce to work on inside sea containers' constructions, avoiding troubles during the structural process, and future damages on the buildings.

Keywords: Building in Containers; Architectural Choices; Thermal Performance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mc Lean, o pai da <i>containerização</i>	21
Figura 2 - Primeiro contêiner de 20 pés em testes no terminal Tecon	22
Figura 3 - Dimensão de Contêineres: a) contêiner Dry Box 20' ; b) contêiner High Cube 40'	25
Figura 4 - Contêineres Empilhados	30
Figura 5 - Estrutura e Composição de um contêiner Dry Box	31
Figura 6 - Future Shack, 1985.....	37
Figura 7 - Holyoke Cabin, EUA	37
Figura 8 - <i>Mobile Dwelling Unit</i> (MDU): Vista externa e vista interna	38
Figura 9 - <i>Container City</i> I e II	39
Figura 10 – <i>Keetwonen</i> , Moradia Estudantil – Amsterdã	39
Figura 11- Moradia Estudantil de contêineres na França.....	40
Figura 12 - Museu <i>Nomadic</i>	40
Figura 13 - <i>Maisonidekit</i> , Canadá.....	41
Figura 14 - Escola de Lata – São Paulo.....	42
Figura 15 - Casa contêiner de Lívia Ferraro.....	42
Figura 16 - Casa contêiner de Danilo Corbas	43
Figura 17 - Tetris Hostel, PR.....	44
Figura 18 - Mapa de Levantamento das Edificações Contêineres na região de Belo Horizonte.....	45
Figura 19 - Mapa de localização das edificações contêineres selecionadas para estudo	50
Figura 20 - Mapa de distância entre as edificações de Lagoa Santa e Jaboticatubas em estudo.....	50
Figura 21- Edificação A	51
Figura 22 – Edificação B	52
Figura 23 - Edificação C.....	53
Figura 24 – <i>Container Mall</i>	54
Figura 25 - Estação Meteorológica de Santa Rita de Ouro Preto.....	55
Figura 26 – Equipamentos de medição portáteis: a) TESTO 175H1 E; b) Extech Instruments RHT20	56
Figura 27 - Termômetro à Laser Minipa MT-350.....	57
Figura 28 - Conjunto de sensores para coleta de dados climáticos internos	58
Figura 29 - Datalogger Almeno	58
Figura 30 - Sensor de temperatura e umidade - Modelo ALMEMO 3290	59
Figura 31 - Termômetro de globo negro - Modelo ALMEMO Class B (DIN/IEC 751)	60
Figura 32 - Termo anemômetro Modelo ALMEMO FV A605 TA.....	61
Figura 33 - Planta da Edificação A.....	63
Figura 34 - Edificação A: a) Fachada norte; b) fachada sul	64

Figura 35 – Edificação A: Cartas Solar com máscara projetada pela cobertura adicional, fachada norte.	65
Figura 36 - Carta Solar, edificação A, fachada sul: a) abertura dos quartos; b) abertura da sala	66
Figura 37 - Diagrama de ventilação, edificação A.....	66
Figura 38 – a) Esquema de composição de contêineres na edificação B; b) Espaço edificado a partir dos contêineres com as extensões.....	68
Figura 39 - Planta Edificação B.....	69
Figura 40 - Penetração Solar dentro da edificação B.....	70
Figura 41 - Carta Solar da fachada norte, do Edifício B.....	70
Figura 42 - Carta Solar fachada de menor insolação, Edificação B: a) sem cobertura; b) com cobertura	71
Figura 43 - Diagrama de Ventilação - Edificação B.....	72
Figura 44 - Planta Edificação C.....	73
Figura 45 - Carta Solar da fachada leste, Edificação C.....	73
Figura 46 – Edificação C: a) Varanda coberta com bambu e porta do contêiner aberta; b) Vegetação ao redor da edificação.....	74
Figura 47 - Carta Solar fachada norte, Edificação C.....	74
Figura 48 - Diagrama de Ventilação, Edificação C.....	75
Figura 49 – Planta esquemática de composição dos contêineres na edificação D...76	
Figura 50 - Edificação D: Planta Pavimento Térreo – Danceteria e Salão de Eventos	78
Figura 51 - Edificação D: Planta Pavimento Superior – Lojas.....	79
Figura 52 - Cartas Solares Edificação D: a) fachada norte; b) fachada sul; c) fachada leste; d) fachada oeste	80
Figura 53 - Diagrama de Ventilação, Edificação D: a) Pavimento térreo; b) Pavimento Superior.....	81
Figura 54 - Localização dos equipamentos para medição térmica.....	90
Figura 55 - Localização dos equipamentos para medição térmica.....	91
Figura 56 - Localização dos equipamentos para medição térmica.....	92
Figura 57 – Localização dos equipamentos para medição térmica.....	92
Figura 58 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017	93
Figura 59 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017	94
Figura 60 - Edificação B: Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno - 22 à 24 de julho de 2017.....	95
Figura 61 - Edificação B: Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno - 22 à 24 de julho de 2017	95
Figura 62 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017	96
Figura 63 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 7 à 9 de agosto de 2017.....	97

Figura 64 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 7 à 9 de agosto de 2017.....	97
Figura 65 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 11 de agosto de 2017.....	98
Figura 66 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 11 de agosto de 2017.....	99
Figura 67 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017.....	99
Figura 68 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017.....	100
Figura 69 - Edificação B: Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017.....	101
Figura 70 - Edificação B: Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017.....	102
Figura 71 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017.....	102
Figura 72 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 17 e 18 de novembro de 2017.....	103
Figura 73 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar do ar no período da primavera – 17 e 18 de novembro de 2017.....	104
Figura 74 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 27 de outubro de 2017.....	105
Figura 75 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 27 de outubro de 2017.....	105
Figura 76 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018.....	106
Figura 77 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018.....	107
Figura 78 - Edificação B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018.....	108
Figura 79 - Edificação B - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018.....	108
Figura 80 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018.....	109
Figura 81 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período de verão – 01 e 02 de março de 2018.....	110
Figura 82 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período de verão – 01 e 02 de março de 2018.....	111
Figura 83 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 16 de fevereiro de 2018.....	111
Figura 84 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 16 de fevereiro de 2018.....	112
Figura B.1 – Cobertura com bambu, varanda norte, edificação A, Edificação A.....	132

Figura B.2 - Cobertura com PVC, varanda sul da edificação A.....	132
Figura B.3 - Coberturas adicionais, Edificação B: a) fachada sul; b) cobertura acima da porta de entrada, fachada leste; c) cobertura da garagem (fachada norte); d) Estrutura para cobertura da varanda dos fundos (fachada oeste).....	133
Figura B.4 - Coberturas instaladas posteriormente na edificação D: a) Cobertura Frontal; b) Cobertura de acesso ao pavimento superior.....	133
Figura B.5 - Paredes externas em tinta branca, Edificação D.....	134
Figura B.6 - Paredes externas da fachada sul com tinta dourada, Edificação D.....	135
Figura B.7 - Edificação D: a) Teto em chapa do contêiner aparente; b) forração em tecido; c) forração em transpassados de peças de madeira; d) forro em madeira; e) forro em gesso.....	135
Figura B.8 - Paredes internas edificação D: a) chapa do contêiner e drywall; b) revestimentos em drywall; c) revestimento em porcelanato.....	137
Figura B.9 - Pisos edificação D: a) Piso em porcelanato; b) Piso em madeira e cimento queimado; c) Piso em laminado de madeira; d) Piso em compensado naval original do contêiner, no Café.....	138
Figura C.1 - Planta da Edificação A com as temperaturas de superfícies aferidas.....	139
Figura C.2 - Planta da Edificação B com as temperaturas de superfícies aferidas.....	141
Figura C.3 - Planta da Edificação C com as temperaturas de superfícies aferidas.....	143
Figura C.4 - Planta da Edificação D com as temperaturas de superfícies aferidas.....	145
Figura D.1 - Faixa Etária dos Entrevistados.....	147
Figura D.2 - Frequência que utilizam o edifício.....	147
Figura D.3 - Tipo de vestimenta dos entrevistados.....	148
Figura D.4 - Sensação Térmica dos entrevistados	149
Figura D.5 - Movimentação do Ar.....	150
Figura D.6 - Reações do organismo perante o ambiente térmico interno.....	151
Figura D.7 - Nível de satisfação dos participantes quanto a diversos aspectos da edificação.....	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Contêineres: características e dimensões	23
Tabela 2 - Tipos de Contêineres - Ilustrações.....	25
Tabela 3 - Número de contêineres marítimos em circulação nos portos brasileiros, nos anos de 2015, 2016 e 2017	27
Tabela 4 - Edificações Comerciais levantadas em Belo Horizonte e Região	45
Tabela 5 - Edificações Residenciais levantadas em Belo Horizonte e Região.....	47
Tabela 6 - Datas de pesquisas <i>in loco</i>	56
Tabela 7 - Altura dos sensores conforme a norma ISO 7726 (1998)	59
Tabela 8 - Resumo da História de Avaliação Técnica	82
Tabela 9 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação A	113
Tabela 10 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação B	114
Tabela 11 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação C	114
Tabela 12 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação D	115
Tabela D.1 - Período de coleta de dados climáticos e aplicação de questionários.	148

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	Objetivos	16
1.1.1.	Objetivos específicos	16
1.2.	Justificativa	16
1.3.	Metodologia	18
1.4.	Estrutura do Trabalho	19
2.	CONTÊINER E ARQUITETURA COM CONTÊINER	21
2.1.	História dos contêineres no transporte marítimo	21
2.2.	Tipos de contêineres marítimos existentes	23
2.3.	Uso de contêineres na arquitetura	25
2.4.	Particularidades das construções a partir de contêineres	29
2.5.	A concepção de uma edificação contêiner	32
2.6.	Aspectos construtivos de edificações contêineres	34
2.6.1.	Compra e transporte do contêiner	34
2.6.2.	Fundações	34
2.6.3.	Acoplamento	34
2.6.4.	Aberturas	35
2.6.5.	Revestimentos e divisões internas	35
2.6.6.	Isolamento térmico e acústico	36
2.7.	Evolução das edificações contêineres	36
2.8.	Primeiras habitações contêineres no Brasil	41
2.9.	Edificações contêineres na região da grande Belo Horizonte	44
3.	METODOLOGIA	48
3.1.	Estudos de caso	49
3.1.1.	Edificação A - Condomínio Villa Monte Verde – Jaboticatubas	51
3.1.2.	Edificação B – Condomínio Morada do Lago – Jaboticatubas	51
3.1.3.	Edificação C – Santa Rita de Ouro Preto	52
3.1.4.	Edificação D – <i>Container Mall</i> – Lagoa Santa	53
3.2.	Medições	54
3.2.1.	Dados Externos	54
3.2.2.	Dados Internos	55

3.3.	Vistoria de Avaliação Técnica.....	61
3.4.	Coleta dos parâmetros subjetivos.....	62
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1.	Avaliação Técnica.....	63
4.1.1.	Análise do Projeto Arquitetônico.....	63
4.1.2.	Análise dos componentes de construção	81
4.2.	Escolha da tipologia segundo os usuários.....	87
4.2.1.	Edificação A.....	87
4.2.2.	Edificação B.....	87
4.2.3.	Edificação C.....	88
4.2.4.	Edificação D.....	89
4.3.	Desempenho Térmico das Edificações.....	90
4.3.1.	Desempenho Térmico no Inverno.....	93
4.3.2.	Desempenho Térmico na Primavera	99
4.3.3.	Desempenho Térmico no Verão	106
4.4.	Avaliação Subjetiva dos Proprietários	113
4.4.1.	Edificação A.....	113
4.4.2.	Edificação B.....	113
4.4.3.	Edificação C.....	114
4.4.4.	Edificação D.....	115
5	CONCLUSÕES	117
5.1	Considerações Finais	117
5.2	Sugestões.....	121
	APÊNDICE A - Roteiro de questionário para entrevistas	127
	APÊNDICE B – Avaliação Técnica.....	132
	APÊNDICE C – Medição de Temperatura de Superfícies.....	139
	APÊNDICE D – Avaliação Subjetiva dos Usuários da Edificação D	147

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. Destaca-se o alto consumo de matéria prima, como por exemplo, a madeira natural (estima-se que das madeiras exploradas, 2/3 vai para o setor da construção civil), 50% dos recursos naturais, em grande parte não renovável também são consumidos por esse setor. Há um enorme desperdício causado nas construções convencionais (alvenaria e concreto), para cada três edifícios construídos, um é desperdiçado. 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 são empilhados em pátios que viram verdadeiros cemitérios de contêineres (GONÇALVES, 2015).

Por isso, na busca de um desenvolvimento mais sustentável, contêineres despejados passam a receber novos usos, e entram para o cenário da construção civil e da arquitetura, onde unem rapidez de execução da obra, reaproveitamento de material descartado e redução de entulhos nos canteiros de obra.

Embora o aço corten utilizado para fabricação do contêiner tenha como grande vantagem para o setor construtivo sua resistência física e estrutural, tem uma desvantagem que pode ser bastante prejudicial às edificações: é um material que possui alta condutibilidade térmica. Isso significa que se não for usado materiais e técnicas que melhorem o desempenho térmico da edificação, ela torna-se inabitável por aquecer demais em épocas de calor e esfriar demais em dias frios.

Além disso, a execução de edificações contêineres é bem diferente das convencionais (concreto e alvenaria) e necessitam mão de obra qualificada para fazer os cortes e acoplamentos de forma correta para que não resulte em perda da estabilidade estrutural e infiltrações.

Por isso a importância deste estudo que busca analisar edificações em contêineres em uso e avaliar a qualidade ambiental e física que esses edifícios proporcionam aos seus usuários.

1.1. Objetivos

O objetivo desta pesquisa é investigar o uso de contêineres como matéria prima para a construção civil e as edificações por eles geradas, no segmento comercial e residencial.

1.1.1. Objetivos específicos

Para alcançar os objetivos propostos os seguintes objetivos específicos são necessários:

- Analisar a qualidade microclimática dos contêineres usados nas edificações e o nível de satisfação dos usuários;
- Analisar o partido arquitetônico e seu favorecimento a eficiência energética (uso de luz e ventilação naturais) e conseqüentemente o conforto térmico.
- Analisar os materiais utilizados na edificação;
- Analisar patologias nas construções;
- Averiguar os problemas mais decorrentes desta tipologia de construção e qual medida pode solucionar e/ou melhorar a qualidade do ambiente edificado.

1.2. Justificativa

Os contêineres são caixas em aço, utilizadas para o acondicionamento e transporte de cargas. Indispensável para o transporte internacional, eles trazem segurança e facilidade com manuseio, armazenagem e movimentação com o transporte de mercadorias. Mas os pátios de descarte de contêineres são cada vez maiores, visto que sua durabilidade como equipamento de transporte é em média 10 anos (variando de acordo com o tipo de carga transportada). Em contrapartida, seu uso

na construção civil, do ponto de vista estrutural, pode chegar a 100 anos (GONÇALVES, 2015).

Seu reaproveitamento na área da construção civil ajuda a reduzir desperdícios e resíduos de materiais nos canteiros de obra, comparado às obras convencionais, concebidas em alvenaria, além de reaproveitar materiais nobres abandonados em grandes pátios de portos do mundo inteiro (PÁDUA, 2015).

Segundo a empresa e consultora MC Millan Doolittle a preferência dos consumidores por alternativas verdes vem aumentando nos últimos anos, e novas tecnologias surgem como fruto dessa preocupação em cuidar do meio ambiente (ZARPELON, 2012).

Por isso, os contêineres deixam de ser apenas “recipientes para transporte” e são reinventados, e aqueles que foram descartados podem ser transformados em casas, lojas, escritórios, escolas, dentre outras tipologias de uso.

Apesar de sua facilidade de transporte, para gerar arquitetura com contêiner é preciso mais que empilhá-los ou organiza-los em fileiras, ainda que possuam dimensões úteis e modulações que facilitam os encaixes e criação de volumes, é necessário todo um estudo espacial e arquitetônico (SLAWIK et al, 210).

Esses contêineres não são projetados para serem habitações, e para transformar seu uso é necessário diversos processos que exigem um especializado conhecimento técnico e assim são selecionados ou não para serem reaproveitados na construção civil. Esses processos acontecem ainda nos terminais de contêineres e passam por descontaminação e diversas análises como do estado de conservação, do alinhamento, e principalmente integridade estrutural (FIGUEROLA, 2013).

Uma boa arquitetura de contêiner deve ter as mesmas preocupações que uma construção convencional. É necessário estudar o local de instalação para conceber um projeto adequado ao clima local, como em qualquer tipo de edificação. Deve-se considerar o partido arquitetônico, os materiais de fechamentos e materiais isolantes, condizentes com o clima local, para que se consiga maior eficiência energética e conseqüentemente conforto térmico e qualidade ambiental. É

necessário pensar no ambiente como um todo, e não apenas na estética, e para isso é primordial um estudo cauteloso para criar um abrigo eficiente e confortável.

Afinal, quando se coloca no mercado um produto com desempenho falho, a ocorrência de patologias construtivas em edifícios mal concebidos e a desinformação, levam os consumidores finais a demonstrarem uma postura caracterizada por dúvidas e incertezas quanto as possíveis vantagens e os reais benefícios trazidos por tais sistemas construtivos inovadores (BASTOS, 2007).

E então, que tipo de ambiente essa nova tipologia de edificação tem gerado na cidade? Está trazendo satisfação ao homem quanto à qualidade ambiental? É de fato uma construção que merece ser difundida pelo mundo? Afinal, não foi este o propósito inicial dos contêineres, então é preciso avaliar se esse novo uso tem sido adaptado da melhor forma e se os espaços criados têm proporcionado qualidade ambiental e satisfação para seus usuários.

1.3. Metodologia

Para alcançar os objetivos traçados, os estudos de caso de edificações em contêineres englobam:

- a) Seleção de edificações contêineres com tipologias e usos diferentes (residencial e comercial);
- b) Avaliação dos aspectos de construção: análise da construção, do partido arquitetônico, dos ambientes gerados, dos componentes estruturais, dos tipos de fechamentos, da cobertura, instalações prediais, e se há existência de patologias e quais;
- c) Avaliação do desempenho térmico: a partir da coleta *in loco* de temperatura do ar e umidade relativa do ar interna e externa, simultaneamente;
- d) Avaliação subjetiva dos proprietários e usuários: verificação da satisfação do usuário em relação ao conforto térmico, conforto visual e conforto acústico, da estética e espaços gerados, a partir da formulação e aplicação de questionários a proprietários e usuários e medições de parâmetros climáticos *in loco*.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em 5 capítulos. No **Capítulo 1** apresenta-se as considerações iniciais, a problemática, os objetivos a cerca desta pesquisa, as justificativas que apresentam a relevância deste estudo de edificações em contêineres e os passos gerais utilizados para cumprir os objetivos propostos.

No **Capítulo 2**, descreve-se a história do contêiner, os tipos e características de cada um, seu uso na construção civil e as particularidades deste tipo de edificação. Expõe também a concepção e os aspectos construtivos das edificações contêineres, a evolução das habitações feitas a partir deste material, as primeiras habitações no Brasil e as edificações contêineres levantadas na região de Belo Horizonte que servem de base para seleção das edificações para o estudo de caso.

No **Capítulo 3**, descrê-se o modo de abordagem utilizado, para coleta de dados subjetivos, avaliação técnica e coleta de temperaturas, descreve também os instrumentos utilizados para tais coletas.

No **Capítulo 4**, expõe-se os resultados e discussões. Apresenta-se cada edificação selecionada para a pesquisa, a avaliação dos aspectos de construção, onde se descreve a construção e os ambientes gerados, os componentes estruturais, os fechamentos, cobertura, instalações prediais, e existência ou não de patologias. Apresenta-se também a avaliação de desempenho térmico das edificações, apresentadas por meio de gráficos que comparam a temperatura do ar interno e externo e umidade relativa do ar interno e externo em diferentes estações do ano (inverno, primavera e verão). Apresenta-se por último as avaliações subjetivas dos proprietários, onde eles relatam suas experiências e opiniões a cerca da edificação em estudo, quanto aos motivos da escolha deste tipo de edificação, a satisfação quanto ao conforto térmico, acústico e lumínico..

No **Capítulo 5** faz-se o fechamento do estudo com as principais conclusões do trabalho desenvolvido, as limitações da pesquisa e sugestões para futuros trabalhos. No término desta dissertação está o **Apêndice A** com modelos dos questionários aplicados, o **Apêndice B** com informações complementares à Avaliação Técnica, no **Apêndice C** há um estudo de temperatura de superfícies das quatro edificações. Analisa-se a eficiência da envoltória com relação à condução de calor pelos

materiais aplicados mostrada por meio de plantas com as temperaturas das superfícies internas e externas coletadas. E por último no **Apêndice D** apresenta-se a sensação dos usuários da edificação comercial que relatam suas experiências e opiniões a cerca da edificação em estudo, quanto ao conforto térmico, acústico e lumínico, estética e segurança.

2. CONTÊINER E ARQUITETURA COM CONTÊINER

2.1. História dos contêineres no transporte marítimo

O contêiner é uma evolução dos tonéis, que foram os primeiros recipientes utilizados para transporte de mercadorias. Os tonéis são cilíndricos e herméticos, mas não seguem nenhuma padronização de medidas. Com o desenvolvimento da engenharia naval, aumenta-se a necessidade de transportar cargas com maiores pesos, mas para isso necessita-se de recipientes que ocupem menos espaço e transportem mais mercadorias (VALADARES, 2015).

Segundo Valadares (2015) em 1937, ao observar o lento embarque de fardos de algodão no porto de Nova Iorque, o americano Malcom Mc Lean (Fig. 1), motorista e dono de uma pequena empresa de caminhões, tem a grande ideia de armazená-los e transportá-los em grandes recipientes de aço, que possam ser despachadas no navio carregando a mercadoria. Mc Lean aprimora seu trabalho e torna-se um dos pioneiros em empresas de sistema de transporte por contêineres como receptáculos.

Figura 1 - Mc Lean, o pai da *containerização*



Fonte: LOGISTICS..., 2017.

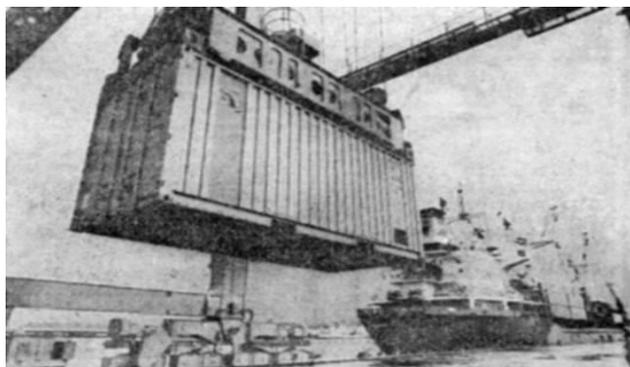
Mc Lean disponibiliza suas patentes à Organização Internacional de Normatização (ISO), que recebe uma locação isenta de *royalties* em 1960, e então em 1968, uma recomendação de medidas denominada ISO *Recommendation* R668 é publicada resultando na atual norma vigente ISO 668:2013. Desta forma os contêineres são

simplificados e universalizados em seu uso, facilitando o intercâmbio dos contêineres e garantindo segurança no carregamento, movimentação e mobilidade de transporte, já que a norma estabelece dimensões padronizadas, resistência mínima, marcação, identificação e nomenclatura dos contêineres (SANTOS, 1982).

Santos (1982) afirma que a indústria de contêineres é resultado de um processo de revolução dos sistemas de transporte de produtos, principalmente o marítimo, estimulando o desenvolvimento da indústria naval. A rapidez de manipulação e a segurança proporcionada pelos contêineres maximizam os processos de embarque e desembarque de mercadorias, diminuindo os custos e estimulando o aumento da produtividade.

O primeiro contêiner a chegar no Brasil foi em meados de 1965, de Nova Iorque para o porto de Santos (Fig. 2), pela empresa dos EUA, Moore McCormack Lines Inc. Esses contêineres eram de chapas metálica lisas, que lhe conferiam menor resistência contra impactos. Já o primeiro terminal de contêineres do Brasil foi inaugurado em 30 de agosto de 1981, na Margem Esquerda do Porto de Santos, chamado Tecon (SANTOS..., 2003).

Figura 2 - Primeiro contêiner de 20 pés em testes no terminal Tecon



Fonte: SANTOS..., 2003.

A padronização dos contêineres permite facilidade para acomodá-los em pátios e para o transporte, e sua estrutura permite serem empilhados, aumentando assim a capacidade de carregamento nos navios. Essa padronização é importante também para facilitar seu transporte por rodovias e ferrovias (ARQUIVO NOVO MLÊNIO, 2007). Em 2013, foi lançado o maior navio cargueiro da atualidade, o Maersk Classe Triple E, e a capacidade de carga que até então era de 4.000 contêineres, passou a ser de 18.270 contêineres (VALADARES, 2015).

Atualmente a China e a Coreia do Sul comandam o mercado de contêineres, devido à mão de obra barata nesses países, o preço de seus contêineres é imbatível. Além disso, a China, por ter maior volume de exportação do mundo, além de fabricar os contêineres tem a vantagem de que já saem carregados do país, reduzindo ainda mais os custos (CBC, 2013).

2.2. Tipos de contêineres marítimos existentes

Segundo Slawik et al. (2010), as mercadorias transportadas são das mais diversas dimensões e tipologias, além disso, cada uma possui suas peculiaridades. Por tanto precisam de cuidados diferentes umas das outras na hora do transporte, como por exemplo, alimentos perecíveis e carnes necessitam ser transportados em recipientes refrigerados com temperatura controlada, já mobiliários só precisam estar bem acomodados para não danificar seus componentes.

A norma ISO 830:1999 estabelece diversos tipos de contêineres, com características distintas. Nas tabelas 1 e 2 listam-se alguns desses contêineres definidos pela norma, apresentando-se os contêineres mais utilizados para transportes de mercadorias, bem como suas dimensões e características.

Tabela 1 - Tipos de Contêineres: características e dimensões

(continua)

Tipo	Pés	Características	Medidas internas(m)			Medidas externas(m)		
			Comp.	Larg.	Alt.	Comp.	Larg.	Alt.
Dry Box	20'	Modelo mais simples, e o mais utilizado entre os contêineres. Usado principalmente para cargas gerais secas existentes, como roupas, alimentos, móveis, equipamentos, etc.	5,890	2,345	2,400	6,050	2,438	2,591
	40'		12,015	2,345	2,362	12,192	2,438	2,591
High Cube	40'	Similar ao Dry Box, porém tem maior altura, suportando cargas maiores.	12,015	2,345	2,696	12,192	2,438	2,896
Ventiled	20'	Com aberturas para entrada e saída de ar, transporta cargas que requerem ventilação, como café e cacau.	5,890	2,345	2,400	6,058	2,438	2,591
	40'		12,015	2,345	2,362	12,192	2,438	2,591

Tabela 1 - Tipos de Contêineres: características e dimensões

(conclusão)

Tipo	Pés	Características	Medidas Internas(m)			Medidas Externas(m)		
			Comp.	Larg.	Alt.	Comp.	Larg.	Alt.
Reefer	20'	Com controle de temperatura, é usado para cargas perecíveis congeladas ou refrigeradas, como carnes, sorvetes, frutas, etc.	5,450	2,260	2,247	6,058	2,438	2,591
	40'		1,155	2,270	2,200	12,192	2,438	2,591
Bulk Container	20'	Transporte de graneis sólidos, como produtos agrícolas.	5,890	2,345	2,400	6,058	2,438	2,591
	40'		12,015	2,345	2,362	12,192	2,438	2,591
Open Top	20'	Para mercadorias que excedam a altura dos contêineres. A parte superior é aberta, podendo ser fechada com lonas.	5,792	2,336	2,233	6,058	2,438	2,591
	40'		5,889	2,345	2,312	12,192	2,438	2,591
Open Side	20'	Com aberturas laterais, para mercadorias largas que não passam pelas portas do fundo.	5,792	2,336	2,233	6,058	2,438	2,591
Flat Rack	20'	Adequado para cargas pesadas ou que excedam as dimensões dos contêineres.	5,800	2,263	2,134	6,058	2,263	2,134
	40'		12,066	2,263	2,134	12,192	2,438	2,591
Plataform	20'	Assim como o flat rack, é adequado para cargas pesadas ou que excedam as dimensões dos contêineres.	6,020	2,413	-	6,058	2,438	0,226
	40'		12,150	2,29	-	12,192	2,438	0,626
Tank	20'	Para o transporte de líquidos/gases a granel, perigosos ou não.	-	-	-	6,058	2,438	2,591

Fonte: Adaptado de CBF, 2015.

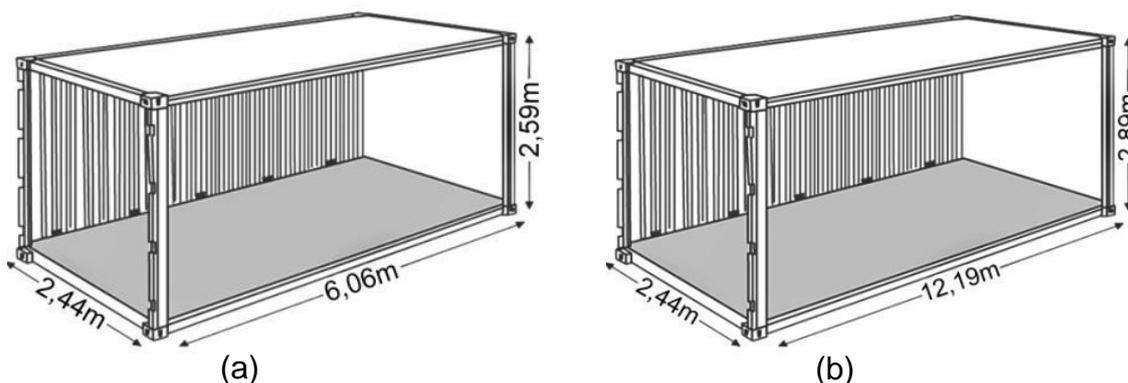
Tabela 2 - Tipos de Contêineres - Ilustrações

Dry Box		Open Top	
High Cube		Open Side	
Ventiled		Flat Rack	
Reefer		Plataform	
Bulk Container		Tank	

Fonte: Adaptado de CBF, 2015.

De acordo com a empresa Edificare (2017) os tipos de contêineres marítimos mais utilizados na construção civil são o Dry Box de 20' e 40' e principalmente o High Cube 40' pela altura interna ser maior que os demais (enquanto nos Dry Box a altura interna não atinge 2,40m, no High Cube atinge 2,69m) podendo-se então usar forros para embutir iluminação, cabos, tubulações etc. Na figura 3 mostra-se imagens esquemáticas dos contêineres Dry Box e High Cube, com suas medidas externas.

Figura 3 - Dimensão de Contêineres: a) contêiner Dry Box 20' ; b) contêiner High Cube 40'



Fonte: APM..., 2017.

2.3. Uso de contêineres na arquitetura

Após a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, pela Agenda 21, a sustentabilidade na construção civil passou a ser mais requisitada. A partir desta conferência houve

maior conscientização quanto a reduzir poluentes e resíduos, consumo racional de água e energia, e também uma preocupação maior quanto a matéria prima usada para construir, pois o esgotamento dos recursos naturais já é uma realidade (VIANA, 2015).

Neste contexto novas tecnologias vêm surgindo à medida que a preocupação dos consumidores com relação ao meio ambiente vai aumentando, assim o mercado vem criando alternativas mais sustentáveis para o setor da construção civil, como coleta e aproveitamento de água de chuva, painéis solares para captação de energia solar etc. (ZARPELON, 2012).

Assim, a arquitetura denominada sustentável busca prevenir impactos ambientais que uma construção pode causar. E isso se estende desde a obra ao dia a dia do usuário. São projetos que trazem economia de energia por meio de estratégias passíveis de condicionamento (abertura de janelas em locais estratégicos, usufruindo da luz e ventilação naturais), utilização de materiais com propriedades termofísicas adequadas ao clima local, reaproveitamento de água da chuva, energia solar etc. Portanto, os projetos ditos sustentáveis visam eficiência energética, soluções ecológicas e otimização de espaço, e neste contexto as habitações contêineres podem perfeitamente se adequar a essas condições (VIANA, 2015).

Os contêineres marítimos têm sua vida útil (como receptáculo para transporte de cargas) determinada por muitos fatores, como o tipo de carga transportada, as intempéries enfrentadas ao longo dos anos, os maquinários utilizados em seu manuseio, as manutenções recebidas durante o tempo de uso, entre outros. Por isso os contêineres marítimos possuem vida útil que pode variar de dez a quinze anos, após esse período ocorrem seus descartes em pátios e então novos contêineres substituem esses.

Outro motivo que leva ao descarte do contêiner é o fato de que algumas vezes ele chega a um país carregado, mas não tem mercadoria para transportá-lo carregado novamente para seu país de origem, sendo mais barato para o país comprar esse contêiner do que enviá-lo de volta vazio. Isso resulta em um enorme excedente de contêineres aguardando para serem reutilizados na construção civil, já que muitos deles estão em excelente estado de conservação, e para o uso no setor de construção, sua vida útil é de cerca de 90 anos (XAVIER, 2015a).

Na tabela 3 apresenta-se o número de contêineres marítimos em circulação nos portos brasileiros nos anos de 2015, 2016 e 2017. Pode-se constatar que é grande o número em circulação, e ao considerar que no máximo em 15 anos todos eles já terão sido descartados, tem-se uma noção da dimensão do problema em uma escala mundial.

Tabela 3 - Número de contêineres marítimos em circulação nos portos brasileiros, nos anos de 2015, 2016 e 2017

Porto	2015	2016	2017
Santos	2.453.881	2.358.220	2.495.397
Itajaí	577.612	636.061	576.539
Paranaguá	471.573	436.781	428.974
Rio Grande	443.607	431.689	447.379
São Francisco do Sul	338.352	322.608	338.535
Manaus	317.336	246.804	296.541
Suape	256.506	254.483	288.095
Rio de Janeiro	240.172	210.789	385.916
Salvador	187.446	197.395	190.637
Vitória	178.781	149.129	154.083
Itaguaí	151.822	140.024	168.782
Pecém	109.058	105.488	127.540
Fortaleza	55.271	51.588	52.534
Vila do Conde	44.916	63.830	77.823
Imbituba	25.580	24.660	40.197
Natal	19.179	22.236	29.413
Belém	14.936	501	5
Itaquí	4.945	12	-
Porto Velho	1.148	289	820
Brasil	5.892.121	5.652.587	6.099.210

Fonte: ABRATEC..., 2018

Por isso, os contêineres deixam de ser apenas “recipientes para transporte”, eles são reinventados e aqueles que foram descartados em pátios nos portos, podem ser transformados em casas, cinemas, escritórios, escolas etc.

Os primeiros contêineres utilizados como abrigo foram em situações de desastres naturais e no transporte de prisioneiros na guerra no Iraque, em 1991. Também foram utilizados como celas provisórias para detentos. Existem relatos de que nos canteiros de obras em locais geograficamente distantes também já haviam sido utilizados, facilitando o transporte e depósito de materiais e equipamentos. Mas atualmente, os contêineres são utilizados em vários tipos de habitação (de baixos

padrões, médio e de alto luxo), em comércios, empresas, em espaços itinerantes etc (VIANA, 2015).

Ainda segundo Viana (2015), por terem formatos retangulares e tamanhos padronizados, os contêineres permitem modulações em diversas combinações para composição de espaços e ambientes diversificados. As aberturas de portas e janelas são de acordo com o projeto arquitetônico individual de cada edificação. Desde que as vigas de piso e teto e os pilares em aço sejam mantidos, os demais cortes são livres, e normalmente não precisam de reforços estruturais.

Embora os contêineres tenham os requisitos para se tornarem espaços habitáveis (possuem dimensão útil adequada, e limitam interior e exterior), para fazer arquitetura não basta empilhar ou organizar em fileiras, é preciso ter qualidade espacial e arquitetônica. O projeto coerente com clima, contexto, demandas, proporciona maior qualidade de vida no interior desses ambientes.

Segundo Viana (2015) e Mata (2016), são várias as vantagens da utilização de contêineres na construção civil, e são elas:

- Reaproveitamento e reciclagem de material nobre (aço) abandonado no meio ambiente;
- Possibilidade de redução de custo por já estar estruturada, precisando de poucos reforços se projetado de maneira a aproveitar ao máximo o conjunto estrutural existente, por permitir fundação simplificada e manter o revestimento externo original;
- Durabilidade: contêineres podem durar mais de 90 anos se tomado os devidos cuidados (pintura externa para proteção de intempéries, evitar contato contínuo com água ou umidade do solo etc);
- Resistência: projetados para suportar cargas grandes e pesadas, e tolerar diferentes climas e ação da maresia, os contêineres são fabricados de aço corten, que é um metal bastante resistente à corrosão;
- Mobilidade: possibilidade de ser transferido de lugar;
- Modularidade: podendo aumentar ou diminuir a edificação, com facilidade, a partir da inclusão ou retirada de módulos habitacionais, tornando obras flexíveis, e permitindo serem feitas em etapas;
- Diversidade de acabamentos, do simples ao sofisticado;

- Agilidade de construção e finalização da obra, podendo-se reduzir o tempo em 40% comparado a uma obra de alvenaria;
- Diminuição de resíduos e entulhos.

Algumas de suas desvantagens, segundo o arquiteto Vitor Penha¹ para a revista Exame (YAZBEK, 2015):

- Deterioração do material: se não tomado os devidos cuidados, o aço em contato contínuo com água poderá deteriorar-se. O aço corten bruto oxida superficialmente, ficando com aspecto alaranjado, mas se pintado com tinta epóxi em toda sua superfície e se fizer as devidas manutenções, sua vida útil poderá tornar-se praticamente “eterna”;
- Tratamento termo-acústico: metais são excelentes condutores térmicos e péssimos isolantes acústicos. Por isso é indicado que as edificações com contêineres recebam intervenções termo acústicas, e isso resulta em maiores gastos;
- Mão de obra especializada: soldas e cortes deverão ser feitos por serviços especializados, mas é grande o número de empresas prestadoras desse tipo de serviço;
- Substâncias tóxicas: descontaminação contra agentes químicos, biológicos e radiativos deverão ser feitas e documentadas, com laudo de habitabilidade, certificando a segurança do contêiner como estrutura de construção.

2.4. Particularidades das construções a partir de contêineres

Não é tão simples quanto parece, não basta pegar um contêiner despejado e levá-lo para o local da construção e habitá-lo. Para serem utilizados na construção civil, os contêineres descartados passam por todo um processo de aprovação e legalização. Os contêineres para serem liberados para a reutilização precisam passar por descontaminação contra agentes químicos, biológicos e radiativos, recuperação estrutural, licenciamento ambiental, nacionalização e só então se recebe o laudo de habitabilidade que certifica a segurança do contêiner como estrutura de construção.

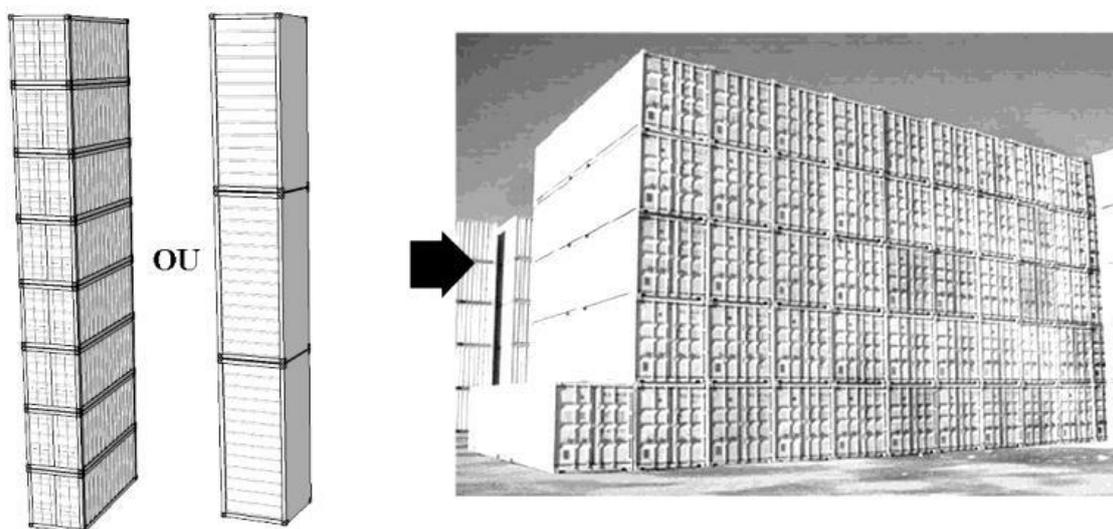
Além disso, a mão de obra deve ser especializada, para que o contêiner fique em boas condições de uso, seu preparo estrutural é feito na fábrica e *in loco*, e isso

¹ Vitor Penha – Arquiteto e Urbanista graduado em 1993 pela Universidade Mackenzie – SP. Conhecido pelo reuso e reaproveitamento de materiais na concepção de seus projetos. (GALERIA...,2016)

inclui limpeza, funilaria, serralheria, pintura e acabamentos, que seguem de acordo com o projeto arquitetônico. Para levar o contêiner ao local da obra, são usados guindastes e caminhões *muncks* (BONAFÉ, 2017).

No quesito arquitetônico, os contêineres do tipo Dry Box e High Cube (Fig. 3) podem se agrupar e formar diferentes composições, além disso, sua estrutura permite que sejam empilhados tanto horizontalmente quanto verticalmente. Sua estrutura reforçada em aço é capaz de suportar dez vezes o próprio peso, permitindo serem empilhados no sentido horizontal de até oito unidades de contêineres, e no sentido vertical, até três contêineres, como pode ser visto na figura 4 a seguir. Esse empilhamento se torna possível devido aos pontos de apoio da estrutura receber as cargas vinda das vigas e pilares contidos nos contêineres. Mas para que ele tenha um bom desempenho estrutural, ao ser empilhado, as cantoneiras precisam estar posicionadas uma acima da outra, garantindo a eficiência do conjunto (SLAWIK et al., 2010).

Figura 4 - Contêineres Empilhados



Fonte:

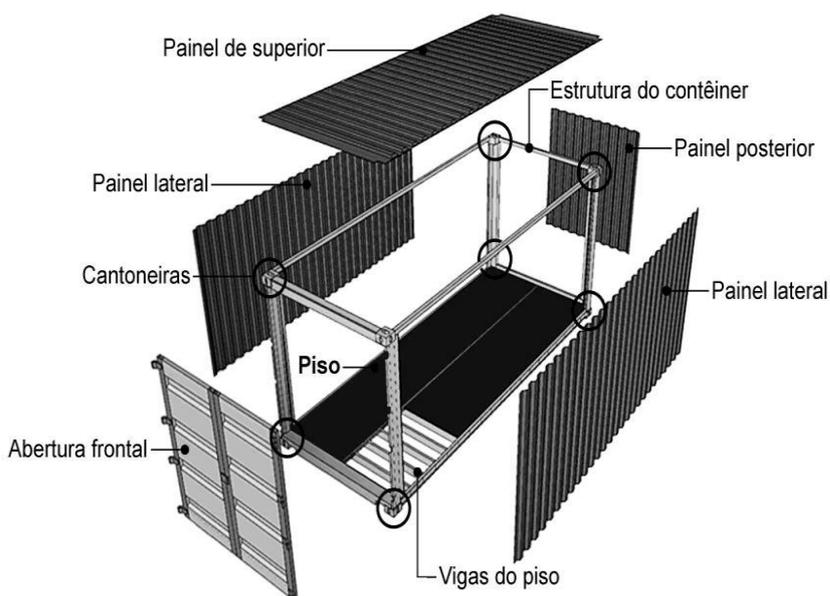
CARBONARI, 2015.

Segundo Slawik et al. (2010) o contêiner tipo Dry Box é estruturado por quatro vigas superiores e quatro vigas inferiores, conectadas por meio de pilares posicionados nas quatro extremidades do contêiner, formando então uma armação intertravada e rígida. Estes contêineres possuem cantoneiras que auxiliam no apoio, manuseio e travamento do conjunto. Abaixo do piso possuem vigas transversais de aço que resultam em um sistema ainda mais resistente. Já os fechamentos são compostos

por três elementos: piso, painel frontal e painéis laterais. O piso é feito de placa de compensado parafusada sobre as vigas do piso. O painel frontal é composto por uma porta de duas folhas, com dobradiças soldadas nos pilares de sustentação, e por fim os painéis laterais, superior e inferior, que são soldados nas vigas perimetrais. Essas chapas que compõem os fechamentos do contêiner são feitas de aço trapezoidal com 2mm de espessura, esse formato da chapa lhe confere maior estabilidade por possuir maior rigidez que uma chapa lisa.

Sócrates (2012) afirma que nos contêineres os painéis laterais, assoalho, terças, portas, molduras e trilhos formam um conjunto estrutural que o torna autoportante, por isso são resistentes e suportam cargas elevadas, maiores do que uma residência típica normalmente precisa suportar. Porém, quando esses contêineres sofrem alterações, como aberturas para portas e janelas, sua estrutura acaba sendo afetada, e torna-se necessário avaliar a possibilidade de se fazer reforços estruturais para que o contêiner tenha segurança estrutural. Na figura 5 mostra-se a composição estrutural dos contêineres do tipo Dry Box.

Figura 5 - Estrutura e Composição de um contêiner Dry Box



Fonte: CARBONARI, 2015.

2.5. A concepção de uma edificação contêiner

Por se tratar de um material que concebido para um determinado uso, e passa a ser reutilizado como envoltória de uma edificação, os projetos com contêineres passam por uma série de estudos e reflexões sobre o processo de criação do espaço em questão. O ambiente gerado deve atender as necessidades humanas, quanto ao desempenho das atividades que ali serão desenvolvidas, além disso, o projeto de arquitetura deve explorar desde o surgimento da ideia até a materialização desta ideia por meio da linguagem (CARBONARI, 2015).

Gasperini (1988) afirma que a ideia de um projeto está associada a uma memória visual e a uma imagem que dão início ao processo de criação. Conta também com a história e o contexto ao qual pertence. Vive-se em uma sociedade que tem se preocupado cada vez mais com as questões ambientais, por isso, o arquiteto e urbanista, que tem como papel a concepção das cidades, tem também a responsabilidade social de criar ambientes que tenham esse cuidado ambiental. Então a construção com contêiner já nasce de uma ideia de reaproveitamento de material, associada à redução do impacto que a indústria da construção de edifícios convencionais (em alvenaria e concreto) vem causando, além da grande oferta de contêineres descartados nos portos marítimos de todo o mundo.

Seguido desta ideia inicial, trabalha-se o método para que esses contêineres se transformem em espaços habitáveis. O método projetual estabelece os passos a serem seguidos, desde a concepção até a materialização do objeto, onde há uma organização das ideias. Para os contêineres, esse método está relacionado desde o transporte do contêiner até o local da obra, os processos de modificação, como serão estruturados, e como serão acoplados em caso de usar mais de um contêiner na criação (GASPERINI, 1988).

Segundo Slawik et al. (2010) são três as estratégias ao se criar uma edificação contêiner. Começando pela aceitação ou não da sua forma e características originais como parte do projeto, enxergando o contêiner como parte de uma obra de arte a ser usado na edificação. A segunda estratégia refere-se às modificações necessárias para instalar equipamentos e acessórios, como por exemplo, se as instalações elétricas serão aparentes ou precisará revestir partes do contêiner para

esconder os fios. A terceira estratégia é a combinação de outros métodos construtivos ou estruturas que poderão fazer, ou não, parte do projeto, como uma cobertura adicional por exemplo. Sendo assim os contêineres podem ser transformados por meio de pequenas adaptações para atribuir habitabilidade (sem grandes modificações da configuração original) ou receber diversas modificações para criar edificações mais complexas.

A forma em que os contêineres são dispostos no espaço também interfere no ambiente criado. Eles podem ser empilhados criando-se apenas um edifício rígido, ou distribuídos no espaço, de forma a criar ambientes abertos entre eles e estruturas mais atraentes.

Segundo Gasperini (1988) a linguagem de uma edificação está relacionada a um sistema simbólico que transmite ideias e pensamentos e é a expressão do projeto. Ela é definida pela materialização da arquitetura por meio da combinação de texturas, cores, materiais e volumes criados. A linguagem de uma edificação toma como base vários contextos, como o significado daquela edificação e como está relacionada com a sociedade. O contêiner vem com o objetivo de se tornar uma obra flexível, de um material reciclado e que permite mobilidade, trazendo dinamismo para a obra, por meio do encaixe fácil de outros módulos, tornando-se um edifício que se adapta as necessidades temporais. Sendo assim os contêineres tem como linguagem compositiva a modularidade devido as medidas padronizadas e facilidade de encaixe e empilhamento. E a linguagem do aspecto visual possui caráter industrial devido às chapas em aço, e ao mesmo tempo uma linguagem naval, já que seu uso está diretamente associado ao transporte marítimo.

Embora os contêineres tenham uma linguagem industrial bastante marcante, é possível mudar seu aspecto ao adotar revestimentos externos aplicados sobre seus painéis de fechamento. Assim, as construções com contêineres aumentam sua aceitabilidade, já que sua identidade visual na obra finalizada pode ser totalmente alterada ao ser revestido com outros materiais de acabamento (SLAWIK et al., 2010).

2.6. Aspectos construtivos de edificações contêineres

Como qualquer obra, além do projeto, muitas questões precisam ser estudadas para se materializar uma ideia. Nas construções com contêineres essas preocupações começam pelos custos embutidos na compra e seleção dos contêineres até as instalações finais.

2.6.1. Compra e transporte do contêiner

Empresas especializadas vendem contêineres em desuso com laudos de habitabilidade, conferindo segurança e redução do tempo gasto com burocracias. Segundo Slawik et al. (2010), deve-se escolher contêineres de portos mais próximos ao local da obra para reduzir os custos com deslocamento e não inviabilizar o processo. Para o transporte é utilizado caminhão convencional e o descarregamento é feito por meio de guindaste ou caminhão tipo *Munck*. O levantamento dos contêineres deve ser realizado pelas cantoneiras dispostas nos oito vértices dos contêineres, conforme dimensionados, para serem levados aos navios para transporte de cargas.

2.6.2. Fundações

Para Slawik et al. (2010), a fundação depende da geometria do projeto, da temporalidade da obra (se será permanente ou efêmera) e das propriedades geofísicas do terreno a ser implantado. O tipo de fundação mais comum nas obras com contêineres são os sistemas radier, as vigas baldrame e principalmente as sapatas isoladas de concreto. O correto é que os contêineres sejam implantados na fundação pelas quatro cantoneiras com altura nivelada e bem fixados para impedir que a edificação sofra movimentações indesejadas devido a fatores externos, como a força do vento por exemplo.

2.6.3. Acoplamento

Padronização das medidas dos contêineres permite que a edificação seja acrescida de módulos conforme a necessidade do usuário. Seu fácil acoplamento torna essa tarefa ainda mais simples. Essa união dos contêineres deve ser feita por meio de ligações permanentes como soldas ou por ligações reversíveis do tipo acoplamento ou por parafusos (SLAWIK et al., 2010). Todos os espaços vazios devem ser preenchidos com espuma de poliuretano após a soldagem, para evitar riscos de

infiltração. Só então o contêiner pode receber a pintura para evitar corrosão de sua estrutura.

2.6.4. Aberturas

As aberturas devem ser feitas de acordo com o projeto arquitetônico, respeitando a insolação e ventilação, assim como uma obra convencional, em concreto e alvenaria. O trabalho de corte deve ser realizado por mão de obra especializada. Normalmente este serviço é prestado pelas empresas que vendem os contêineres, por possuírem os equipamentos adequados. Elas adaptam esses contêineres de acordo com o projeto, fazendo as aberturas, as molduras e instalações técnicas embutidas.

2.6.5. Revestimentos e divisões internas

Após a instalação dos contêineres no terreno ele está preparado para receber os revestimentos e as divisórias internas. Os materiais mais utilizados para divisórias são de *Dry Wall* ou *steel frame*. Para os revestimentos internos, as chapas de madeira do tipo MDF, o OSB (*Oriented Strand Board*), as placas cimentícias e o *Dry Wall* são os mais escolhidos por permitirem que as instalações elétricas, hidrossanitárias e os isolantes térmicos fiquem embutidos entre os fechamentos internos e externos, facilitando a montagem e conferindo uma estética agradável.

O piso original de compensado naval pode ser mantido, ou também pode ser adicionado outro revestimento, como piso laminado, cerâmicos etc. Pode ser aplicada uma camada de isolante térmico entre o piso original e o piso a ser instalado.

Nos contêineres do tipo High Cube, que são os que possuem maior altura do pé direito, o teto pode ter forro de gesso ou outro material, podendo esconder as instalações elétricas e hidráulicas. Ou pode-se optar por uma linguagem mais industrial onde estas instalações são aparentes e fazem parte da estética da edificação.

Para o exterior, os contêineres permitem a utilização de diversos revestimentos externos, ou pode-se escolher manter a linguagem original do contêiner, apenas aplicando uma tinta especial para protegê-lo da corrosão e proporcionar um melhor conforto térmico.

Já na cobertura dos contêineres pode ser utilizado um recobrimento com telhas sanduiche que possuem proteção termo acústica, instalação de telhado verde, painéis solares, etc., ou até mesmo deixar a cobertura original apenas aplicando tinta própria para proteção da envoltória.

2.6.6. Isolamento térmico e acústico

Uma vez que os contêineres são fabricados de chapas de aço que são caracterizadas como ótimos condutores térmicos e péssimos isolantes acústicos, o conforto térmico e acústico desses espaços é uma grande preocupação de quem deseja construir com contêiner. Segundo Slawik et al. (2010), podem ser aplicados materiais que sejam isolantes térmicos e acústicos nas superfícies internas e externas. Para isso os materiais disponíveis no mercado mais utilizados para esse fim são a lã de PET, lã de rocha, lã de vidro, placas de poliestireno expandido e espuma de poliuretano, dentre outros menos usuais. Ainda assim, é importante que o projeto seja adequado ao local onde será instalado o contêiner, respeitando o microclima e aproveitando melhor a luz do dia e a ventilação, com aberturas adequadas para conferir um melhor desempenho térmico.

2.7. Evolução das edificações contêineres

Os primeiros contêineres marítimos usados em projetos para habitações ocorreram como manifesto artístico e arquitetônico, com conceito de mobilidade e natureza cosmopolita. Nesses projetos, a ideia era mostrar que era possível habitar em um único contêiner e recebia o nome de nômades urbanos os criadores deste tipo de obra. Um bom exemplo é a obra concebida na Austrália, do arquiteto Sean Godsell, em 1985, conhecida como *Future Shack* (Fig. 6). Trata-se de uma habitação emergencial móvel e que se adapta até em terrenos irregulares, podendo assim ser transportada para todo o mundo (KOTNIK, 2008).

Figura 6 - Future Shack, 1985.



Fonte: SGA..., 2017.

Europa e EUA foram os primeiros locais onde esse novo tipo de arquitetura firmou-se, pois nesses locais existe uma maior cultura de aceitação a novas tecnologias construtivas. Outro exemplo pioneiro de casa contêiner edificada foi na Holanda em 1992, numa competição de habitações temporárias proposta pelo governo holandês (SLAWIK et al., 2010).

Nos EUA, em 1997, construiu-se a Holyoke Cabin (Fig. 7), uma casa de fim de semana que substitui um trailer da família. Localizada em Minnesota, a edificação faz uso de dois contêineres para compor o espaço (PROEFROCK, 2010).

Figura 7 - Holyoke Cabin, EUA



Fonte: PROEFROCK, 2010.

Posteriormente, os projetos com contêineres começaram a se expandir e unir mais de um módulo para obter edificações maiores. Um exemplo interessante de uso do contêiner na construção civil é a obra *Mobile Dwelling Unit* (MDU), figura 8, projetada pela *Lot-ek* em 2003, caracterizada como uma unidade móvel de moradia, mas que

se diferencia das demais por ter as paredes em aço cortadas para gerar volumes extrudados. Cada um desses volumes adquirem uma função, como trabalho, dormitório etc. Para transportar essas unidades habitáveis, esses volumes voltam a configuração inicial do contêiner sendo deslocados para o interior, e então, para aumentar novamente seu volume, essas partes são empurradas para fora deixando o interior do contêiner sem obstruções, com todas as funções acessíveis distribuídas nas suas laterais (MOBILE..., 2017).

Figura 8 - *Mobile Dwelling Unit (MDU)*: Vista externa e vista interna



Fonte: MOBILE..., 2017.

Muitas edificações vêm surgindo desde então, mas algumas ganham destaque internacional, como é o caso do *Container City I e II* (Fig. 9). Concebido em 2001, na zona portuária de Docklands, em Londres, o aglomerado de contêineres de vários formatos são encaixados criando uma arquitetura modular e flexível, com diversos ambientes das mais variadas funções, como residências, escritórios e estúdios. Sua fachada formada por blocos coloridos dão um aspecto divertido ao espaço, lembram uma composição formada por legos e as janelas circulares reforçam a tipologia de uma arquitetura naval (CONTAINER..., 2017a). A construção de três andares levou apenas cinco meses para ser concluída e devido ao enorme sucesso, após dois anos de uso, acrescentou-se o quarto andar, o que mostra a versatilidade desse método de construção. O *Container City I*, possui um total de 20 contêineres marítimos, sendo destes, 15 contêineres com uso residencial. Dois anos após a conclusão do *Container City I*, construiu-se o *Container City II*, composto por cinco pavimentos com mais conjuntos habitacionais. Os dois edifícios são interligados por uma passarela (SLAWIK et al., 2010).

Figura 9 - Container City I e II

Fonte: LONDON..., 2015.

Outro projeto que se destaca é um conjunto de moradia para estudantes em Amsterdã, na Holanda, conhecido como *Keetwonen* (Fig. 10). Concebida em 2006, o que levou a construção dessa edificação foi a necessidade de criar mais de 1000 abrigos para estudantes em pouquíssimo tempo e com custo reduzido. Então se construiu uma Cidade Universitária montada inteiramente por contêineres marítimos descartados. A cidade universitária *Keetwonen* conta com café, supermercado, espaço de escritórios e área de esportes. Cada moradia possui 25m² e apesar de inicialmente ser uma construção provisória, a aprovação dos estudantes fez com que a edificação se prorrogasse até os dias atuais (XAVIER, 2013).

Figura 10 – Keetwonen, Moradia Estudantil – Amsterdã

Fonte: XAVIER, 2013.

Outro projeto de moradia contêiner para estudantes que merece destaque é do escritório de arquitetura Cattani Architects. Assim como em Amsterdã, construiu-se

uma cidade universitária em Le Havre, na França, mas desta vez a ideia inicial não era de uma construção provisória. O alojamento é composto por 100 apartamentos com 24m² cada e um total de quatro pavimentos (Fig. 11). Transparência e leveza são um dos conceitos para tornar as moradias mais agradáveis e fugir da solidez natural dos contêineres (XAVIER, 2014).

Figura 11- Moradia Estudantil de contêineres na França



Fonte: XAVIER, 2014.

Um exemplo interessante quanto à mobilidade das edificações construídas a partir de contêineres é o museu *Nomadic* (Fig. 12). Composto por 152 contêineres, ele foi construído para abrigar uma exposição de fotografia em Nova York em 2005. Depois ele foi desmontado e remontado em Santa Monica, Califórnia, EUA, no início de 2006 (CONTAINER..., 2017).

Figura 12 - Museu *Nomadic*



Fonte: CONTAINER..., 2017.

Em busca de maior aceitação e para atrair mais consumidores para as edificações contêineres, estratégias de revesti-los externamente para esconder sua aparência

industrial começaram a ser utilizadas. Para ilustrar, tem-se como exemplo a *Maisonidekit*, em Quebec no Canadá, do arquiteto Bernard Morin (Fig. 13). A residência possui 280m² de área construída e utiliza sete contêineres reciclados. Tiras de madeiras também recicladas camuflaram a linguagem industrial que a edificação com contêiner proporciona (XAVIER, 2015b).

Figura 13 - *Maisonidekit*, Canadá



Fonte: XAVIER, 2015b.

2.8. Primeiras habitações contêineres no Brasil

No Brasil, as “Escolas de Latas” (Fig.14) construídas em São Paulo no governo Celso Pitta (1997-2000) foram as primeiras experiências neste tipo de edificação. Trata-se de salas improvisadas em contêineres, mas que não foram projetadas com os devidos cuidados, como aberturas apropriadas para aproveitar melhor a ventilação natural, sombreamento, orientação solar coerente e também não receberam nenhum tipo de tratamento termo acústico, por isso foram fadadas ao fracasso. Apesar disso, ainda existem algumas dessas salas de contêineres sendo utilizadas até os dias de hoje (FASANO, 2006).

Figura 14 - Escola de Lata – São Paulo.



Fonte: CHERMONT, 2006.

A arquiteta Livia Ferraro é umas das pioneiras em construções de casa com contêineres no Brasil. Sua primeira casa contêiner foi construída em 2009 e foram utilizados dois contêineres entrecruzados para criar um *loft* de 47m² (Fig. 15). A edificação é composta por quarto, sala, cozinha, banheiro, lavanderia e varanda. Neste projeto são utilizadas diversas soluções ecológicas, como armazenamento de água de chuva, painéis de energia solar, sistema de tratamento de resíduos e tratamento térmico e acústico. Por ser o primeiro projeto deste ramo no Brasil e pela facilidade de se transportar esse tipo de edificação, Livia Ferraro começou a expor a edificação em feiras do setor de construção e arquitetura (TAVARES, 2012).

Figura 15 - Casa contêiner de Livia Ferraro



Fonte: CASA..., 2017

Outra casa que tem grande destaque na mídia e é um bom exemplo de edificação contêiner bem sucedida, é a casa do arquiteto Danilo Corbas (Fig. 16). Segundo o arquiteto, em sua casa contêiner de 196m² foram retirados da obra apenas duas caçambas de entulho, enquanto em uma construção tradicional esse número poderia passar de cem. Ainda segundo o arquiteto, é possível economizar até 30%

no valor da obra comparado a uma residência com mesmo tamanho e padrão de acabamento, construída em alvenaria (PROJETO..., 2015).

Figura 16 - Casa contêiner de Danilo Corbas



Fonte: PROJETO..., 2015

Esse tipo de projeto já se espalhou pelo Brasil, tendo edificações cada vez maiores e mais complexas usando como matéria prima os contêineres marítimos. A Tetris Hostel (Fig. 17) projeto dos arquitetos Karin Nisiide e Carlos Eduardo Salamanca, por exemplo, é uma edificação com mais de 1000m² de área construída na cidade de Foz do Iguaçu-PR, finalizada em 2014, que utiliza em sua composição quinze contêineres reutilizados trazidos do porto de Paranaguá (CARBONARI, 2015).

A empresa que titula a edificação como sustentável, além de reutilizar um material despejado no ambiente, acrescentou ao hostel o uso de aquecedores solares e telhado verde, coberto por grama e revestido por uma manta para impermeabilizar a cobertura evitando infiltração e assim ganhando em desempenho térmico e acústico. Foram utilizados também materiais de descarte para fabricação de alguns mobiliários, iluminação de LED para menor consumo de energia, madeira plástica², reaproveitamento de água de chuva, sistema próprio de tratamento de esgoto, isolamento térmico e acústico com material confeccionado a partir de garrafa PET. Todas essas medidas que buscam a sustentabilidade da edificação tornam o hostel muito interessante atraindo ainda mais visitantes. A edificação possui capacidade para 70 hóspedes, é composta por quartos privativos e compartilhados, cozinha

² A madeira plástica é um tipo de material 100% reciclado, composto por fibra de madeira reutilizada e resíduos plásticos, com aparência muito semelhante a madeira, porém com propriedades modificadas (ECOPEX, 2017).

compartilhada, bar, varanda, piscina, *longe*, jardins e estacionamento (TRETIS..., 2017a).

Figura 17 - Tetris Hostel, PR.



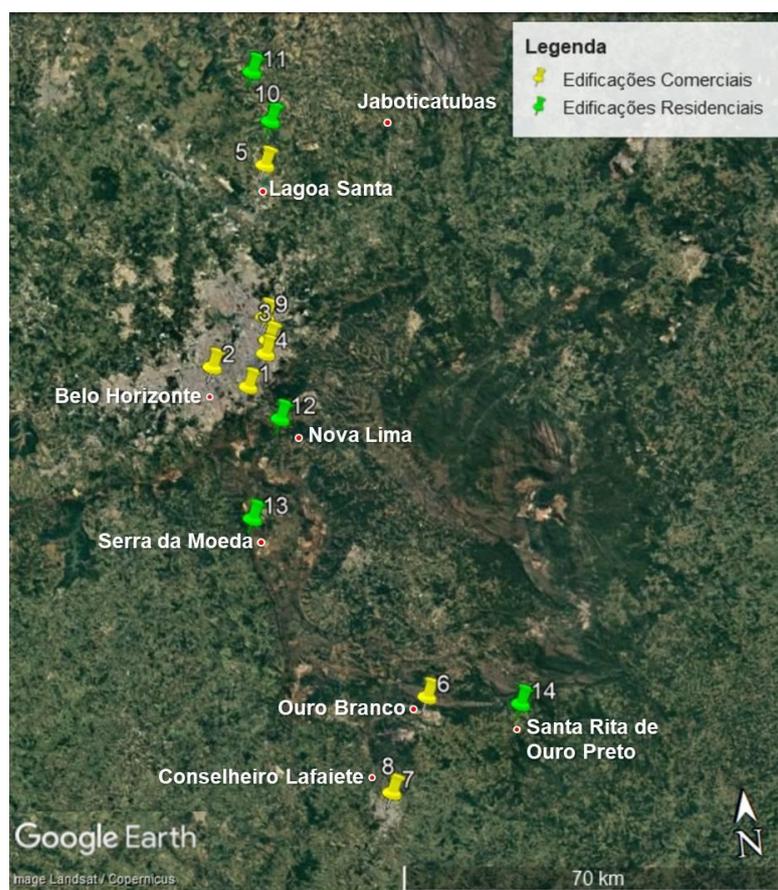
Fonte: TETRIS..., 2017

2.9. Edificações contêineres na região da grande Belo Horizonte

Comparado a outras regiões do país, como os estados da região sul, onde a cultura das construções contêineres já se disseminou, em Minas Gerais as edificações contêineres são uma novidade. Ainda são poucas as edificações deste tipo, e a fama de que Minas Gerais é um estado conservador talvez seja exemplificada nesta questão, onde ainda reina as edificações em alvenaria.

Uma busca por meio de sites, arquitetos, engenheiros e lojas que vendem contêineres marítimos foi possível levantar treze edificações contêineres em uso em Belo Horizonte e região. No mapa apresentado na figura 18 mostra-se a localização dessas edificações encontradas.

Figura 18 - Mapa de Levantamento das Edificações Contêineres na região de Belo Horizonte



Fonte: EARTH..., 2017.

Nas tabelas 4 e 5 listam-se essas edificações mostradas do mapa da figura 18, onde se especifica o uso, a quantidade de contêineres utilizados e as principais características das edificações.

Tabela 4 - Edificações Comerciais levantadas em Belo Horizonte e Região

(continua)

Comerciais				
Foto	Localização e numeração no mapa	Nome	Nº de Contêineres	Características
	Belo Horizonte – MG (1)	Hangar 677	6 High Cube 40'	Nesta edificação funcionam bar e lounge de um espaço de festas. Os contêineres não recebem revestimentos, apenas pintura. São feitos vários recortes e aplicação de vidros fixos para ampliar a visibilidade de dentro para fora. Com as chapas recortadas dos contêineres, ampliou-se a edificação.

Tabela 4 - Edificações Comerciais levantadas em Belo Horizonte e Região

(continuação)

	Contagem – MG (2)	Só Marcas <i>Container</i> Outlet	Aproximadamente 50 contêineres Dry Box 20'	Galeria Comercial em diversos contêineres. Externamente todos pintados com tinta epóxi em cores diversas. Estão situados sob um galpão com cobertura em aço. Internamente cada loja opta por um revestimento diferente, alguns mantêm as chapas aparentes, apenas com pintura epoxi e outros fazem usos de revestimentos internos.
	Belo Horizonte – MG (3)	<i>Container</i> Food Park	9 Dry Box 20'	Bar e Restaurante. Diversidade de revestimentos, muitos recortes, em cada bloco funciona um restaurante, e cada restaurante usa materiais diferentes. Como material de proteção térmica foi utilizado a Lã de Pet.
	Belo Horizonte – MG (4)	Parklets	1 Dry Box 20'	Parklets. Apenas pintura externa e interna, com muitos recortes para permitir ventilação e aumentar a visibilidade.
	Lagoa Santa – MG (5)	Circuito <i>Container</i>	17 High Cube 40'	Galeria Comercial e Danceteria. Variedade de Revestimentos internos. Externamente pintura térmica. Uso de telha semi-sanduíche. Aplicação de placas de 3TC para proteção térmica, pisos variados como madeira e porcelanatos.
	Ouro Branco – MG (6)	Sr. Bistrô	1 High Cube 40'	Bar e Restaurante. Pintura do tipo epóxi na cor branca internamente e externamente. Sem cobertura adicional. Varanda à frente. Poucos recortes, apenas abertura de uma porta no fechamento lateral do contêiner.
	Conselheiro Lafaiete - MG (7)	Outlet Store Kids	1 High Cube 40'	Pintura Epoxi internamente e externamente. Sem recortes. Uso constante de ar condicionado em dias quentes.

Tabela 4 - Edificações Comerciais levantadas em Belo Horizonte e Região

(conclusão)

	Conselheiro Lafaiete - MG (8)	Outlet Container	1 High Cube 40'	Pintura Epoxi internamente e externamente. Sem recortes. Uso constante de ar condicionado em dias quentes.
	Belo Horizonte - MG (9)	Beb's	5 High Cube 40'	Bar e Restaurante. Os contêineres são utilizados para abrigar a cozinha, o bar e os banheiros. Diversos recortes. Pisos em cerâmica e tinta externa e interna. Alguns ambientes com revestimentos internos.

Tabela 5 - Edificações Residenciais levantadas em Belo Horizonte e Região

(continua)

Residenciais			
Foto	Localização e numeração no mapa	Nº de Contêineres	Características
	Lagoa Santa - MG (10)	4 High Cube 40'	Externamente tinta epoxi. Telhas de zinco, forração com gesso e lã de rocha para proteção térmica e acústica. Muitos cortes resultando em necessidade de total reestruturação da edificação. Uso de revestimentos internamente como porcelanatos e laminados de madeira.
	Lagoa Santa - MG (11)	2 High Cube 40'	Tinta térmica externamente. Internamente tinta epóxi em chapas aparentes e gesso acartonado com aplicação de poliestireno protegido por membranas poliméricas refletivas (3TC). Cortes para acoplamentos e abertura de portas e janelas. Pisos originais e uso de cerâmicas nas áreas molhadas.
	Nova Lima - MG (12)	5 Dry Box 20'	Forração de gesso acartonado e aplicação de poliestireno protegido por membranas poliméricas refletivas (3TC) para proteção térmica. Pintura externa com tinta térmica. Cortes para acoplamentos e aberturas de portas e janelas, piso laminado em madeira.
	Moeda - MG (13)	2 Dry Box 20'	Uso de manta de fibra de vidro entre o drywal e o contêiner, para isolamento térmico. Telhado com telhas de polipropileno. Pintura externa original do contêiner. Alguns cortes para abertura de portas e janelas.

Tabela 5 - Edificações Residenciais levantadas em Belo Horizonte e Região

(conclusão)

	Santa Rita de Ouro Preto – MG (14)	1 Dry Box 20'	Telha ecológica. Pintura externa original do contêiner, internamente com esmalte sintético antioxidante na cor branca. Sem aplicação de materiais isolantes térmicos. Corte lateral para abertura de janela. Piso original do contêiner.
---	---	------------------	--

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho engloba o estudo de caso de edificações construídas a partir de contêineres marítimos, utilizando-se como objeto de estudo três edificações com uso residencial e uma com uso comercial.

Faz-se uma pesquisa bibliográfica a respeito do uso de contêineres marítimos na construção civil, levantamento de edificações contêineres na região de Belo Horizonte, visitas as edificações para escolha e definição das mais apropriadas para o estudo de caso, entrevistas e questionários com proprietários e usuários, avaliação técnica dos aspectos de construção, medições de temperatura do ar interno, umidade relativa do ar interno e medição de temperatura superficial da envoltória e análise dos dados obtidos. Verificação de patologias e estudo de possíveis soluções para os casos em análise ou para futuras edificações da mesma tipologia.

Os estudos de caso envolvem:

- Escolha de modelos residenciais e comercial;
- Avaliação dos aspectos de construção: análise da construção, do partido arquitetônico, dos ambientes gerados, dos componentes estruturais, dos tipos de fechamentos utilizados, da cobertura, e instalações prediais, e se há existência de patologias;
- Avaliação do Desempenho Térmico: medições de parâmetros térmicos *in loco* e confecção de gráficos para análises.
- Avaliação Subjetiva: análise dos ambientes por meio de observação e questionários que medem a satisfação dos proprietários e usuários com o edifício em uso em relação ao conforto térmico, conforto visual, conforto acústico, estética, segurança etc.

3.1. Estudos de caso

Como objeto de estudo, busca-se analisar diferentes edificações com usos e necessidades distintas, permitindo analisar a aplicabilidade do sistema de construção a partir de contêineres em diferentes funções, diferentes aplicações de acabamentos, modulações e composição para a criação dos diversos espaços. Como critério de seleção das edificações é considerando somente a região da grande Belo Horizonte e aquelas edificações já em uso, também o interesse e permissão dos proprietários para participarem da pesquisa, permitindo visitas e medições em suas edificações. Assim são selecionadas quatro edificações: duas edificações residenciais e uma galeria comercial na região de Lagoa Santa, e uma edificação de menor porte em Santa Rita de Ouro Preto.

A proximidade entre as edificações residenciais da região de Lagoa Santa possibilita comparações quanto ao comportamento da construção perante ao clima local, evidenciando a relação entre o partido arquitetônico, a qualidade ambiental e ao satisfação do usuário. A escolha da edificação em Santa Rita de Ouro Preto se justifica ao estudar uma edificação contêiner em condições de clima e implantação diferente das demais, e entender como esta tipologia de construção se comporta em situação diferente dos demais casos em estudo. A edificação comercial se justifica por apresentar a aplicabilidade de contêineres em outro tipo de edificação.

Assim são selecionadas as seguintes edificações conforme apresentado no mapa mostrado nas figuras 19 e 20:

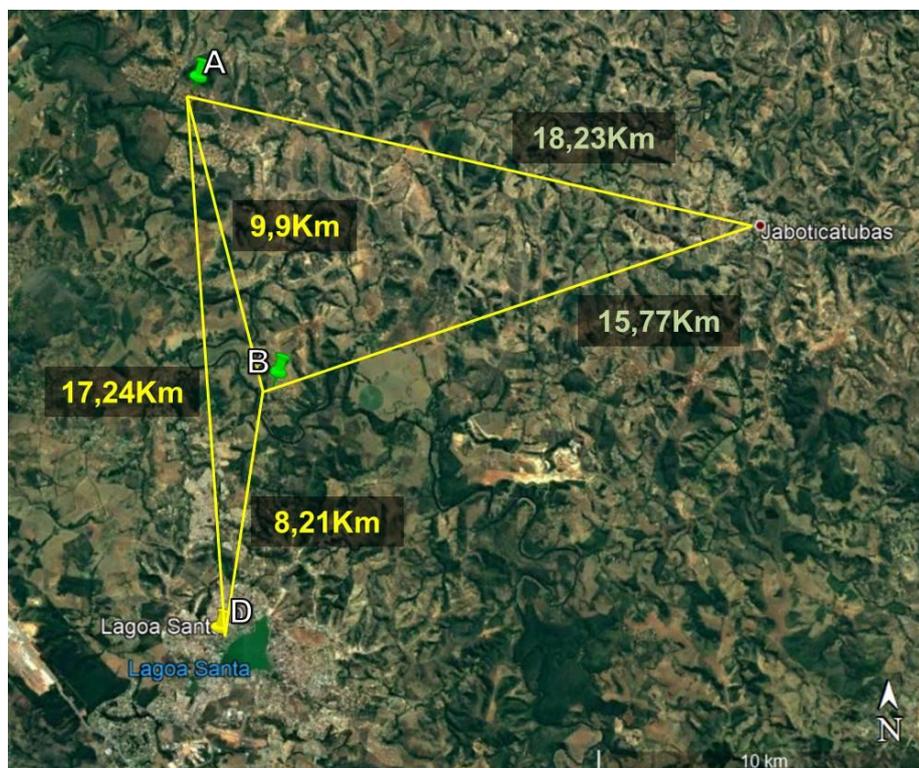
- Edificação A: Casa Contêiner Condomínio Villa Monte Verde – Jaboticatubas
- Edificação B: Casa Contêiner Condomínio Morada do Lago – Jaboticatubas
- Edificação C: Quarto de hóspedes – Santa Rita de Ouro Preto
- Edificação D: *Container Mall* – Lagoa Santa

Figura 19 - Mapa de localização das edificações contêineres selecionadas para estudo



Fonte: EARTH..., 2017

Figura 20 - Mapa de distância entre as edificações de Lagoa Santa e Jaboticatubas em estudo



Fonte: EARTH..., 2017

3.1.1. Edificação A - Condomínio Villa Monte Verde – Jaboticatubas

A Edificação A (Fig. 21) está situada em um condomínio pertencente ao território de Jaboticatubas, mas localiza-se próximo ao município de Lagoa Santa, região metropolitana de Belo Horizonte. Projetada em 2016 pelo grupo Edificare Containers, empresa que tem se especializado neste tipo de edificação.

Figura 21- Edificação A



Fonte: EDIFICARE, 2017

Essa edificação representa um exemplo de projeto onde há um grande aproveitamento do contêiner como estrutura e também como elemento de fechamento, mantendo ao máximo a originalidade, reaproveitando pisos e chapas.

Erguida com a composição de dois contêineres do tipo High Cube (medidas internas: 12,022m x 2,352m e 2,696m pé direito) a edificação possui 60m² de área construída. Possui dois quartos, banheiro, cozinha, sala de estar e televisão. Externamente possui varandas, garagem e área de lazer com piscina. Para uma melhor qualidade ambiental, a edificação é concebida com materiais com isolante térmico e acústico, tinta com propriedades isolantes térmicas³, sombreamento nas aberturas que recebem sol, e ventilação cruzada. Além disso, com soluções simples, pôde-se aproveitar bem a topografia do terreno.

3.1.2. Edificação B – Condomínio Morada do Lago – Jaboticatubas

A Edificação B (Fig. 22) também está situada em um condomínio com território pertencente a Jaboticatubas, mas que localiza-se com maior proximidade ao

³ Tintas Isolantes Térmicas: Formuladas a base de água o produto contém minúsculas esferas nanométricas de cerâmica oca, misturadas às resinas e aditivos, que atua por reflexão a radiação solar. (NANOHERMIC..., 2018).

município de Lagoa Santa. É uma edificação com projeto arquitetônico desenvolvido por um engenheiro civil, mas finalizada por uma arquiteta nas fases de acabamento.

Figura 22 – Edificação B



É selecionada para estudo de caso por estar próxima a edificação A facilitando comparação quanto ao desempenho térmico e por ter utilizado materiais de acabamentos diferentes da outra edificação em estudo, como por exemplo cobertura adicional. Estas diferenças permitem analisar as interferências que as estratégias arquitetônicas causam na edificação quanto à qualidade ambiental.

A edificação é composta por quatro contêineres do tipo High Cube que abrigam sala de estar/tv, jantar e cozinha integrados, banheiro social, despensa, três suítes e um closet.

Dentre os acabamentos adotados estão pisos de porcelanato e laminados de madeira. Externamente os contêineres estão com as chapas aparentes protegidas com tinta epoxi. Possui telha sobre o teto do contêiner, protegendo-o da radiação solar direta.

3.1.3. Edificação C – Santa Rita de Ouro Preto

A edificação C (Fig. 23) localiza-se em Santa Rita de Ouro Preto, distrito pertencente a cidade de Ouro Preto, MG. É uma construção idealizada pelos proprietários sem auxílio de engenheiros ou arquitetos. Essa edificação abriga um quarto para

hóspedes constituído por apenas um contêiner do tipo Dry Box de 20' (com dimensões internas de 5,89m x 2,34m e 2,40m de pé direito).

Figura 23 - Edificação C



É escolhida como objeto de estudo pela disponibilidade dos proprietários, além disso está inserida em um ambiente rural, cercada por árvores de grande porte que proporcionam sombra na edificação na maior parte do dia, influenciando no desempenho térmico.

Dentro do contêiner há um quarto e um lavabo. A edificação é caracterizada por suas diversas escolhas ecológicas, como reaproveitamento de contêiner marítimo descartado, reaproveitamento de água de chuva, aquecedor solar para a ducha, energia fotovoltaica para a iluminação interna, não possui energia elétrica ligada a rede de distribuição, é totalmente independente.

3.1.4. Edificação D – *Container Mall* – Lagoa Santa

A Edificação D (Fig. 24) está localizada na cidade de Lagoa Santa, Minas Gerais, e foi projetada pelo proprietário que é engenheiro civil. É escolhida para o estudo como um exemplo da aplicabilidade dos contêineres em edificações de uso comercial e permite entrevistar usuários que não sejam os proprietários.

Figura 24 – Container Mall



É composta por dezessete contêineres marítimos do tipo High Cube e Dry Box de 20', onde dão lugar a sete lojas e um espaço para eventos. Antes de se tornar uma galeria comercial, foi usada como uma mostra de casa contêiner. Essa mostra aconteceu por dois anos. O edifício, atualmente, possui estabelecimentos de diversos ramos como boutiques, esmalteria, joalheria, cafeteria e também uma danceteria. Um dos atrativos do local é o superiscópio dentro de um contêiner na vertical que reflete a imagem da lagoa situada a algumas quadras abaixo do edifício.

É utilizada uma grande diversidade de materiais na composição da edificação. Uma das fachadas possui material isolante térmico, devido a grande incidência solar. Neste edifício são usadas telhas do tipo semi-sanduiche⁴ para proteger o contêiner da radiação solar direta e melhorar também a acústica do local.

3.2. Medições

3.2.1. Dados Externos

As temperaturas externas são coletadas pelas estações meteorológicas mais próximas dos locais em estudo. Para as edificações em Lagoa Santa e Jaboticatubas, são utilizados dados da Estação Meteorológica de Lagoa Santa, localizada no Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (SBLs) e do aeroporto de Confins. Os dados coletados na estação são divulgados por meio de sites e aplicativos, como por exemplo o site Weather Underground. No caso de

⁴ Telhas semi-sanduiche: formadas por uma chapa de aço perfilada no formato trapezoidal, uma camada de poliestireno ou poliuretano e uma película de proteção na camada inferior, proporcionando maior proteção térmica e acústica (FORMARE...,2018).

Santa Rita de Ouro Preto utiliza-se uma estação meteorológica recentemente instalada no distrito (Fig. 25). No site Weather Channel é possível ter acesso aos dados climáticos desta estação.

Figura 25 - Estação Meteorológica de Santa Rita de Ouro Preto



3.2.2. Dados Internos

Para a coleta das variáveis ambientais internas são utilizados instrumentos de medições com sensores para aferir a temperatura e a umidade do ambiente. Nas duas residências de Jaboticatubas é montando um tripé com termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, termômetro de globo e anemômetro. Embora se tenha utilizado sensores de velocidade do ar e termômetro de globo, neste trabalho apresenta-se apenas os valores de temperatura e umidade relativa do ar, os demais dados poderão ser utilizados para futuros trabalhos. Esses instrumentos são programados para gravarem os dados medidos a cada 30 minutos durante um fim de semana com datas escolhidas conforme disponibilidade e autorização simultânea dos proprietários para montagem dos equipamentos (Tab. 6). No edifício comercial (Edificação D) são usados apenas equipamentos portáteis (Fig. 26) para não ocasionar incômodos a clientes e funcionários. O período de medição acontece conforme horário de funcionamento das lojas, entre 9 e 18 horas. Sensores portáteis também são utilizados na edificação de Santa Rita de Ouro Preto, já que o tripé é impossibilitado de ser montado por não haver energia elétrica para manter o equipamento ligado e a bateria interna não é capaz de mantê-lo em funcionamento por um período de 24 horas de coleta de dados.

Como dito anteriormente, as visitas para pesquisa *in loco* acontecem conforme disponibilidade dos proprietários e na tabela 6 é apresentada as datas de realização dos estudos.

Tabela 6 - Datas de pesquisas *in loco*

	Inverno		Primavera		Verão	
	Data	Atividade	Data	Atividade	Data	Atividade
Edificações A e B	22, 23 e 24 de julho de 2017	Medições, Entrevistas e Questionários	27 à 30 de outubro de 2017	Medições	16 à 19 de fevereiro de 2018	Medições
Edificação C	07, 08 e 09 de agosto de 2017	Medições, Entrevistas e Questionários	17 e 18 de novembro de 2017	Medições	01 à 03 de março de 2018	Medições
Edificação D	11 de agosto de 2017	Medições, Entrevistas e Questionários	27 de outubro de 2017	Medições	16 de fevereiro de 2018	Medições, Entrevistas e Questionários

3.2.2.1. Equipamentos portáteis

Capazes de medir tanto temperatura quanto umidade, os sensores portáteis utilizados são da Marca Testo, modelo 175H1 e o da marca Extech Instruments, modelo RHT20 (Fig. 26).

Figura 26 – Equipamentos de medição portáteis: a) TESTO 175H1 E; b) Extech Instruments RHT20



Esses equipamentos são posicionados próximos a altura do tronco (1,10m) para que colete a temperatura mais próxima da média entre cabeça e tornozelo (ISO, 1998).

Para medir a temperatura das superfícies externas e internas das edificações é utilizado o termômetro de infravermelho Minipa MT-350 (Fig. 27). Ele emite um laser capaz de medir uma faixa de -30°C a 550°C com uma precisão de 2°C para mais ou menos. Essas medidas permitem analisar a diferença de temperatura dos diversos fechamentos, com ou sem protetor térmico, com ou não radiação solar direta incidindo no momento de aferição. Esta análise é descrita no Apêndice C.

Figura 27 - Termômetro à Laser Minipa MT-350



3.2.2.2. Equipamentos Fixos

São instalados em um tripé (Fig. 28) os sensores de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), de umidade relativa (%), de temperatura de globo ($^{\circ}\text{C}$) e de velocidade do ar (m/s). Os equipamentos utilizados são da marca ALMENO e são todos interligados a um datalogger que mostra os dados coletados em tempo real e salva para que os dados sejam posteriormente descarregados em um computador via conexão USB. Por meio do Datalogger (Fig. 29) é possível programar os intervalos de gravação, data de início e fim, dos parâmetros por ele medido.

Figura 28 - Conjunto de sensores para coleta de dados climáticos internos

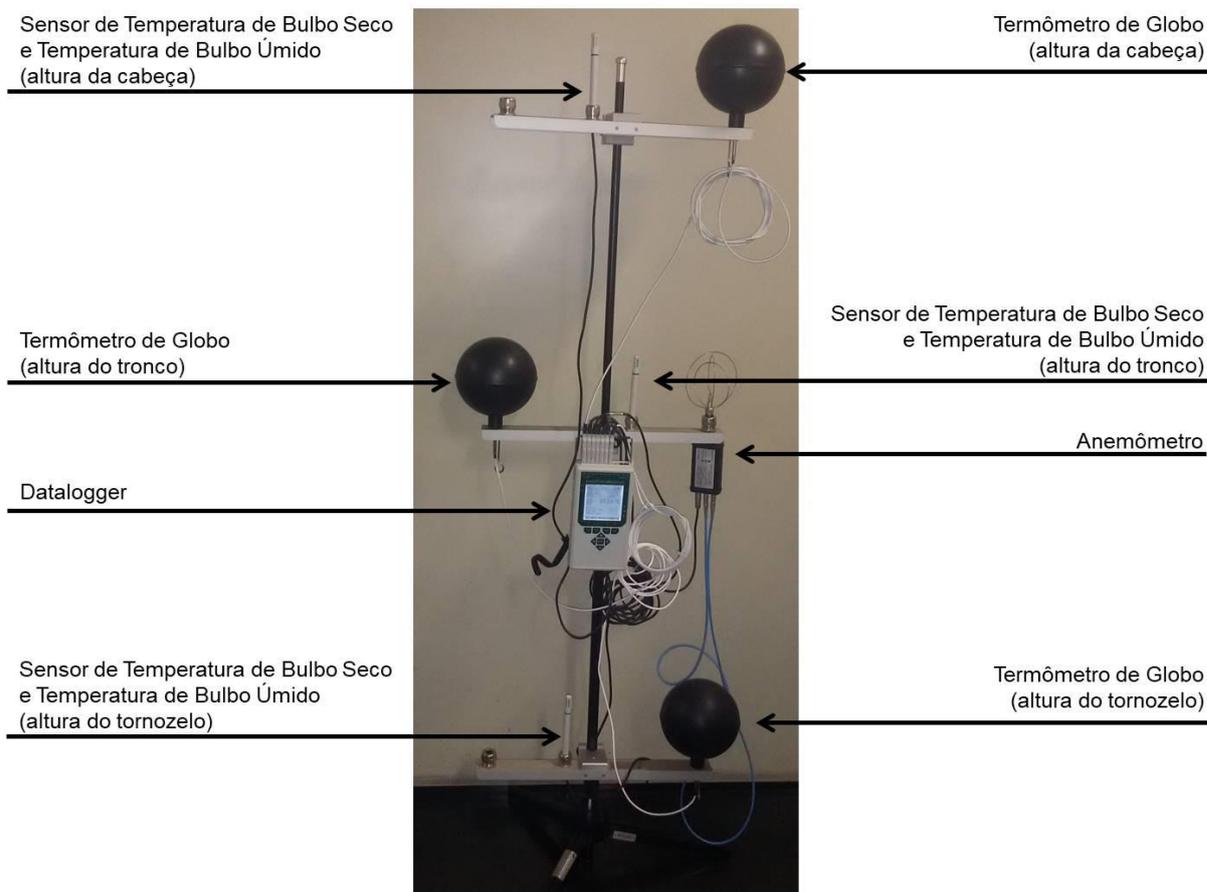


Figura 29 - Datalogger Almemo



As posições dos sensores no suporte metálico para coletar a temperatura do ar seguem a recomendação da norma ISO 7726 (ISO, 1998) que correspondem aproximadamente às alturas da cabeça (1,70m de pé ou 1,10m sentado), do abdômen (1,10m de pé ou 0,60m sentado) e do tornozelo (0,10m), como apresentase na tabela 7.

Tabela 7 - Altura dos sensores conforme a norma ISO 7726 (1998)

Localização dos Sensores	Coeficiente de Ponderação para os cálculos de variáveis				Alturas Recomendadas	
	Ambientes Homogêneos		Ambientes Heterogêneos			
	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S	Sentado	De pé
Nível da Cabeça			1	1	1,1m	1,7m
Nível do Abdômen	1	1	1	2	0,6m	1,1m
Nível do Tornozelo			1	1	0,1m	0,1m

Fonte: ISO 7726 (1998)

O equipamento utilizado para medir a temperatura do ar interno é o sensor do tipo termistor (NTC - *Negative Temperature Coeficient*) modelo ALMEMO 3290 (Fig.30).

Figura 30 - Sensor de temperatura e umidade - Modelo ALMEMO 3290



Este modelo tem uma resistência alta e um coeficiente negativo de temperatura, logo a resistência diminui com o aumento da temperatura. Ele é usado para medir a Temperatura de Bulbo Seco e Temperatura de Bulbo Úmido (AHLBORN, 2003).

A partir da temperatura medida pelo termômetro de globo é possível calcular a temperatura radiante média. Este termômetro é formado por um globo metálico, pintado externamente de preto fosco, possui 150mm de diâmetro e espessura da parede de 0,5mm. Dentro desta esfera há um sensor de temperatura. Ele é ligado ao datalogger que coleta e salva as temperaturas aferidas. O modelo utilizado é o ALMEMO Class B (DIN/IEC 751), que representa, num único valor, os efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar (Fig. 31).

Figura 31 - Termômetro de globo negro - Modelo ALMEMO Class B (DIN/IEC 751)



O instrumento utilizado para medir a velocidade do ar é o sensor de precisão denominado termo anemômetro de fluxo termoelétrico modelo ALMEMO FV A605 TA (Fig. 32). Ele é instalado no tripé com os demais equipamentos já mencionados, posicionado na altura do tronco (1,10m). Ele é formado por um tubo metálico onde mede a temperatura e um termistor para medir o fluxo de velocidade do ar.

Figura 32 - Termo anemômetro Modelo ALMEMO FV A605 TA

3.3. Vistoria de Avaliação Técnica

Cada edificação possui suas particularidades, quanto ao partido arquitetônico, escolha de materiais, e aplicabilidade dos contêineres. Por isso uma avaliação técnica dos aspectos de construção de cada edificação permite verificar as diferenças e semelhanças entre elas, e permite ainda perceber que tais escolhas são diretamente ligadas ao desempenho térmico dos edifícios erguidos.

A avaliação técnica se baseia em relatório contendo análise do partido arquitetônico, tipo de fundação adotada, estrutura (se há reforços estruturais), tipo de cobertura, acabamento final das paredes externas, tipos de esquadrias, uso ou não de forros e os tipos utilizados, materiais para construção de paredes internas, tipos de pisos adotados, instalações hidrossanitárias e elétricas, e por fim, se há existência de patologias nas edificações e quais os tipos mais recorrentes.

3.4. Coleta dos parâmetros subjetivos

Os parâmetros subjetivos são uma etapa importante dos estudos de caso para avaliar a satisfação e percepção dos usuários quanto aos edifícios em estudo. Faz-se necessário todo um planejamento para coleta de dados e definição das variáveis envolvidas na elaboração dos questionários aplicados e utilizados e do roteiro de discussão das entrevistas.

São utilizados relatórios de percepção do pesquisador, questionários e entrevistas com os proprietários das edificações para entender o motivo da escolha da edificação contêiner como tipologia de construção e a satisfação com o edifício concebido. Usuários da edificação comercial também respondem questionários a cerca da estética, do espaço construído, sensação térmica, nível de ruído e iluminação. Os questionários são apresentados no Apêndice A.

Enquanto os questionários são aplicados os dados climáticos são aferidos. Posteriormente, esses questionários são transformados em textos, e no caso do edifício comercial que obtém mais participantes nas pesquisas subjetivas, as respostas são transformadas em gráficos para facilitar análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

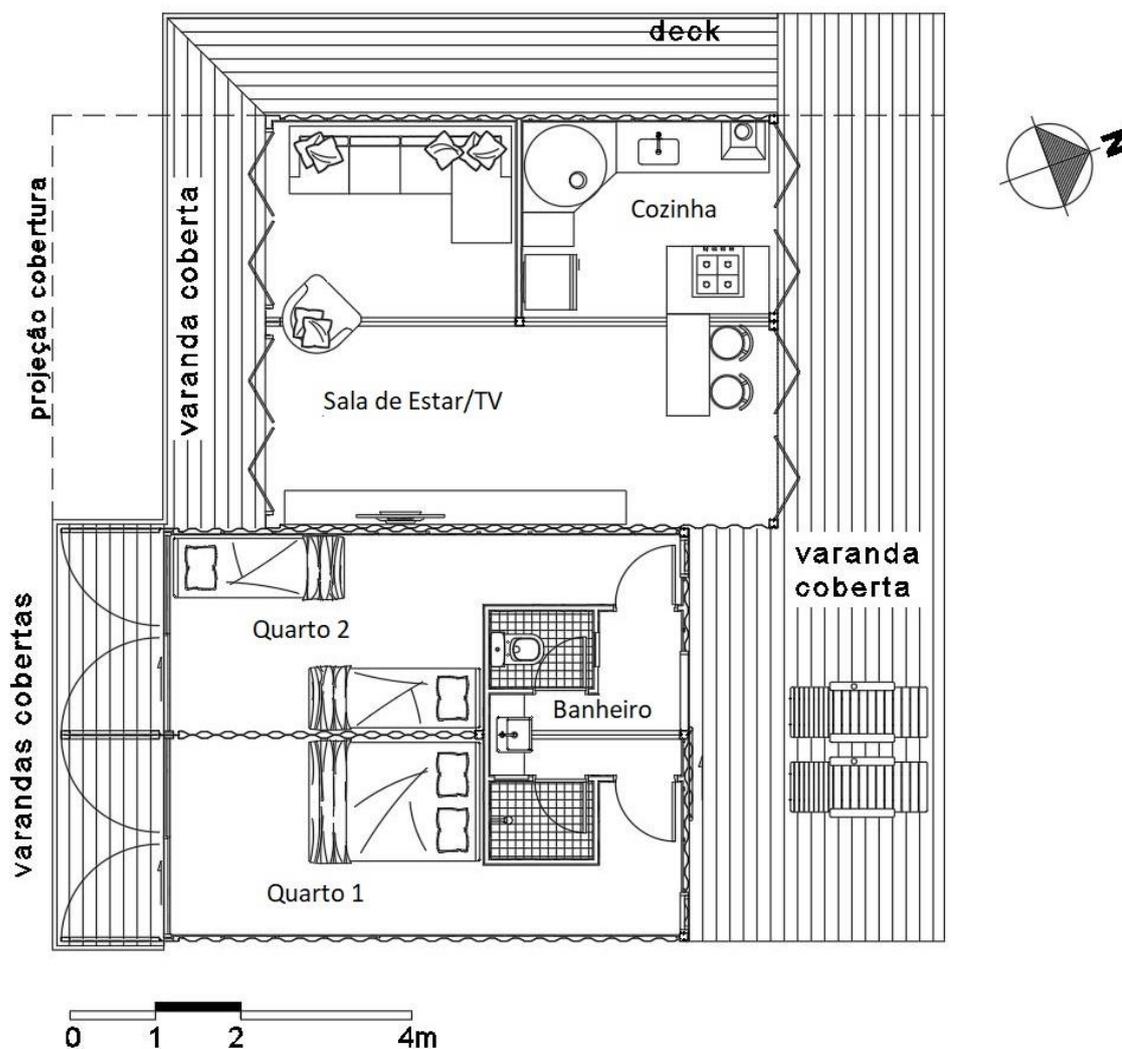
4.1. Avaliação Técnica

4.1.1. Análise do Projeto Arquitetônico

4.1.1.1. Edificação A

A Edificação A é composta por dois contêineres do tipo High Cube (HC) com medidas externas de 12,19m de comprimento, 2,43m de largura e 2,89m de altura, cortados ao meio e dispostos lado a lado com recuos para formar varandas, como pode ser observado na planta apresentada na figura 33.

Figura 33 - Planta da Edificação A



Fonte: Adaptado de EDIFICARE, 2017

A edificação possui 60m² compondo dois quartos, banheiro, sala e cozinha, possui além dessa área, garagem (abaixo da edificação), piscina e varandas. A composição dos ambientes é definida como dois módulos independentes, funcionando em um deles a área social (sala de estar/TV e cozinha) e no outro módulo estão as áreas íntimas (banheiro, ducha, lavabo e quartos). Os acessos aos módulos se dão pela varanda, e quem estiver nos quartos e desejar ir à sala ou cozinha precisa sair da edificação para acessar o outro módulo, essa disposição confere a área íntima maior privacidade.

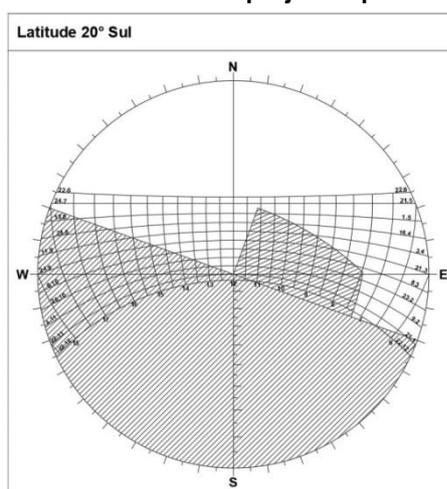
A edificação possui duas varandas cobertas feitas em estrutura em aço e cobertura em policarbonato, posicionadas em frente as fachadas norte e sul, protegendo e sombreando as portas de entrada, conforme mostra-se na figura 34.

Figura 34 - Edificação A: a) Fachada norte; b) fachada sul



A partir da carta solar da fachada norte (Fig. 35), percebe-se os períodos de insolação e a sombra gerada pelas coberturas adicionais. A fachada norte recebe sol durante todo o ano, principalmente pela manhã. Essa cobertura da varanda mostra ser eficiente para sombrear a manhã no solstício de verão até parte da manhã nos equinócios, além de sombrear mais algumas horas em outras épocas do ano também no período da manhã. No período da tarde, próximo ao solstício de inverno a cobertura não é eficiente para proteger da radiação solar, porém, por ser uma época com temperaturas amenas, a insolação pode ser algo favorável para aquecer a edificação nos dias frios. Já no verão, o sol do período da tarde não incide nessa fachada.

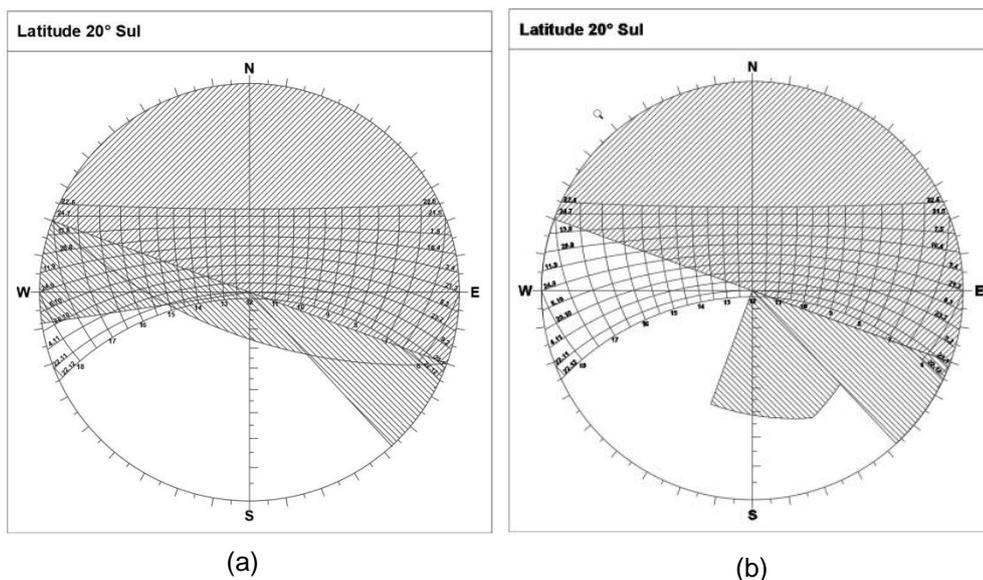
Figura 35 – Edificação A: Cartas Solar com máscara projetada pela cobertura adicional, fachada norte.



A fachada sul não recebe sol no solstício de inverno em nenhum período do dia, e no restante do ano recebe sol apenas pela tarde. As temperaturas à tarde costumam ser mais elevadas, principalmente próximo do solstício de verão, por isso é adicionado também a esta fachada, varanda coberta para proteger da radiação solar. Na figura 36, a carta solar representa a insolação e a máscara de sombra produzida pela proteção mista existente (horizontal feita pela cobertura da varanda e vertical pelas portas do contêiner abertas) em frente aos quartos. Essas proteções são bastante eficientes e conseguem proteger a fachada durante quase todo o período de insolação, restando apenas o final da tarde do solstício de verão e períodos próximos a essa época do ano. Nota-se a partir da figura 36 que a proteção vertical das portas proporciona maior eficiência comparada a proteção horizontal, que serve apenas para sombrear a varanda, no período em que o sol se encontra no ponto mais alto, ou seja, em torno de meio-dia.

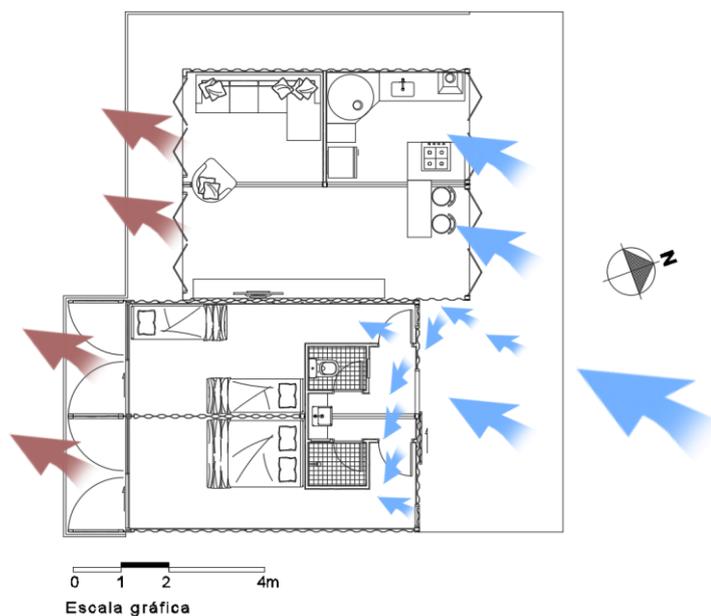
A carta solar com sombreamento da fachada sul na abertura da sala é apresentada na figura 36(b). A frente da abertura da porta possui varanda coberta, porém como o sol que incide nessa fachada é o sol da tarde, com menor altura solar, a cobertura existente não proporciona sombra a fachada, como mostra a carta solar da figura 36(b). Esta cobertura funciona mais para fachada norte nos horários em que o sol se encontra mais alto, como em torno de meio dia. Neste caso um protetor vertical na lateral direita da abertura seria mais eficiente para sombreá-la nos períodos de incidência solar.

Figura 36 - Carta Solar, edificação A, fachada sul: a) abertura dos quartos; b) abertura da sala



Para uma melhor ventilação é usado recurso de ventilação cruzada, onde grandes vão são abertos nas fachadas norte e sul (Fig. 37). O vento predominante dessa região tem direção ENE (leste-nordeste) segundo dados da CEMIG (AMARANTE; SILVA; ANDRADE, 2010). Portanto os ventos acessam a edificação pela abertura norte e sai pela abertura sul.

Figura 37 - Diagrama de ventilação, edificação A

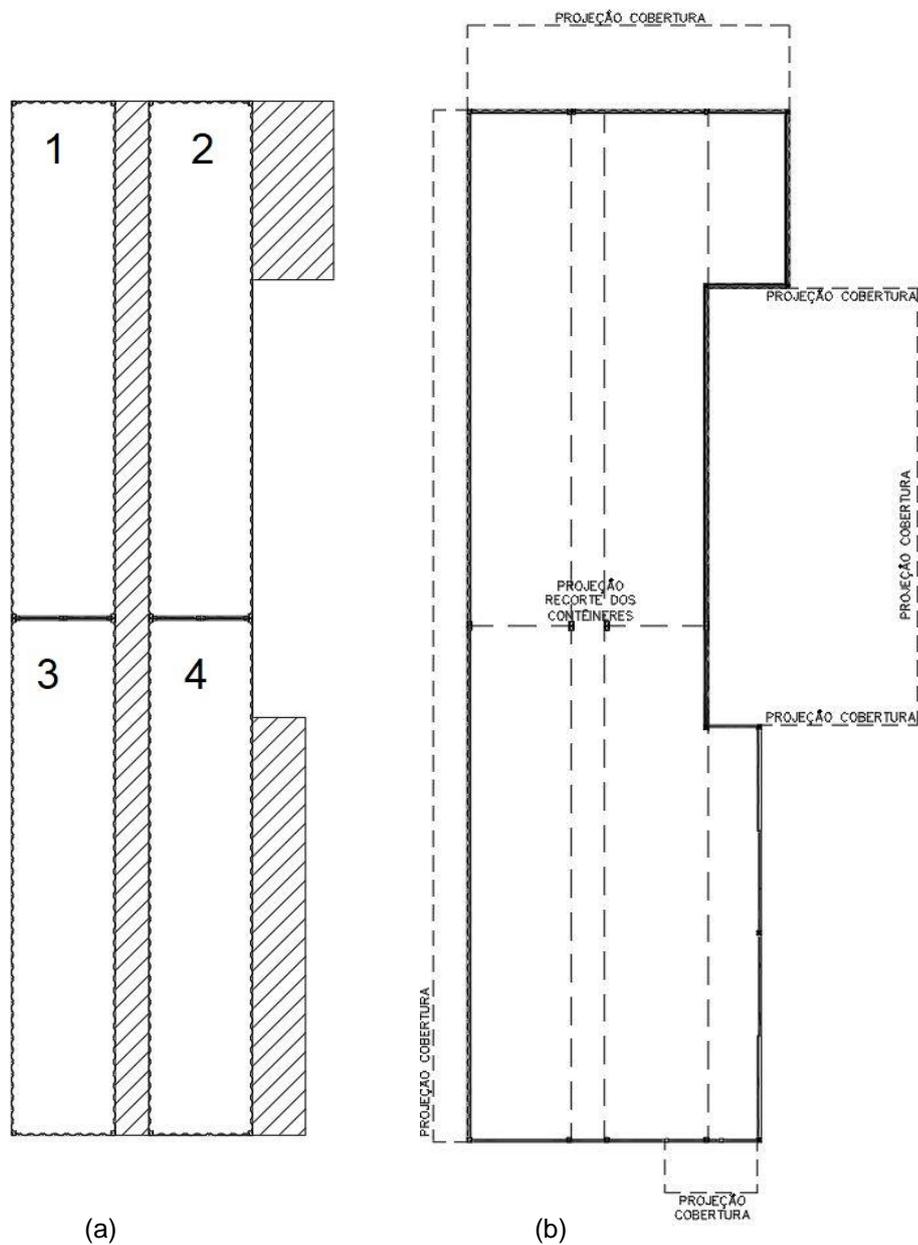


4.1.1.2. Edificação B

A Edificação B é composta por quatro contêineres HC com medidas externas de 12,19m de comprimento, 2,43m de largura e 2,89m de altura. São 157,71m² de área construída, que é composta por uma sala de estar/tv conjugada com jantar e cozinha, despensa, banheiro social, três suítes, sendo uma delas com closet. Nessa edificação os contêineres são recortados e alongados nas laterais para aumentar a área útil da edificação, como pode ser observado na figura 38 que representa o processo de criação e disposição dos contêineres na edificação.

Os contêineres que compõem a edificação estão numerados de 1 à 4. As hachuras destacadas na figura 38(a) representam as áreas que são estendidas na edificação. Essa organização é criada para se adequar a um projeto arquitetônico definido sem que as dimensões moduladas dos contêineres fossem o ponto de partida. Para adequar ao projeto arquitetônico desejado é necessário fazer grandes recortes nos contêineres e a consequência disso é a perda da estabilidade estrutural que esses módulos conferem. Segundo o proprietário da edificação, o projeto arquitetônico e estrutural é de autoria de um engenheiro civil, e para atender melhor ao programa da edificação, algumas modificações são realizadas em obra. O resultado final da disposição dos contêineres é representado pela planta apresentado na figura 38(b). As chapas recortadas são reaproveitadas nos fechamentos das áreas estendidas, assim, o fechamento externo de toda a edificação é feito da chapa de aço corten proveniente dos contêineres marítimos utilizados na edificação.

Figura 38 – a) Esquema de composição de contêineres na edificação B; b) Espaço edificado a partir dos contêineres com as extensões



Analisando o projeto arquitetônico (Fig. 39) percebe-se uma boa setorização dos espaços íntimo e social, um fluxo coerente, e espaços suficientes grandes para comodidade e realização das atividades.

Figura 39 - Planta Edificação B



Porém quanto à locação da edificação no terreno em relação a orientação solar, e escolha de posicionamento de aberturas e sombreamento não é adequada para proporcionar melhor desempenho térmico, onde estão localizados os ambientes

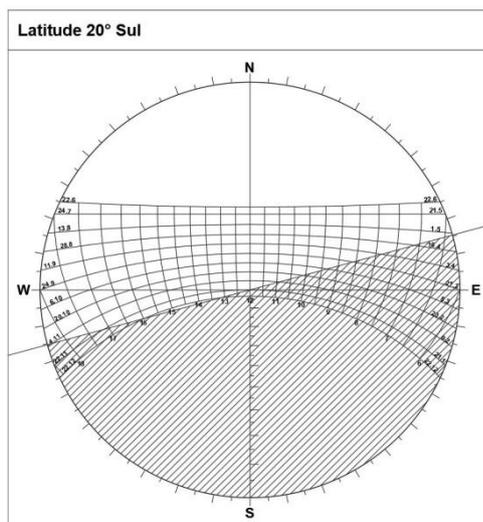
sociais da edificação, salas e cozinha, optaram-se em envidraçar duas longas paredes. As paredes envidraçadas são as de maior incidência solar, que recebem sol durante todo o ano (norte, noroeste). Não há adição de sombreamento externo, como varanda coberta ou vegetação e o resultado disso é um ganho demasiado de calor nesses ambientes devido a penetração solar, como mostrado na fotografia tirada no dia 24 de julho às 12 horas, apresentada na figura 40.

Figura 40 - Penetração Solar dentro da edificação B.



Apresentada na figura 41, a carta solar para a maior fachada envidraçada (fachada norte, representada na foto da figura 40), permite visualizar o período de insolação e perceber que durante todo o ano, na maior parte do dia, esses ambientes recebem radiação solar direta, principalmente no período da tarde.

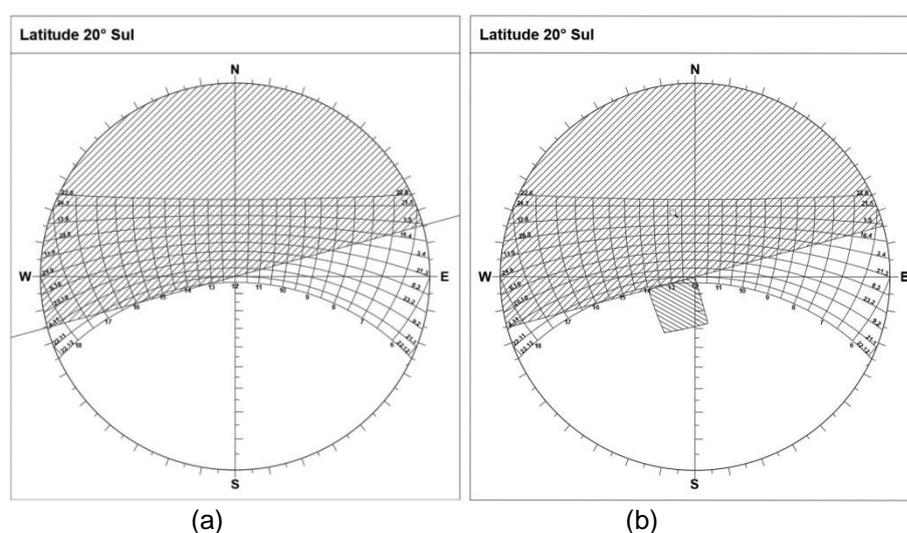
Figura 41 - Carta Solar da fachada norte, do Edifício B



São adicionados ao entorno da edificação três coberturas de policarbonato. Uma pequena cobertura em frente a porta de entrada, que devido ao tamanho possui finalidade apenas de proteger a entrada da chuva, já que a sombra produzida é irrelevante em relação a todo o espaço que recebe sol; uma na lateral direita, onde é usado como garagem; e em toda fachada sul, onde não há adição de tratamento térmico por ser uma fachada com menor insolação, mas que segundo o proprietário, em uma época do ano o sol incide e aquece muito o interior da edificação. Existe também uma estrutura pronta para cobrir a varanda em frente ao quarto dos fundos, faltando apenas instalar o policarbonato.

A carta solar da fachada sul é apresentada na figura 42(a), e indica que há incidência de sol pela manhã durante um longo período do ano, principalmente no verão, onde o sol incide por toda a manhã e no final da tarde, por isso o uso de material com proteção térmica seria indicado para esse local. A instalação de brise horizontal não surte efeito, como pode ser observado na figura 42(b), pois esse tipo de brise protege do sol mais alto, no caso em questão, precisa de proteger o sol baixo, do início da manhã e final da tarde no verão. Para essa finalidade o brise vertical proporciona melhores resultados. Como forma de correção pode-se optar pelo sombreamento com vegetação ao longo dessa fachada, aproveitando que há espaço para plantio de árvores já que se trata de um corredor de acesso ao quintal.

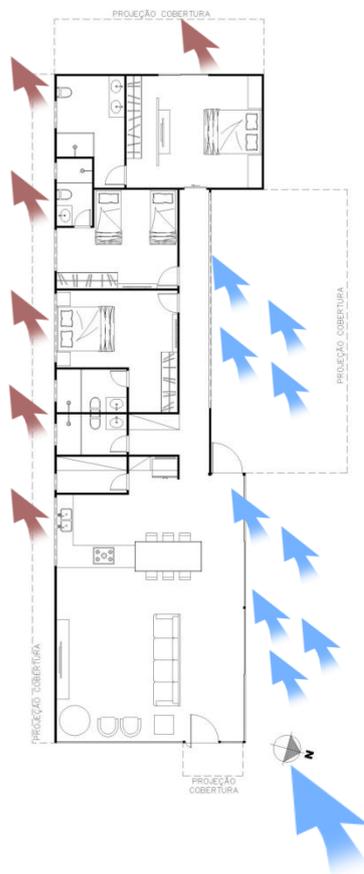
Figura 42 - Carta Solar fachada de menor insolação, Edificação B: a) sem cobertura; b) com cobertura



A ventilação predominante na região é ENE (leste-nordeste) segundo dados da CEMIG (AMARANTE; SILVA; ANDRADE, 2010). Portanto a posição das aberturas é

favorável a uma boa ventilação da edificação, que funciona de forma cruzada (Fig.43).

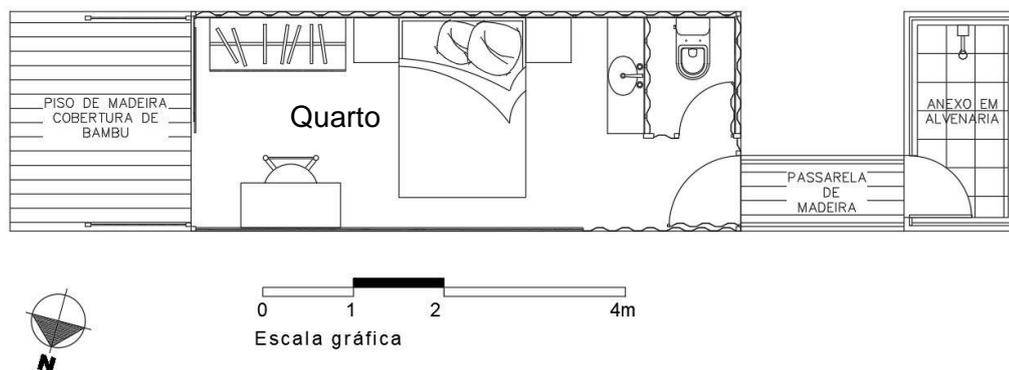
Figura 43 - Diagrama de Ventilação - Edificação B.



4.1.1.3. Edificação C

Essa edificação abriga um quarto para hóspedes constituído por um contêiner do tipo Dry Box de 20' (com dimensões internas de 5,89m x 2,34m e 2,40m de pé direito). Dentro do contêiner possui um quarto e um lavabo. Há uma passarela em madeira que liga o contêiner ao anexo construído em alvenaria e vidro, onde abriga uma ducha aquecida por meio de placas solares. A edificação é caracterizada por suas diversas escolhas ecológicas, como reaproveitamento de contêiner marítimo descartado, reaproveitamento de água de chuva, aquecedor solar para a ducha, energia solar para a iluminação interna, não possui energia elétrica ligada a rede de distribuição e é totalmente independente. Na figura 44 representa-se a planta da edificação C.

Figura 44 - Planta Edificação C



Os espaços internos, mesmo pequenos, permitem uma boa disposição dos mobiliários, gerando um ambiente funcional e agradável. As portas originais do contêiner são mantidas, onde dão acesso ao quarto de hóspedes. Por dentro delas, portas de vidro são instaladas para que possam ser fechadas mas permitir iluminação natural mantendo as portas de aço do contêiner abertas que funcionam como um dispositivo de proteção solar vertical.

A carta solar (Fig. 45) representa o período de sombra e sol na fachada leste, juntamente com a cobertura de bambu que forma uma varanda em frente a essa fachada, e as portas do contêiner abertas, protegendo parte da radiação solar. Essa configuração da edificação protege a fachada leste do sol a partir das 9 horas até o pôr do sol, durante todo o ano. O período da manhã que incide sol é protegido pelas vegetações ao redor da edificação, que filtram bastante a radiação solar (Fig. 46).

Figura 45 - Carta Solar da fachada leste, Edificação C.

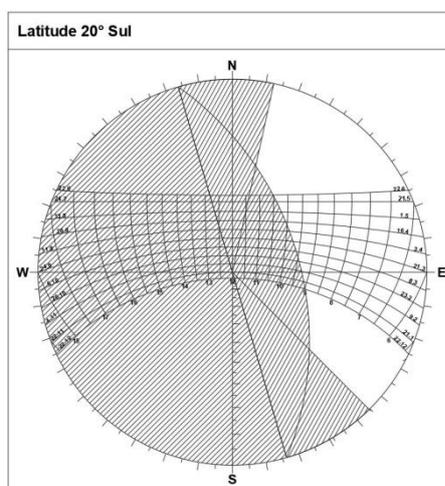


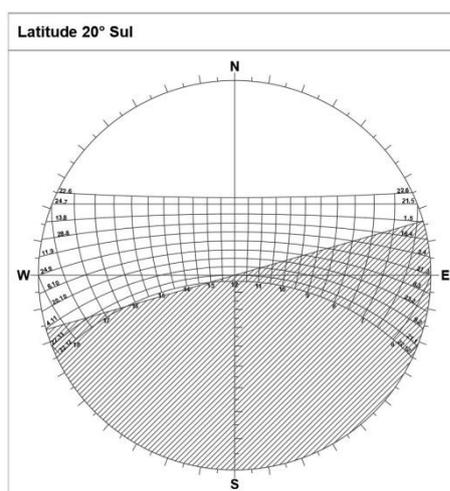
Figura 46 – Edificação C: a) Varanda coberta com bambu e porta do contêiner aberta; b) Vegetação ao redor da edificação



Há uma grande janela voltada para a fachada norte, que permite ventilar a edificação. Essa fachada recebe sol na maior parte do dia, como pode ser visto na carta solar (Fig. 47), mas como já dito anteriormente, o local é rodeado de muitas árvores que acabam sombreando o edifício.

O resultado disto é que no período de temperaturas mais elevadas a edificação permanece fresca, por não receber radiação solar direta, porém no inverno a tendência é se manter bastante fria durante todo o dia e ao longo da noite.

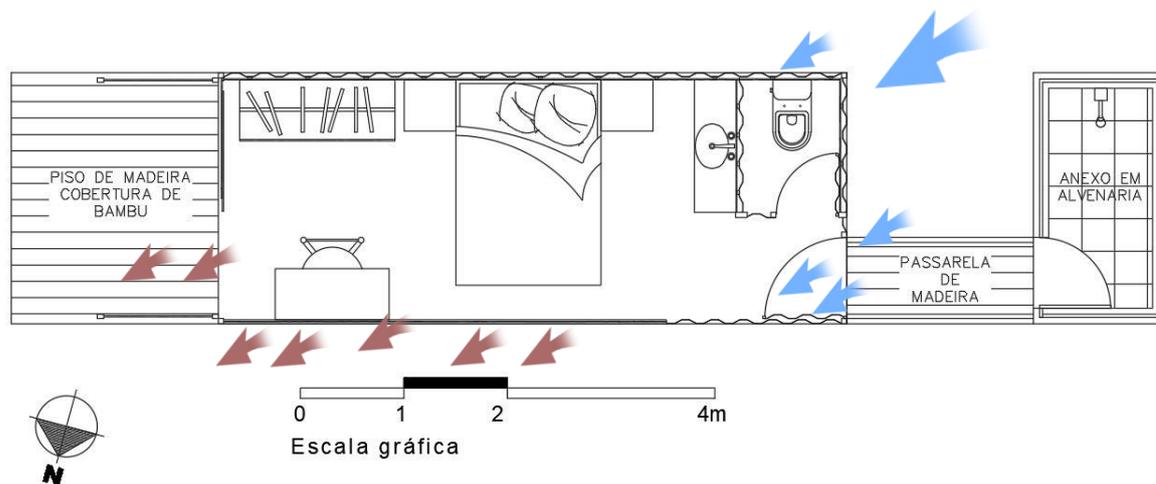
Figura 47 - Carta Solar fachada norte, Edificação C



A ventilação predominate em Santa Rita de ouro Preto tem direção sudoeste (AMARANTE; SILVA; ANDRADE, 2010). A posição das principais aberturas não estão voltadas para essa direção, prejudicando um pouco a ventilação. A ventilação

entra principalmente pela porta de acesso ao anexo de alvenaria, percorrendo o quarto e saindo pela porta e janela principal (Fig. 48).

Figura 48 - Diagrama de Ventilação, Edificação C

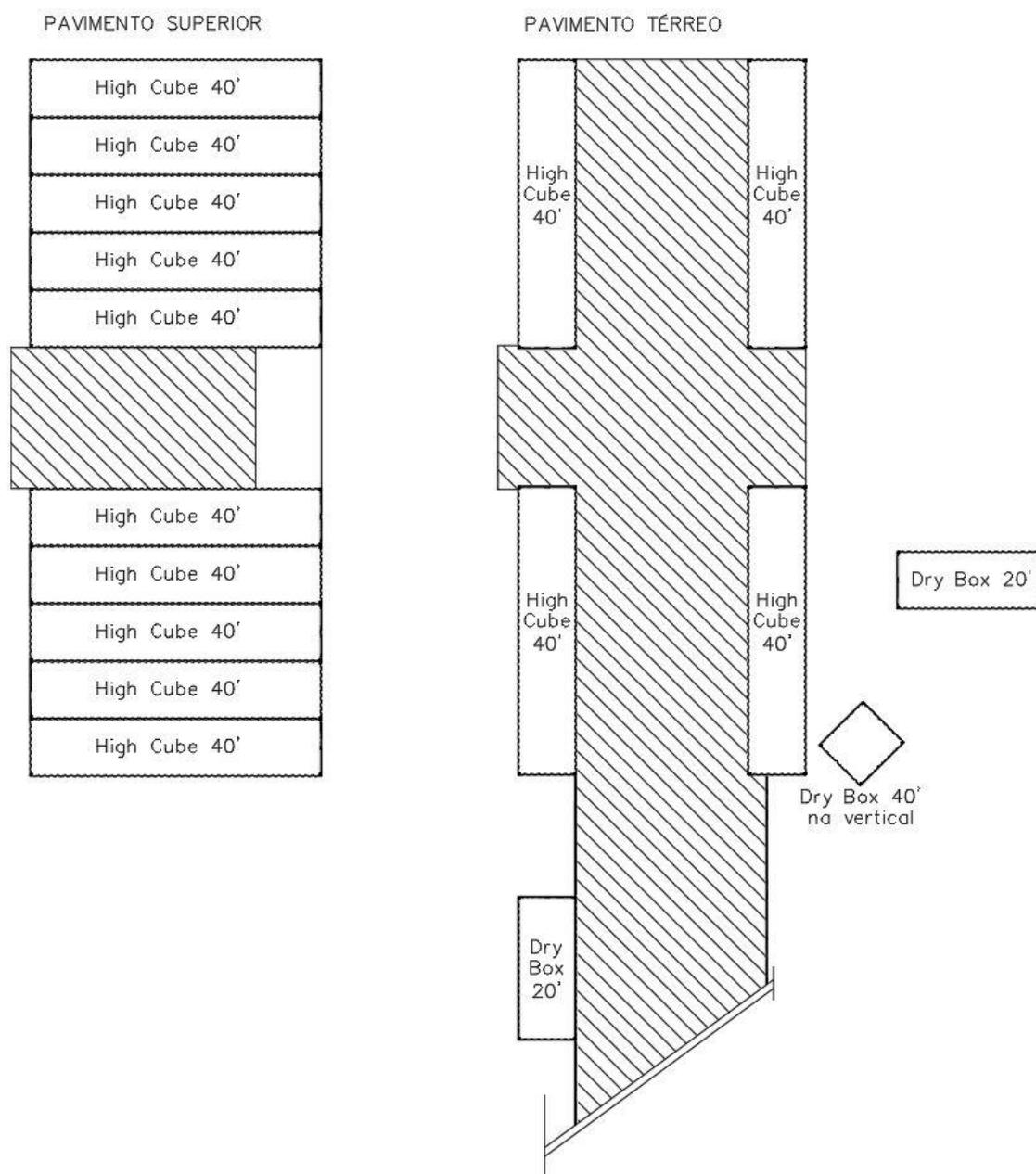


4.1.1.4. Edificação D

Ao todo a edificação é composta por 17 contêineres, sendo 14 do tipo HC, 1 do tipo Dry Box 40' e 2 do tipo Dry Box de 20', distribuídos em dois pavimentos. No pavimento térreo, estão sete contêineres marítimos que abrigam um superiscópio, uma sala de convenção e um espaço para festas, onde funciona uma danceteria, com bilheteria, pista de dança, bares, lounge e banheiros. No pavimento superior estão dez contêineres que compõem uma galeria comercial, onde funcionam cinco lojas e um café.

Tanto no pavimento superior quanto no pavimento térreo, existe uma extensão da edificação que não é feita em contêiner. Essas áreas são destacadas com hachuras nas plantas esquemáticas de composição dos contêineres mostradas na figura 49.

Figura 49 – Planta esquemática de composição dos contêineres na edificação D



No pavimento superior, os contêineres estão divididos em dois grupos de cinco, alinhados paralelamente, e entre esses dois grupos existe um espaço de acréscimo com fechamentos em vidro. Existe uma cobertura adicional que cobre toda a edificação. No pavimento inferior quatro contêineres fazem o fechamento, com

adição de outros materiais para as áreas restantes. São adicionados a eles outros três contêineres, dois Dry Box de 20' (onde funciona a bilheteria e uma loja externa a edificação), e um outro contêiner Dry Box de 40' posicionado na vertical, onde possui um superscópio.

A partir das plantas apresentadas nas figuras 50 e 51 pode-se perceber que os espaços gerados possuem tamanhos adequados aos usos e há uma boa distribuição dos ambientes, com integração quando desejado e privacidade quando conveniente, como é o caso da danceteria localizada no pavimento térreo que possui diversos ambientes integrados e um espaço para eventos mais privativo.

No pavimento superior, onde estão as lojas e o café, a distribuição das lojas acontece ao longo de um corredor para circulação, onde o usuário não consegue ver o todo do edifício, precisando percorrê-lo para conhecer os ambientes existentes, estratégia utilizada em edifícios comerciais para obrigar o usuário a circular por todo o edifício e visualizar as lojas.

Os primeiros usos da edificação foram mostras de casas contêineres e desse modo os revestimentos utilizados para criação dos ambientes na última mostra são mantidos, por isso há uma enorme diversidade em acabamentos.

Externamente a edificação mantém todas as chapas aparentes, apenas com tinta com propriedades anticorrosivas e de proteção térmica. Para proteger da radiação solar, somente a fachada norte possui internamente acréscimo de material para proteção térmica, usando placas de 3TC⁵. Esta fachada foi escolhida por ser a que recebe maior insolação durante o ano, como pode ser observado nas cartas solares das quatro fachadas da edificação apresentadas na figura 52.

⁵ Placas de 3TC: Existente em forma de manta ou placa, é um material de isolamento térmico que lida com as três formas de transferência de calor (condução, convecção e radiação). Externamente possui membranas poliméricas e no interior uma camada de poliestireno expandido (3TC, 2015).

Figura 50 - Edificação D: Planta Pavimento Térreo – Danceteria e Salão de Eventos

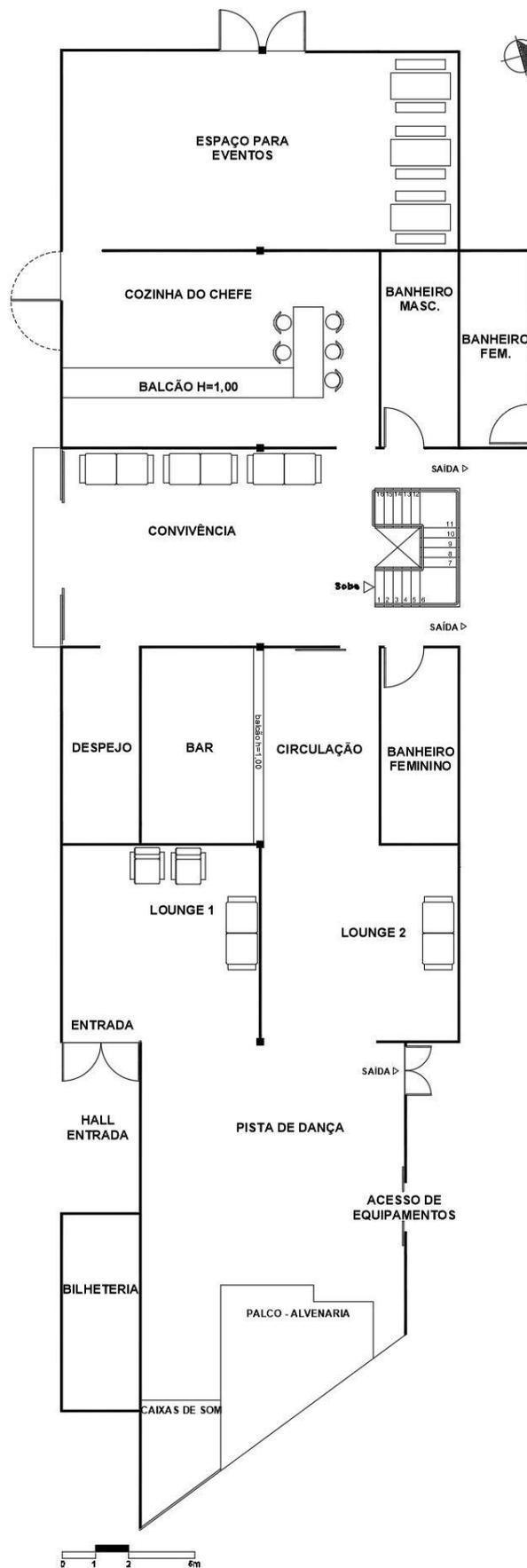


Figura 51 - Edificação D: Planta Pavimento Superior – Lojas

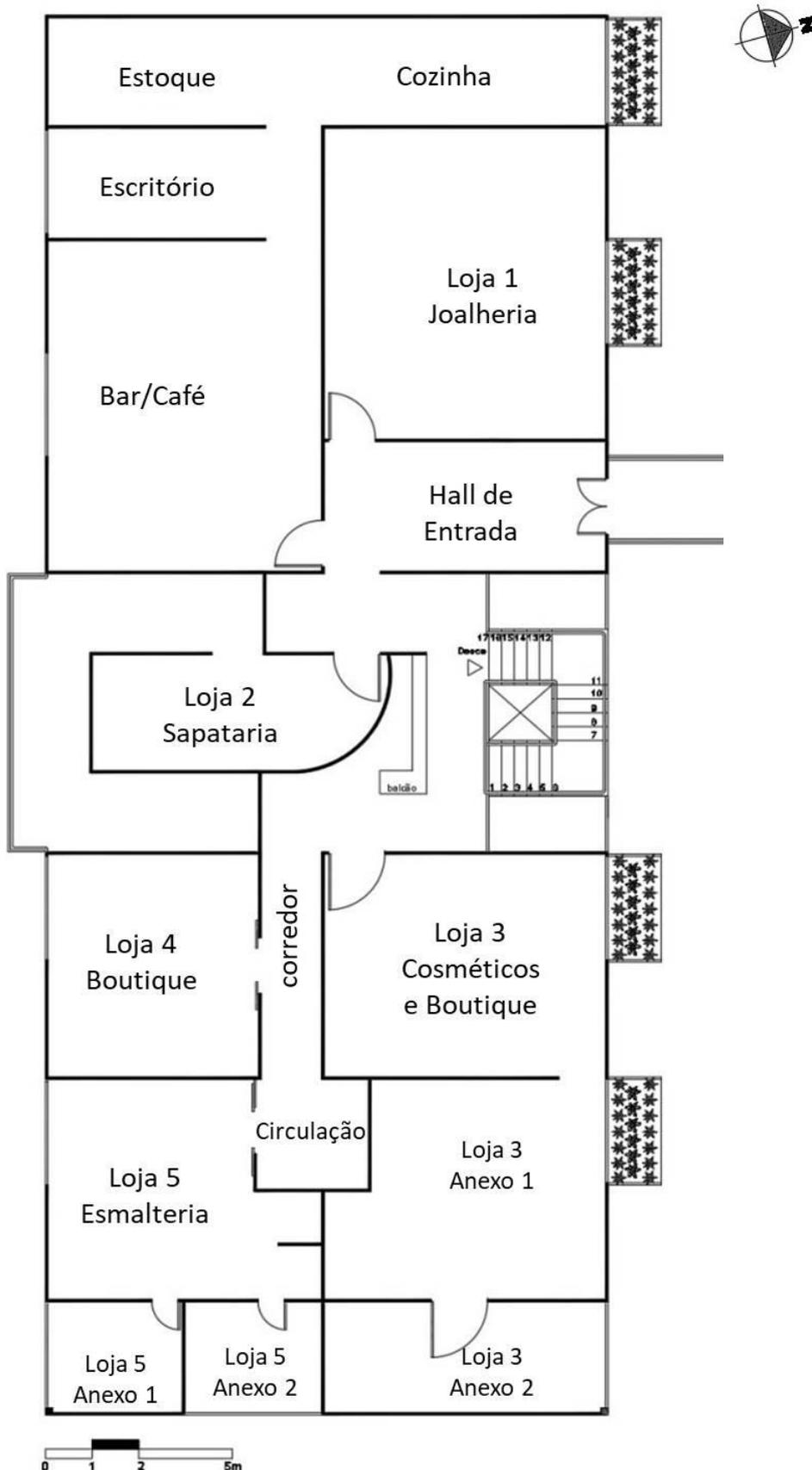
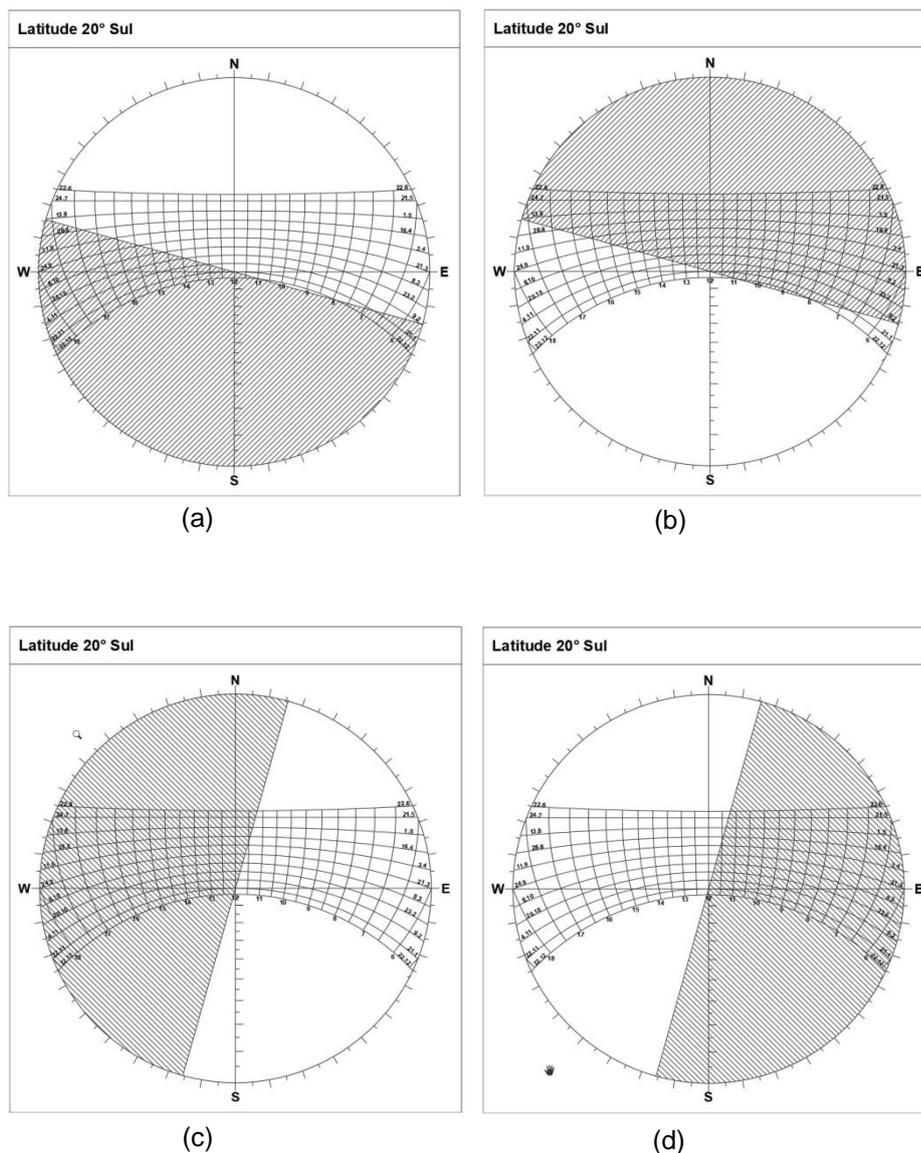


Figura 52 - Cartas Solares Edificação D: a) fachada norte; b) fachada sul; c) fachada leste; d) fachada oeste



A edificação D também está localizada em Lagoa Santa, por isso possui ventilação predominante ENE (AMARANTE; SILVA; ANDRADE, 2010). Como mostra-se na figura 53 o projeto consegue proporcionar ventilação cruzada ao edifício, favorecendo o desempenho térmico.

Figura 53 - Diagrama de Ventilação, Edificação D: a) Pavimento térreo; b) Pavimento Superior



4.1.2. Análise dos componentes de construção

O processo de vistoria de avaliação técnica ocorreu por meio de fotos e relatórios nos dias de visita para coleta das variáveis climáticas internas. Na tabela 8 mostra-se de forma resumida as principais características das quatro edificações, quanto ao tipo de fundação, quanto a existência de reforços estruturais (vigas e pilares adicionais), quanto ao tipo de cobertura, paredes externas, esquadrias e forma de corte, tipo de forro, revestimentos e divisória de paredes internas, pisos, instalações hidrossanitárias e elétricas, e também patologias encontradas na construção. No apêndice B apresentam-se as imagens e detalhes adicionais dos tópicos apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Resumo da Vistoria de Avaliação Técnica

(continua)

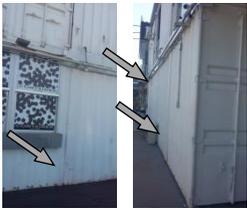
	Edificação A	Edificação B	Edificação C	Edificação D
Fundação	 <p>Sapatas isoladas sob pilares em aço que sustentam e apoiam os contêineres. Permite que a edificação seja transferida de local de forma simples, sendo favorável a edificações efêmeras (SLAWIK et al., 2010).</p>	 <p>Fundação tipo vigas baldrame. Muito utilizada para edificações de menor porte, como residências (SALGADO, 2012), porém é uma escolha para edificações permanentes. Em torno de toda a fundação há fechamento em alvenaria</p>	 <p>A edificação é sustentada por sapatas isoladas. Tipo de fundação muito adequado devido ao pequeno porte da edificação e permite a retirada da edificação para ser transferida para outro local.</p>	 <p>Estaca broca é o tipo de fundação adotada. Segundo o proprietário e engenheiro da obra, é um tipo de fundação simples e eficiente para o contexto. Em torno de toda a edificação há piso em concreto, por isso não é possível visualizar a fundação construída.</p>
Reforços Estruturais	 <p>Devido aos cortes executados a estrutura original teve parte de sua eficiência afetada e, portanto há reforço estrutural com acréscimo de alguns pilares em aço em partes estratégicas da edificação.</p>	 <p>Perda da estabilidade estrutural dos contêineres devido aos diversos cortes para acoplamentos e para acréscimo de área de construção. Há toda uma reestruturação da edificação. Segundo o proprietário, foram criadas vigas feitas de perfis em aço acoplados e espaçados a cada 150cm ao longo de toda a edificação e diversos pilares em aço foram acrescentados.</p>	 <p>Devido aos pequenos cortes, não são necessários reforços estruturais. Os pilares e vigas são mantidos e dessa forma o sistema estrutural original não é prejudicado pela abertura dos vãos de portas e janelas.</p>	 <p>Para essa edificação também são necessários reforços estruturais devido aos cortes executados nos contêineres para criação dos ambientes. Segundo o engenheiro e proprietário, são acrescentados pilares de reforço em ambos os pavimentos, além de vigas para sustentação de toda a cobertura adicional.</p>

Tabela 8 - Resumo da Vistoria de Avaliação Técnica

(Continuação)

<p>Cobertura</p>				
<p>Paredes Externas</p>				
	<p>Não há cobertura adicional. As chapas são protegidas da corrosão com washprimer e depois com pintura reflexiva nanothermic branca que atua como protetor térmico, melhorando o desempenho térmico da edificação. Nas varandas são usadas coberturas de policarbonato incolor sobre estrutura em aço (Apêndice B).</p>	<p>Por cima da edificação, sobre as chapas superiores de aço corten original dos contêineres, é acrescentado uma cobertura de telhas de zinco. Elas são embutidas por meio de placas cimentícias. Varandas e coberturas de policarbonato em estrutura em aço são instaladas em torno de algumas fachadas (Apêndice B).</p>	<p>São utilizados telhas ecológicas sobre a chapa do contêiner e uma cobertura na entrada feita em bambu, que ajudam no desempenho térmico sombreando essa fachada orientada a leste.</p>	<p>Há cobertura com telhas do tipo semi-sanduíche para proteger as chapas dos contêineres da radiação solar direta e dos ruídos provenientes de chuva. Platibandas em aço são instaladas para embutir essas telhas. Durante a pesquisa, foram acrescentadas coberturas em policarbonato em algumas fachadas (Apêndice B).</p>
	<p>Matém-se as chapas do contêiner marítimo com aplicação de washprimer para proteção à oxidação e pintura térmica na cor marrom, que possui propriedades que ajudam no combate ao calor excessivo por meio da reflexão da radiação solar. Esse desempenho é reduzido pela escolha da cor escura, que tem menos propriedades reflexivas que as cores claras.</p>	<p>Externamente, a edificação recebe tinta epóxi na cor laranja, por cima da tinta original do contêiner, protegendo contra os processos corrosivos. Diferente da edificação A, esse tipo de tinta não possui propriedades que auxiliam no combate ao ganho de calor em função da radiação solar.</p>	<p>As chapas externas são mantidas originais, sem pintura adicional, dando maior originalidade a edificação. Mantêm os selos e carimbos nas chapas externas que se referem ao histórico do contêiner enquanto contentor de mercadorias.</p>	<p>Para proteger da oxidação e da radiação solar, as chapas receberam tinta branca de nanopolímeros que é composta por micropartículas cerâmicas que mantém as temperaturas mais estáveis, dificultando ganho e perda de calor da superfície (NANOTHERMIC..., 2018). A fachada sul recebeu adição de tinta dourada (Apêndice B).</p>

Tabela 8 - Resumo da Vistoria de Avaliação Técnica

(Continuação)

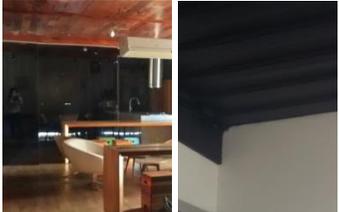
<p>Esquadrias</p>				
<p>As esquadrias utilizadas são em alumínio, pintado de branco com vidro incolor. Os vãos são cortados a plasma, feitos <i>“in loco”</i> por mão de obra especializada.</p>	<p>Uso de esquadrias de alumínio e vidros incolores. Cortes feitos <i>“in loco”</i> com serra. Segundo o proprietário, foi utilizada mão de obra não especializada em edificações contêineres, trazendo muitas dificuldades no momento de instalação das esquadrias.</p>	<p>Assim como as demais edificações, as esquadrias utilizadas são em alumínio. Os cortes são realizados em oficinas especializadas e o contêiner chega ao terreno pronto para encaixar as esquadrias.</p>	<p>Também como as demais edificações, as esquadrias utilizadas são em alumínio com vidros incolores. Os cortes são realizados no local, feitos a plasma.</p>	
<p>Forro</p>				
<p>Utiliza-se forro de gesso acartonado, onde fios e tubulações são embutidos. Além disso, o forro de gesso ajuda no desempenho térmico e acústico da edificação, reduzindo bastante o barulho de chuva que cai diretamente sobre as chapas em aço. Entre o forro e o gesso é utilizado placas de 3TC para isolamento térmico.</p>	<p>Assim como na edificação A, o uso dos contêineres do tipo HC permite uso de forros para embutir cabos e tubulações. Entre o forro e as chapas de contêineres é utilizado lã de rocha para melhora do desempenho térmico e acústico.</p>	<p>Impossibilidade da instalação de forro devido ao pé direito baixo dos contêineres Dry Box (2,40m de altura), por isso o teto do quarto tem suas chapas em aço corten mantidas expostas, apenas com aplicação de esmalte sintético antioxidante, na cor branca.</p>	<p>Devido aos primeiros usos ser mostras de Casas Contêiner, existe uma grande variedade de forros utilizados nessa edificação. Desde partes onde não há forrações e a chapa do contêiner está aparente, com tintas em cores diversas, à forro em madeira, tecido e em gesso (Apêndice B). Abaixo da cobertura de telhas sanduiche há placas de 3TC sobre toda edificação.</p>	

Tabela 8 - Resumo da Vistoria de Avaliação Técnica

(Continuação)

<p>Paredes Internas</p>	 <p>Internamente são utilizados chapa original do contêiner tratada com washprimer e tinta esmalte sintético cinza; revestimento em drywall sobre chapa do contêiner, divisórias em drywall, e revestimento cerâmico no box do chuveiro. Há aplicação de placas 3TC entre a chapa do contêiner e drywall nas paredes de fechamento.</p>	 <p>Internamente todas as paredes são revestidas. Nas áreas secas, revestimento e divisórias em drywall. Nas áreas molhadas, placas cimentícias com revestimento em porcelanato. Foram adicionadas placas de 3TC apenas na parede de fechamento da fachada norte, instaladas entre a chapa do contêiner e o drywall.</p>	 <p>Internamente a edificação tem parte da chapa do contêiner aparente, com aplicação de esmalte sintético antioxidante, na cor branca. Na fachada norte, instalação de manta geotêxtil (que atua na proteção contra umidade) entre a chapa do contêiner e placas de OSB.</p>	 <p>Grande variedade em materiais, desde a chapa original do contêiner aparente, à paredes em drywall com acabamentos em pintura, papel de parede e porcelanatos (Apêndice B).</p>
<p>Pisos</p>	 <p>Optam em manter o piso original do contêiner, o compensado naval. Trata-se de um piso de madeira de grande resistência que agrada bastante esteticamente. No banheiro é aplicado revestimento cerâmico, por ser uma área com contato direto com água é necessário um revestimento resistente à umidade.</p>	 <p>Por cima de todo o piso do contêiner, e das áreas acrescidas, é construído um piso de concreto, e nele assentado porcelanato por toda a residência, exceto nos quartos, que recebem piso laminado em madeira.</p>	 <p>Mantendo a aparência característica do contêiner, é mantido o piso original de compensado naval. No anexo em alvenaria faz-se uso de revestimento cerâmico.</p>	 <p>Assim como as demais partes da edificação, o piso também possui grande variedade de acabamentos. Em alguns ambientes mantêm o piso de compensado naval original, em outros ambientes fazem uso de revestimentos cerâmicos, porcelanato e pisos laminados em madeira (Apêndice B).</p>

Tabela 8 - Resumo da Vistoria de Avaliação Técnica

(conclusão)

<p>Instalações Hidrossanitárias e Elétricas</p>	 <p>As instalações são embutidas pelo uso de revestimento de gesso nas paredes em pelo menos uma das faces, permitindo esconder cabos e tubulações e por meio de forro no teto. A região não possui rede de esgoto para tratamento em estações, por isso é adotado o sistema de fossa séptica, para coleta e tratamento primário dos efluentes.</p>	 <p>São utilizados forros e revestimentos em todas as paredes, por isso nenhum cabo ou tubulação é aparente. Assim como na edificação A, faz-se uso de fossa séptica para tratamento primário de efluentes.</p>	 <p>Sem energia elétrica ligada a rede, a ducha é ligada a aquecedor solar e as lâmpadas são alimentadas por energia solar. Tubulações do banheiro escondidas por revestimentos em placas de OSB, já o lavabo possui as tubulações aparentes. Uso de fossa séptica para tratamento de efluentes.</p>	 <p>Instalações aparentes nos ambientes onde não há acréscimo de revestimentos, as instalações fazem parte da decoração do ambiente, com uma linguagem industrial. Em outros espaços, paredes de drywall e forros em gesso escondem as instalações elétricas e hidrossanitárias. Esgoto canalizado e levado a rede para a estação de tratamento de esgoto da cidade.</p>
<p>Patologias</p>	 <p>Sem patologias encontradas. Esquadrias e junções dos contêineres bem vedadas, de modo que ainda não há sinais de infiltração, muito recorrente nesses dois casos principalmente. Outro fato recorrente é a oxidação das chapas de aço, mas não há sinais de processos corrosivos.</p>	 <p>Sinais de infiltração no forro de gesso (está estourado) e nas paredes próximas ao rodapé (presença de mofo). Há pequenos pontos de oxidação nas chapas e estrutura de aço, também ocasionados por infiltração. A causa dessas patologias é a má vedação das juntas nos acoplamentos.</p>	 <p>É possível notar alguns pontos de oxidação da chapa externa do contêiner. Embora o desejo dos proprietários seja de manter a linguagem original do contêiner, com todas as marcas e carimbos originais, a falta de proteção à corrosão irá diminuir a vida útil da edificação.</p>	 <p>Nota-se alguns pontos da estrutura em aço com marcas de oxidação, muitas vezes causadas por pontos de infiltração. Para que o processo corrosivo não aumente a ponto de danificar a peça em processo de oxidação, é necessário tratar os pontos com infiltração e pintar regularmente toda a edificação.</p>

4.2. Escolha da tipologia segundo os usuários

4.2.1. Edificação A

A edificação A é uma habitação com área de 60m² construída em um condomínio na região de Jaboticatubas com a finalidade de ser usado como local de descanso para os fins de semana.

Em busca de uma edificação que tenha tempo de obra e custo reduzidos, a proprietária buscou por empresas que trabalhavam com edificações em contêineres. Foi então que encontrou a Edificare *Containers*, em Lagoa Santa. Esta empresa vem trabalhando com esta tipologia de construção e tem apresentado resultados bastante satisfatórios. A empresa é a responsável por todo o processo, desde a compra dos contêineres ao projeto e execução da obra.

Segundo a proprietária, os principais motivos que a fez optar em construir uma casa contêiner foi além da rapidez de execução e promessa de baixo custo, a estética moderna e a possibilidade de ter uma construção em meio a natureza com soluções sustentáveis. Ela acredita que há uma redução considerável nos custos finais, comparado a uma mesma edificação em alvenaria, além disso, é uma obra limpa, sem lixos e entulhos, o que também é um ponto bastante favorável.

Apesar de a edificação ter pouco mais de um ano de uso, até agora não precisou fazer reparos, tudo vem funcionando de forma satisfatória. A proprietária sente-se muito realizada com a casa, e não consegue ver pontos negativos neste tipo de construção.

4.2.2. Edificação B

Os proprietários da edificação B decidiram construir uma edificação contêiner em um terreno em um condomínio pertencente a Jaboticatubas após uma conversa com uma amiga arquiteta.

Os profissionais contratados para o projeto e para a execução não são especializados em edificações contêineres. Segundo o proprietário, algumas mudanças foram realizadas em obra, relacionadas a implantação dos contêineres, para que a edificação atendesse suas pretensões quanto a volumetria e estética externa. Houve mudanças de posição dos contêineres em relação ao que havia sido

proposto no projeto original e muitos recortes precisaram ser feitos. Resultado disso foi a necessidade de uma total reestruturação, com adição de várias vigas e pilares, pois o contêiner perdeu sua estabilidade estrutural devido aos cortes realizados.

Sem mão de obra especializada em contêineres, os esforços foram redobrados. Segundo o proprietário, os cortes para as janelas não saíram como esperado e foi preciso corrigi-los, pois no momento do corte, sem escoramentos no entorno do local da janela, o contêiner torceu ao remover parte da chapa. A implantação dos contêineres não ficou nivelada, precisando amenizar a sensação de desnível com um piso de concreto e rebaixamento do teto com gesso. Além dessas falhas, a mais grave foi a junções dos contêineres, que devido à má vedação, ocorrem infiltrações que prejudicam o forro de gesso e paredes de drywall.

Depois dos contêineres implantados e cortados, aptos para a fase final da obra, uma arquiteta foi contratada para finalizar a edificação com projeto de interiores, incluindo definição de revestimentos, iluminação e móveis planejados e convencionais.

Após 12 meses de obra a edificação foi concluída. O resultado final é uma casa com estética moderna e acabamentos luxuosos. Externamente uma casa contêiner, mas por dentro a sensação de estar em uma casa convencional (em alvenaria) já que todas as chapas originais do contêiner foram revestidas.

Devido a tantas mudanças, não houve redução nos custos finais da obra e nem no prazo de execução, levando a decepção da família quanto a este tipo de edificação. Agora eles precisam lidar com constantes reparos, como é o caso das infiltrações devido ao erro de execução. Segundo o casal, a edificação contêiner pode ter sucesso se projetada e executada com profissionais qualificados para essa tipologia de construção. A complexidade deste tipo de obra exige profissionais bem preparados.

4.2.3. Edificação C

Para receber amigos e familiares com mais conforto e privacidade os proprietários decidiram construir um quarto de hóspedes na área externa da casa onde moram, e optaram em utilizar um contêiner Dry Box de 20' para erguer a edificação. O terreno

está localizado um pouco afastado da área urbana, e é cercado por muito verde e mata preservada.

Segundo o proprietário essa escolha surgiu da possibilidade de fazer algo rápido para executar e flexível devido a modularidade, permitindo aumentar ou até mesmo mudar de local caso seja necessário. Eles mesmos projetaram a edificação, que é composta de um quarto e um lavabo dentro do contêiner e anexo à ele, um espaço para a ducha, construído em vidro e alvenaria. Compraram o contêiner certificado e contrataram a mão de obra para execução dos serviços (transporte e implantação do contêiner no terreno, cortes, instalação de esquadrias, pinturas, instalações sanitárias, etc)

Eles consideram os cortes o ponto mais complexo da construção em contêineres, por necessitar de mão de obra com habilidade e qualificada para esse tipo de edificação. Mas que os custos finais são bem inferiores, podendo perceber nessa construção que os gastos com a edificação contêiner ficou mais baixo que o do anexo para a ducha construído em alvenaria.

4.2.4. Edificação D

O proprietário da galeria comercial *Container Mall* de Lagoa Santa , teve a ideia de criar uma edificação com contêineres após conhecer esse tipo de edificação em uma viagem aos EUA em 2014. Resolveu então criar um edifício contêiner para mostra de edificações contêineres. Nesta mostra cada arquiteto participante da feira utilizou uma parte da edificação para criar ambientes diferenciados e mostrar o potencial que esse tipo de construção pode ter e a diversidade de materiais que podem ser utilizados.

Após dois anos consecutivos de realização desta mostra, em 2016 resolveu transformar o espaço em uma galeria comercial com diversos seguimentos de lojas e uma danceteria.

Em entrevista, o proprietário que é engenheiro civil, destaca a inovação como principal motivo para optar por essa tipologia, seguidos de rapidez de execução, sustentabilidade e baixo custo de obra. A maior vantagem para ele é o tempo de execução, mas em termos de desvantagem, destaca a necessidade de tratamentos térmicos e acústicos eficientes. Sem este investimento a edificação se tornaria

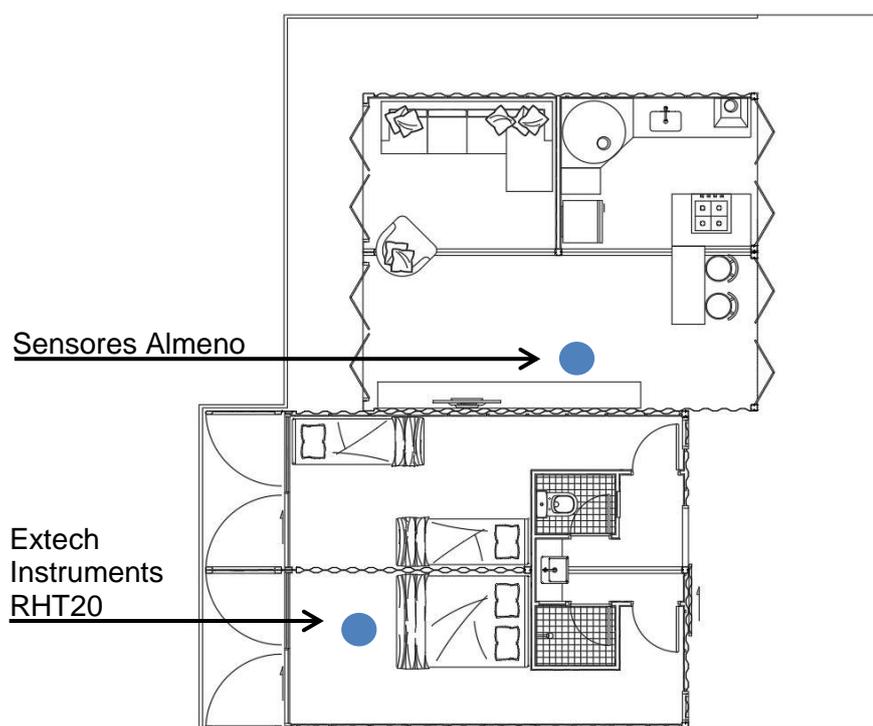
extremamente desconfortável termicamente. Segundo o proprietário, a mesma obra se construída em alvenaria teria um custo de aproximadamente 25% maior que o custo da edificação em contêineres. Considera a obra limpa por concluir sem praticamente nenhum resíduo. Ainda destaca que para uma longa duração da edificação é necessário constante verificação da pintura e retoques para evitar oxidação das chapas em aço.

4.3. Desempenho Térmico das Edificações

Para avaliar o desempenho térmico das edificações, sensores foram instalados em pontos específicos de cada edificação em estudo. Nas plantas apresentadas nas figuras 54 a 57 mostra-se o local onde são implantados estes equipamentos de medição nas quatro edificações.

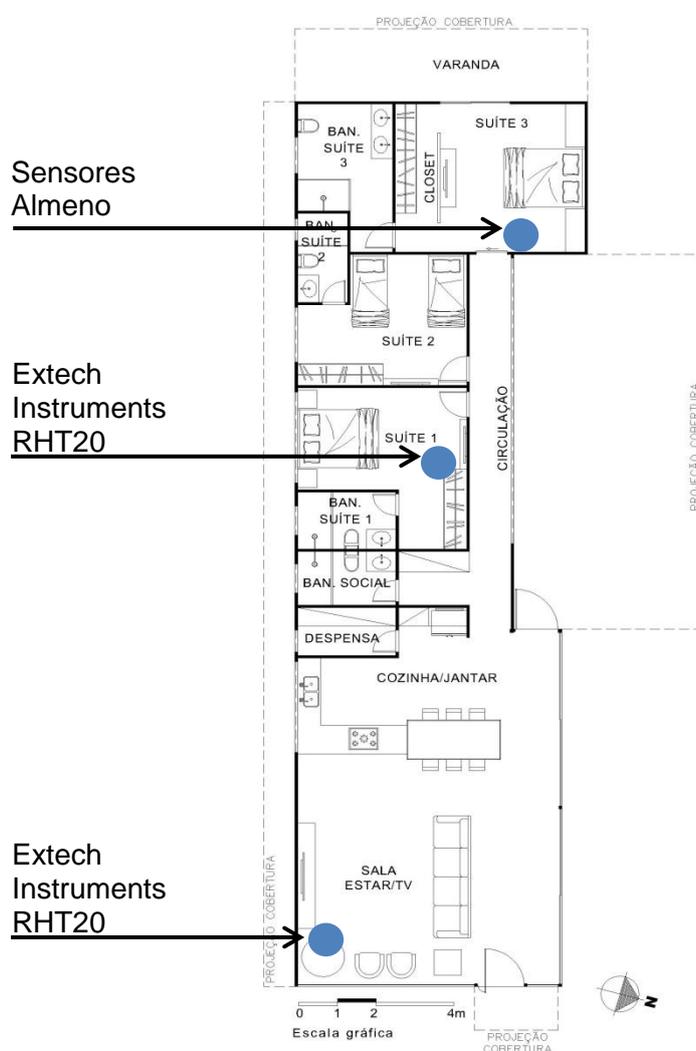
Para a medição na edificação A realizada no período de inverno, apenas os sensores Almeno foram instalados, devido a falta dos equipamentos portáteis neste período de medição. Para os demais períodos foi instalado também o Extech Instruments RHT20 para coleta de temperatura e umidade relativa do ar no quarto (Fig. 54).

Figura 54 - Localização dos equipamentos para medição térmica



Na planta mostrada na figura 55 apresenta-se o local onde foram implantados os equipamentos de medição na edificação B. Neste período apenas os sensores Almeno foram instalados na suíte 3, devido a falta dos equipamentos portáteis. A escolha deste ponto para montar os sensores se justifica pelo fato deste ambiente ter três faces em contêiner marítimo, caracterizando melhor uma edificação contêiner, enquanto a sala de estar possui apenas uma das faces em contêiner e as outras duas faces em vidro. Nas demais estações os outros sensores coletaram dados da suíte 1 e da sala de estar/TV para comparar o desempenho térmico de diferentes ambientes da residência.

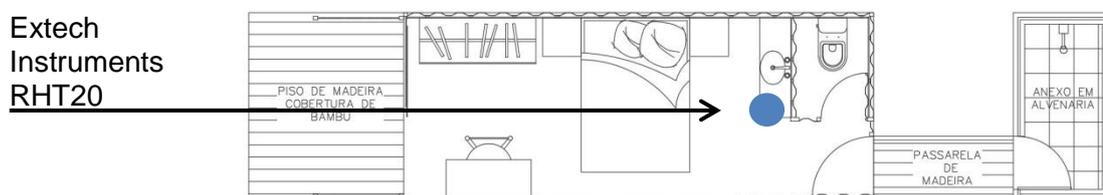
Figura 55 - Localização dos equipamentos para medição térmica



Na planta apresentada na figura 56 mostra-se o local onde foi implantado o equipamento de medição portátil na edificação C. Nesta edificação não foi possível utilizar os sensores Almeno pela falta de energia elétrica ligada na rede. Não há

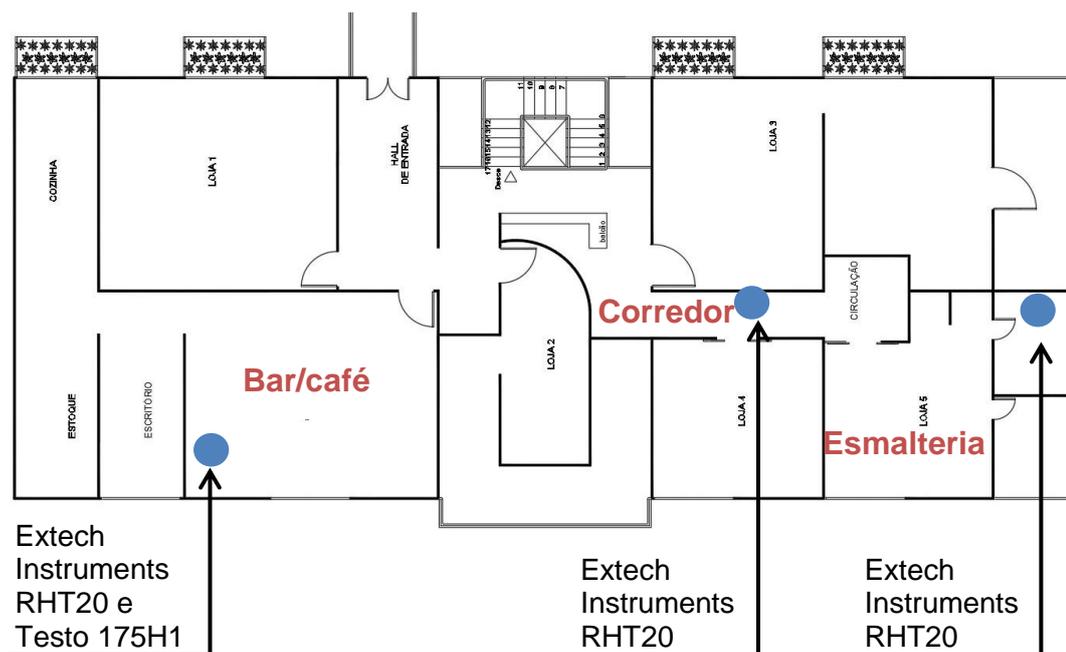
tomadas e a bateria existente no datalogger seria insuficiente para durar todo o período de medição.

Figura 56 - Localização dos equipamentos para medição térmica



Na edificação D são utilizados equipamentos portáteis para as coletas de dados, devido ao tamanho compacto não atrapalhar funcionários e clientes a transitarem pelo edifício. Na planta apresentada na figura 57 mostra-se o local onde foram implantados os equipamentos portáteis de medição.

Figura 57 – Localização dos equipamentos para medição térmica

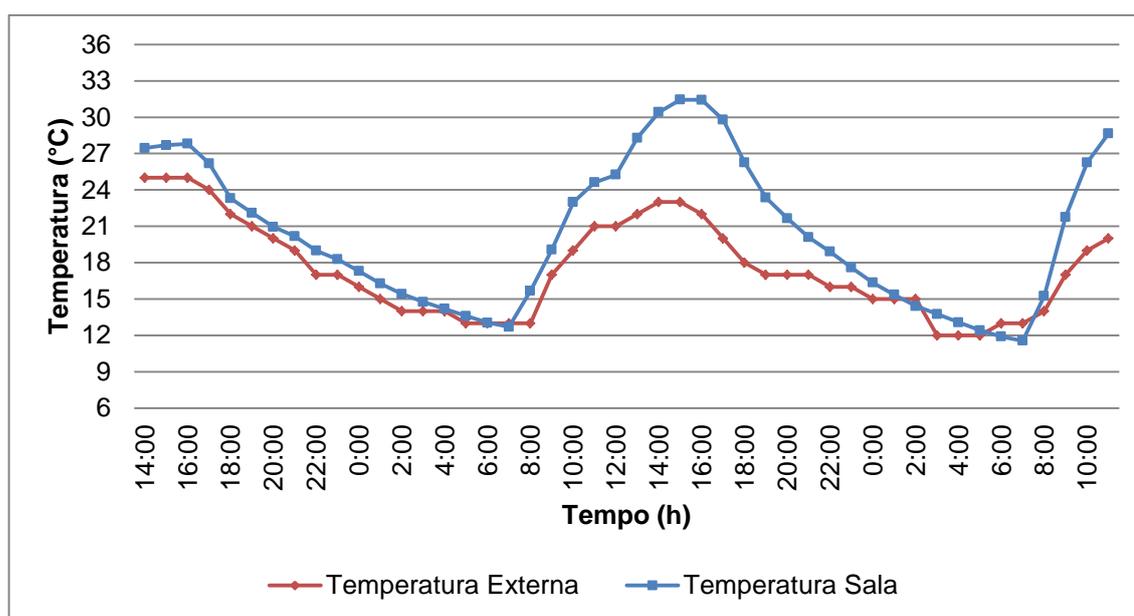


Na coleta de dados no período de inverno apenas o bar/café foi estudado, com a implantação do sensor Testo 175H1, devido a indisponibilidade dos demais equipamentos. Esse ambiente foi escolhido por ter um maior uso diário de pessoas. Nos demais períodos, outros sensores, da marca Extech Instruments RHT20, foram instalados na edificação. Para comparação dos resultados, são instalados os dois sensores no bar/café nas demais estações, e verifica-se a igualdade dos dados coletados por eles.

4.3.1. Desempenho Térmico no Inverno

A avaliação de desempenho térmico da edificação A realizada no período de inverno, aconteceu nos dias 22, 23 e 24 de julho de 2017. No gráfico mostrado na figura 58 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo destes dias.

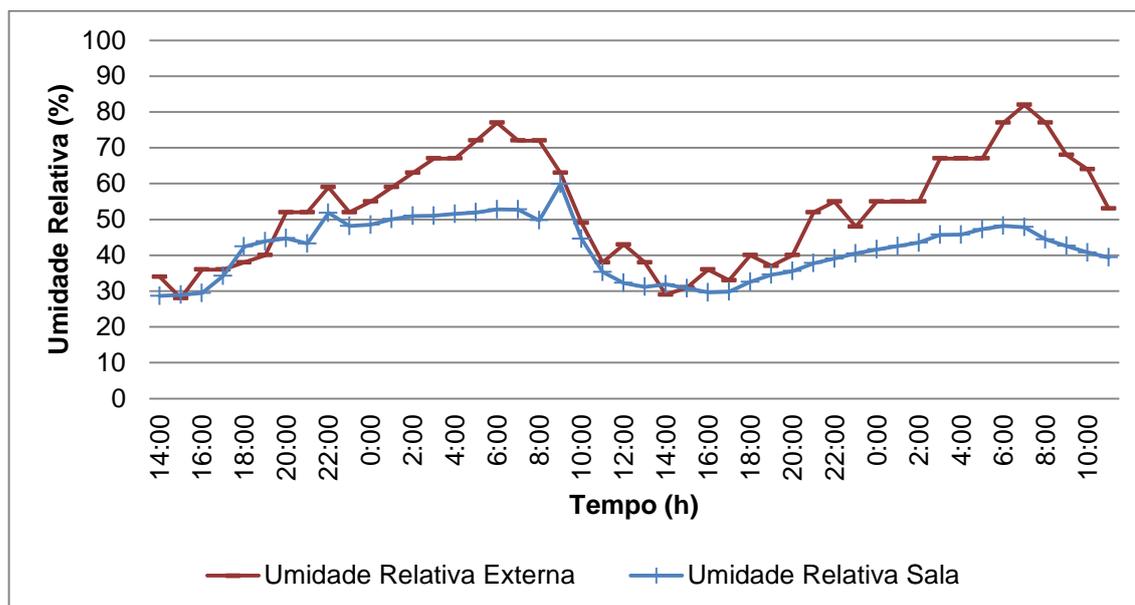
Figura 58 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017



Nota-se por meio do gráfico que a temperatura interna é superior a externa ao longo do período, estando próximas apenas durante as noites, quando chegam a igualar. Mas no período diurno, principalmente próximo às 15 horas, há um maior distanciamento entre as duas temperaturas, alcançando a temperatura interna 31,4°C e a externa, 23°C no dia 23 de julho. Nota-se também um atraso térmico em torno de 1h no ambiente interno, quando se compara o horário de pico da temperatura externa no dia 23.

No gráfico mostrado na figura 59 apresenta-se a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação A.

Figura 59 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017



Nota-se que a umidade relativa do ar interno se mantém abaixo da externa ao longo do período, e com variação menor comparado à externa. A umidade interna neste período varia de 26% a 60%, caracterizando um clima mais seco. Externamente a umidade relativa varia de 28% a 82%, estando na maior parte do tempo abaixo de 60% de umidade.

A medição de temperatura na edificação B realizada no período de inverno, aconteceu no mesmo período que a edificação A, nos dias 22, 23 e 24 de julho de 2017. Na figura 60 apresenta-se o gráfico com a variação das temperaturas internas e externas ao longo do período em análise. Nota-se que neste período (inverno) as temperaturas internas e externas estão muito próximas. A temperatura interna se mantém levemente superior a temperatura externa. Elas não ultrapassam os 28°C, mas nas madrugadas as temperaturas são bem inferiores, chegando a alcançar mínima de 12°C. Observa-se também um atraso térmico na temperatura interna, tanto na temperatura máxima quanto na mínima.

No gráfico mostrado na figura 61 apresenta-se a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação B. A umidade relativa do ar interno e externo se mantêm muito próximas durante todo o período de coleta. A máxima externa atinge 82% e interna 70%, já a mínima, é de 28% externa e 29% internamente.

Figura 60 - Edificação B: Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno - 22 à 24 de julho de 2017

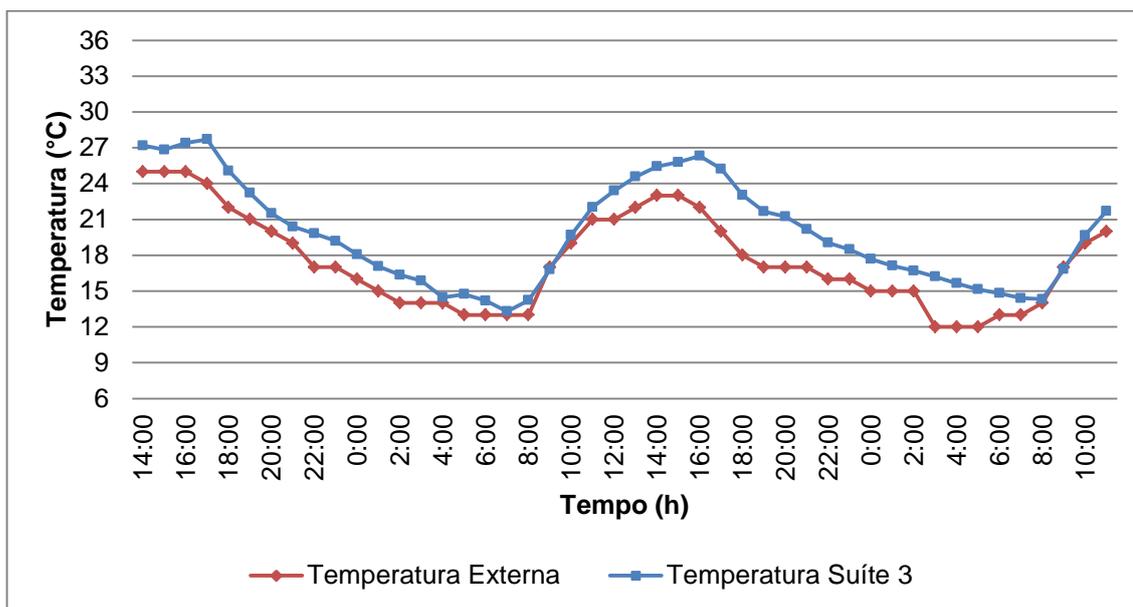
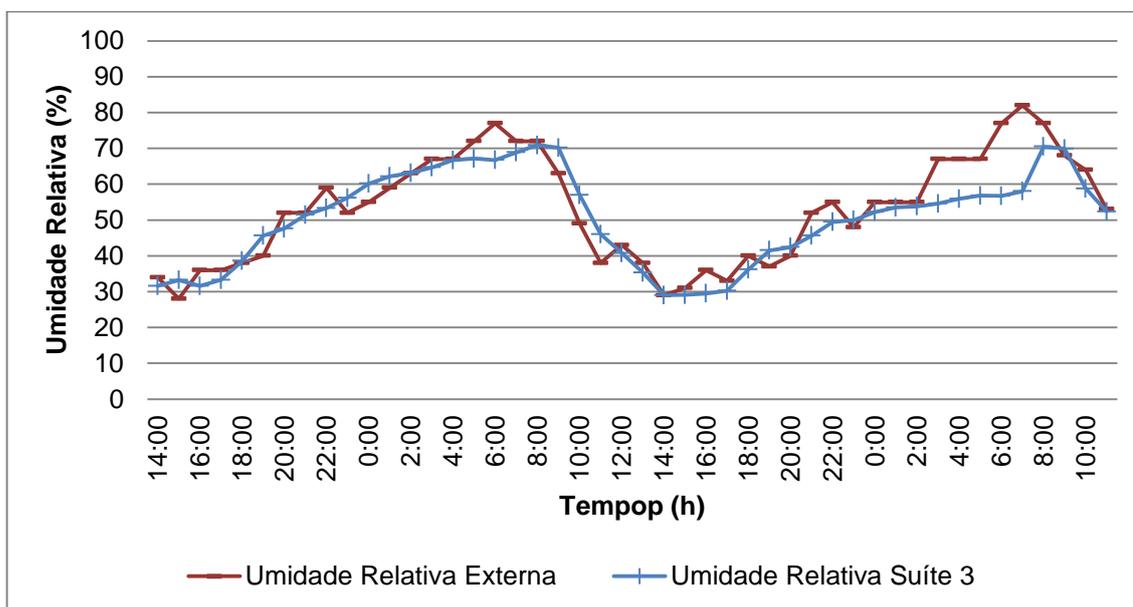
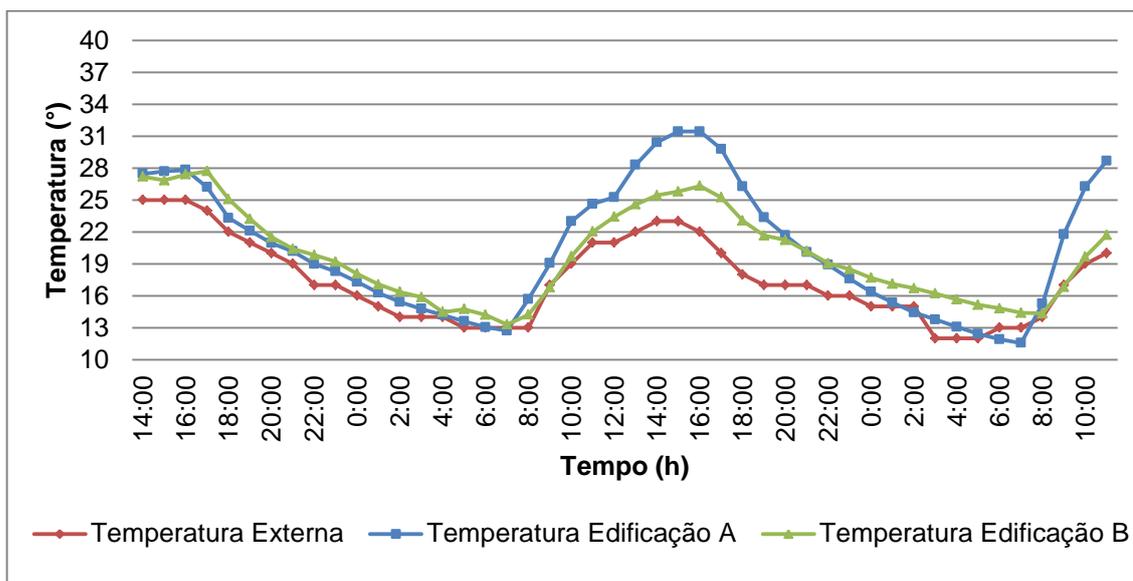


Figura 61 - Edificação B: Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno - 22 à 24 de julho de 2017



As edificações A e B são localizadas próximas, por isso os dados de temperatura interna foram coletados nos mesmos períodos para as duas edificações, permitindo analisar as interferências que o partido arquitetônico e os materiais adotados para a construção causam no desempenho térmico das edificações. Na figura 62 apresenta-se o gráfico de evolução temporal da temperatura do ar nas duas edificações neste período (inverno).

Figura 62 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 22 à 24 de julho de 2017

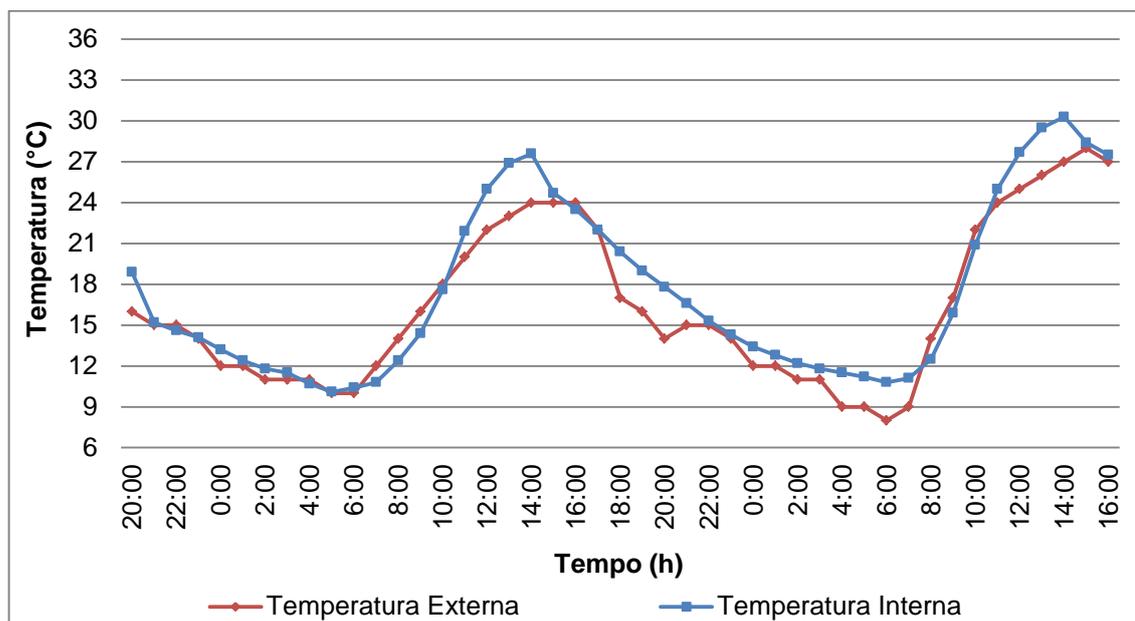


A edificação A atinge temperatura máxima mais alta do que a edificação B. No dia em que há maior diferença entre elas, a máxima externa é de 23°C, a máxima interna da edificação A é 31,4°C e da edificação B é 26,3°C. Nota-se que a edificação A alcança as maiores temperaturas e as menores também, mas neste último caso com diferença muito pequena para a edificação B. Ela alcança, portanto, maiores amplitudes térmicas no período de inverno, demonstrando ser menos estável termicamente. Este fato pode ser justificado pela falta de cobertura acima desta edificação e também pela tinta térmica nas chapas externas serem de coloração escura, absorvendo mais a radiação solar.

A medição do período de inverno na edificação C aconteceu a partir das 20 horas do dia 07 até às 16 horas do dia 09 de agosto de 2017. Na figura 63 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo destes dias.

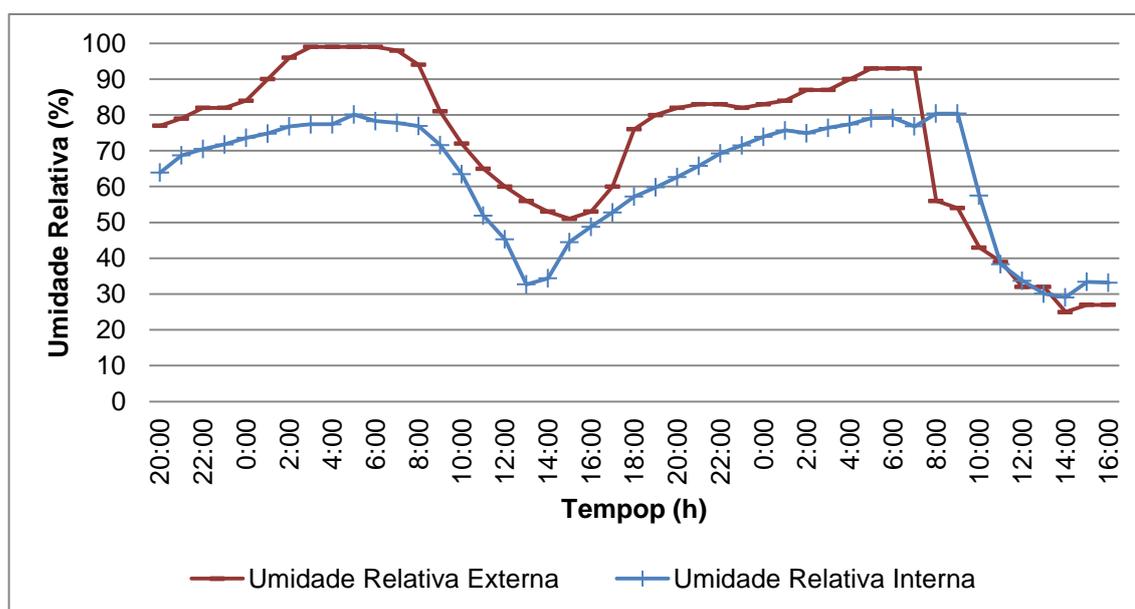
Nota-se por meio do gráfico que as temperaturas internas e externas são muito próximas ao longo de todo o período. Há uma pequena diferença apenas nas máximas, quando a temperatura interna se eleva um pouco mais que a temperatura externa. As temperaturas estão na maior parte do tempo abaixo de 19°C, porém há grande amplitude térmica neste período. A máxima externa é de 28°C e interna de 30°C, a mínima externa de 8°C e a mínima interna 10°C. Nota-se que diferente das demais edificações, nesta edificação quase não observa-se atraso térmico..

Figura 63 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 7 à 9 de agosto de 2017



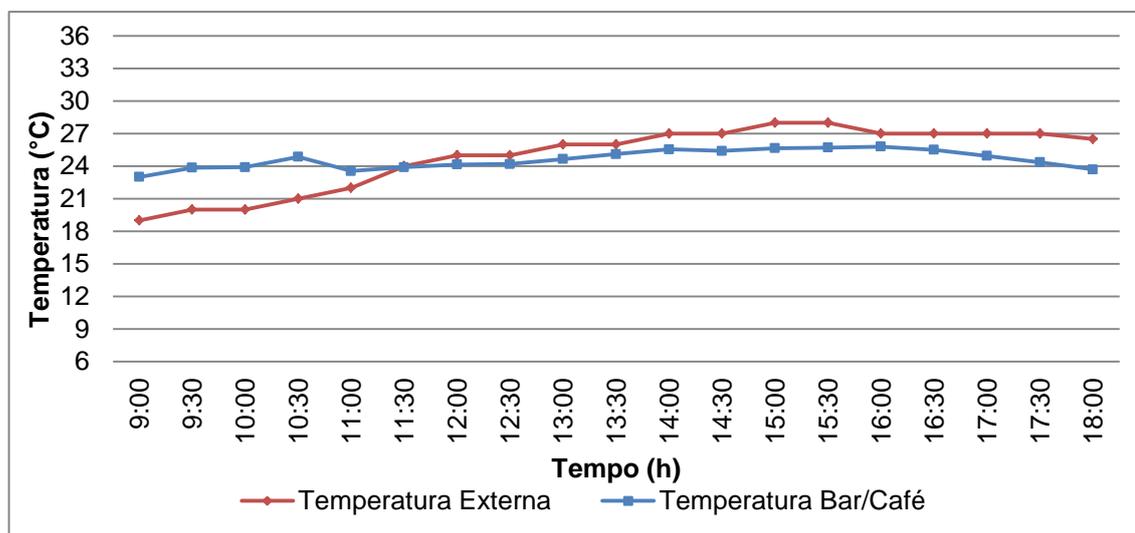
No gráfico mostrado na figura 64 apresenta-se a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação C. Na maior parte do período de coleta a umidade interna é inferior a externa, e há uma grande variação da umidade ao longo dos dias, com períodos bem úmidos e outros bem secos. A umidade máxima atingida externamente é 99% e internamente 80%, já a mínima externa é de 25% e a mínima interna 30%.

Figura 64 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 7 à 9 de agosto de 2017.



A medição de inverno na Edificação D foi realizada no dia 11 de agosto de 2017. Na figura 65 apresenta-se o gráfico com a variação da temperatura interna e externa ao longo deste período.

Figura 65 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período do inverno – 11 de agosto de 2017

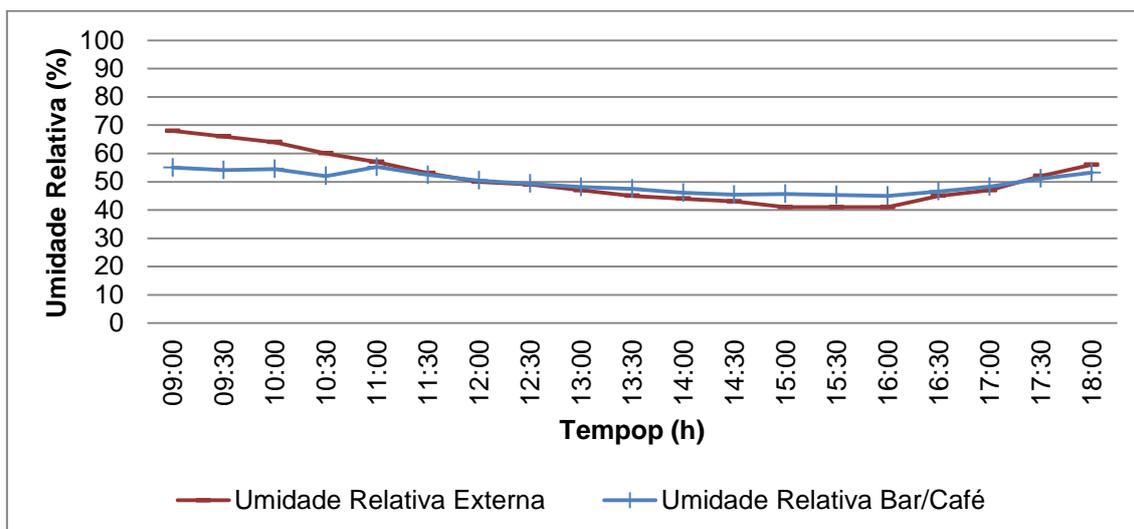


Percebe-se por meio do gráfico que as temperaturas se mantêm entre 19°C e 28°C. A temperatura interna tem variações mínimas ao longo do período em estudo. Iniciou-se as medições com a temperatura interna acima da temperatura externa (com 19°C externo, enquanto a interna estava em 23°C). No decorrer do dia, a temperatura externa ultrapassa a interna.

As temperaturas máximas alcançadas possuem apenas 2,3°C de diferença, sendo a temperatura externa maior (28°C externa e 25,7°C interna). Há um pequeno atraso térmico, de aproximadamente 1 hora, para alcance das máximas. Não é possível verificar a temperatura mínima já que as medições são interrompidas antes das mínimas serem atingidas devido ao horário de funcionamento do edifício.

Na figura 66 apresenta-se o gráfico com a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste período na edificação D. A umidade relativa do ar externa é mais alta no início das medições, igualando às 11 horas e estando ligeiramente mais baixa durante a tarde. Durante o período de coleta, nota-se que a umidade relativa do ar interna e externa são muito próximas.

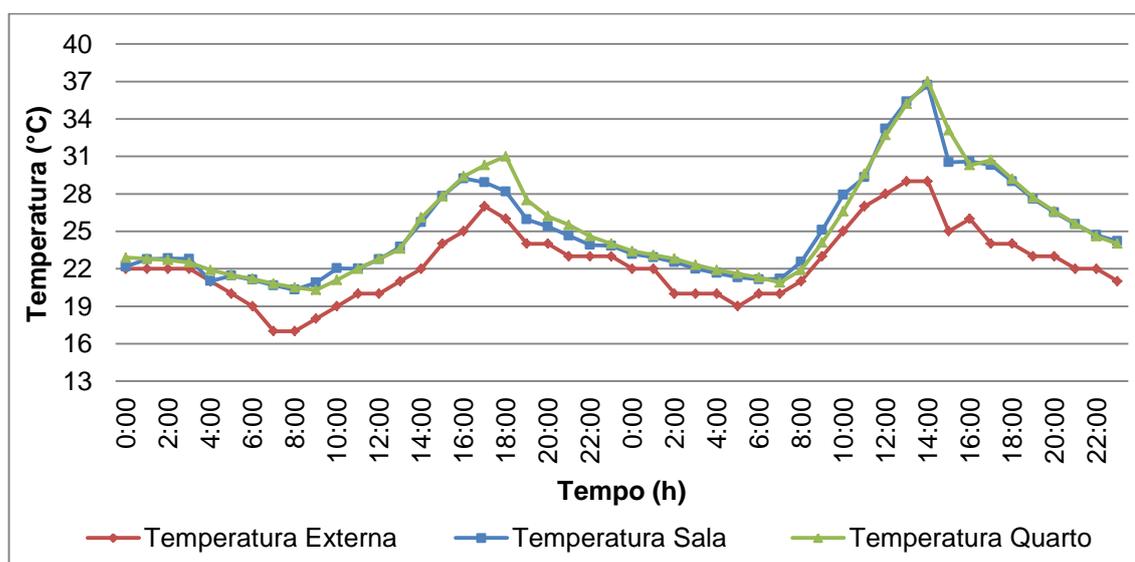
Figura 66 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do inverno – 11 de agosto de 2017



4.3.2. Desempenho Térmico na Primavera

A partir da estação de primavera todos os equipamentos de medição são instalados nas edificações, como apresentados nas plantas apresentadas nas figuras 54, 55, 56 e 57. As medições para avaliação de desempenho térmico da edificação A realizada no período de primavera aconteceram nos dias 28 e 29 de outubro de 2017. Na figura 67 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo desses dois dias.

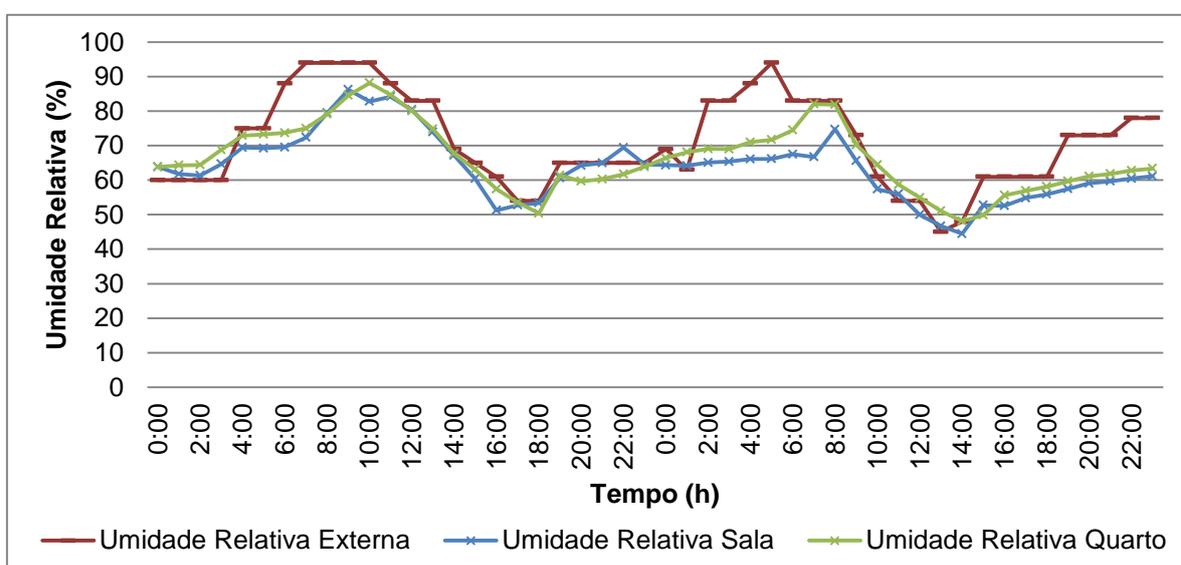
Figura 67 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017



Nota-se que a temperatura interna mantém-se superior a temperatura externa durante todo o período de coleta de dados. Os dois ambientes com temperaturas aferidas apresentam desempenho térmico muito semelhante. No primeiro dia, próximo das 18h a temperatura interna do quarto eleva-se um pouco mais (31°C) que a temperatura da sala, que atinge a máxima de 29°C às 16h. Neste momento a temperatura da sala começa a cair enquanto a do quarto continua a subir até atingir os 31°C às 18 horas. Inicia então a perda de calor, até igualar com a temperatura da sala às 23 horas com 24°C. Há um pico das temperaturas internas às 14 horas do dia 29 de outubro, quando atingem 37°C internamente, e externamente a temperatura não ultrapassa os 28°C. Esse pico pode ser justificado pela falta de ventilação e renovação do ar ocorrido pela edificação encontrar-se fechada neste momento. Logo após o pico de temperatura nota-se uma queda acentuada na temperatura interna.

No gráfico mostrado na figura 68 apresenta-se a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação A. A umidade interna dos ambientes se mantém próxima ao longo do período de coleta de dados, mas inferior à externa durante as madrugadas, quando a umidade atinge a máxima. Externamente a umidade varia de 46% a 94%, e internamente a umidade mínima e máxima são de 45% e 88%, respectivamente. Nota-se um clima mais úmido comparado à coleta do inverno.

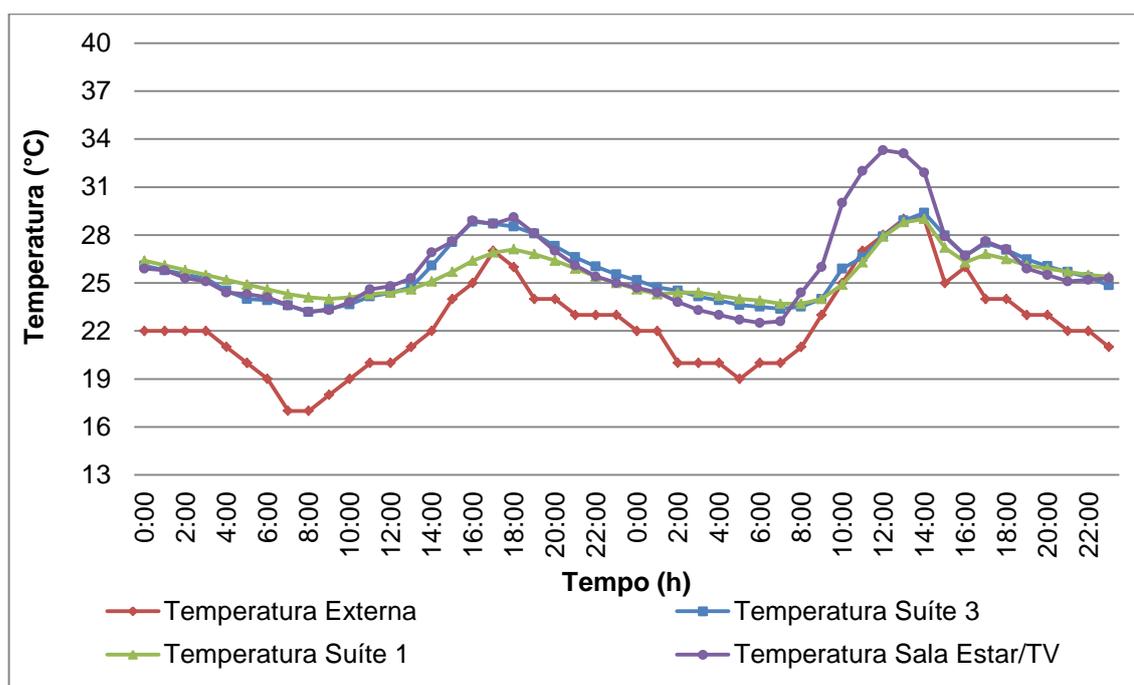
Figura 68 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017



A medição para avaliação de desempenho térmico da edificação B realizada no período de primavera nos dias 28 e 29 de outubro de 2017. Na figura 69 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo desses dois dias.

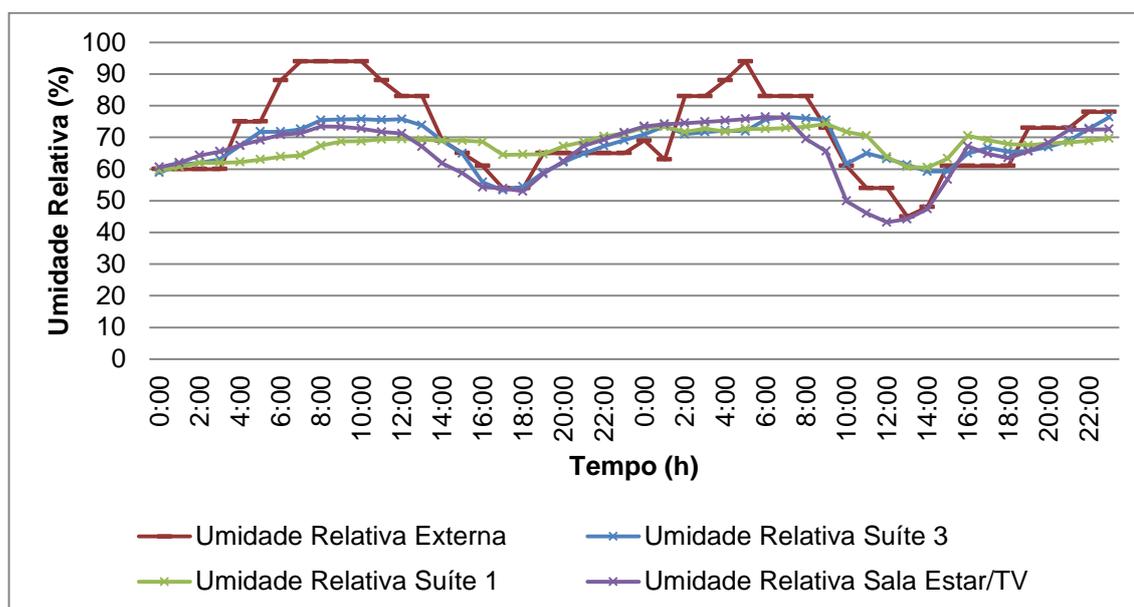
Nota-se que a edificação B apresenta temperaturas internas semelhantes em todos os ambientes, e sempre acima das temperaturas externas, porém mais estáveis, ou seja, com menores amplitudes térmicas que a temperatura externa. As temperaturas da suíte 1 e suíte 3 mostram-se mais estáveis que a temperatura da sala de estar. Esse fato é justificado pelas grandes fachadas envidraçadas existentes neste ambiente (sala de estar), que são voltadas para a direção norte, tendo incidência de radiação solar direta em grande parte do dia, elevando assim as temperaturas.

Figura 69 - Edificação B: Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017



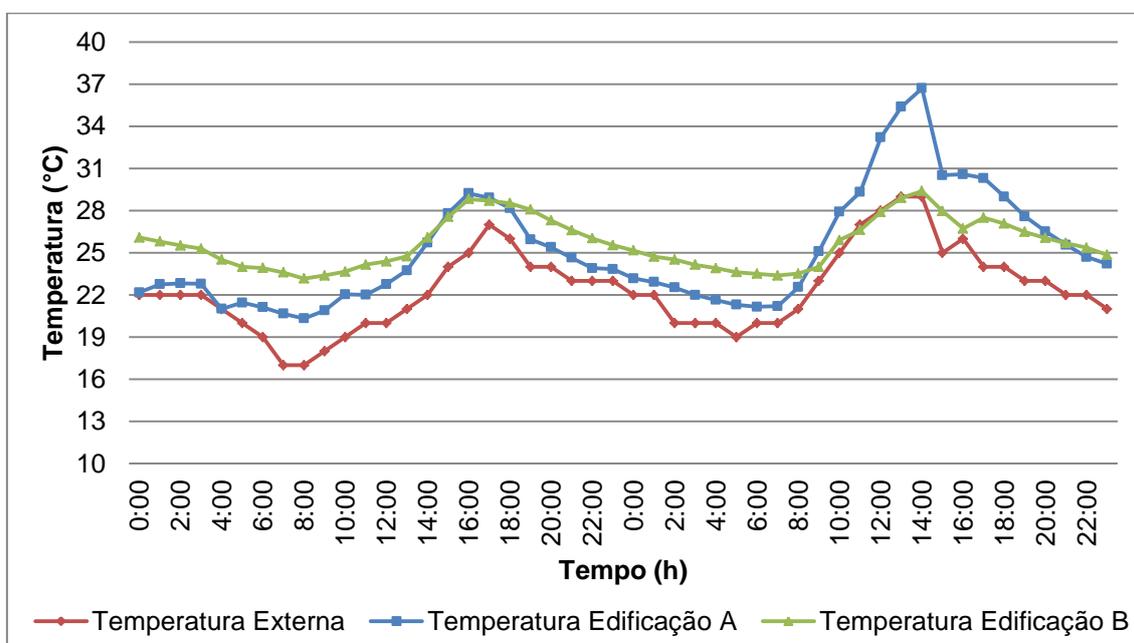
No gráfico mostrado na figura 70 apresenta-se a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação B. Por meio deste gráfico observa-se que a umidade interna tem menor variação que a externa, que alcança umidade relativa mais alta. A umidade relativa da sala de TV atinge o menor valor (43%) às 12 horas do dia 29 de outubro, com diferença significativa dos demais ambientes, que ficam com umidade em torno de 56%. A umidade externa varia de 44% a 94% neste período, e a interna varia de 43% a 76%.

Figura 70 - Edificação B: Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017



Na figura 71 compara-se o desempenho térmico das edificações A e B no período de primavera. Foram considerados os dados coletados pelos sensores Almeno, sendo instalado na sala de estar da edificação A e na Suíte 3 da edificação B.

Figura 71 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 28 e 29 de outubro de 2017

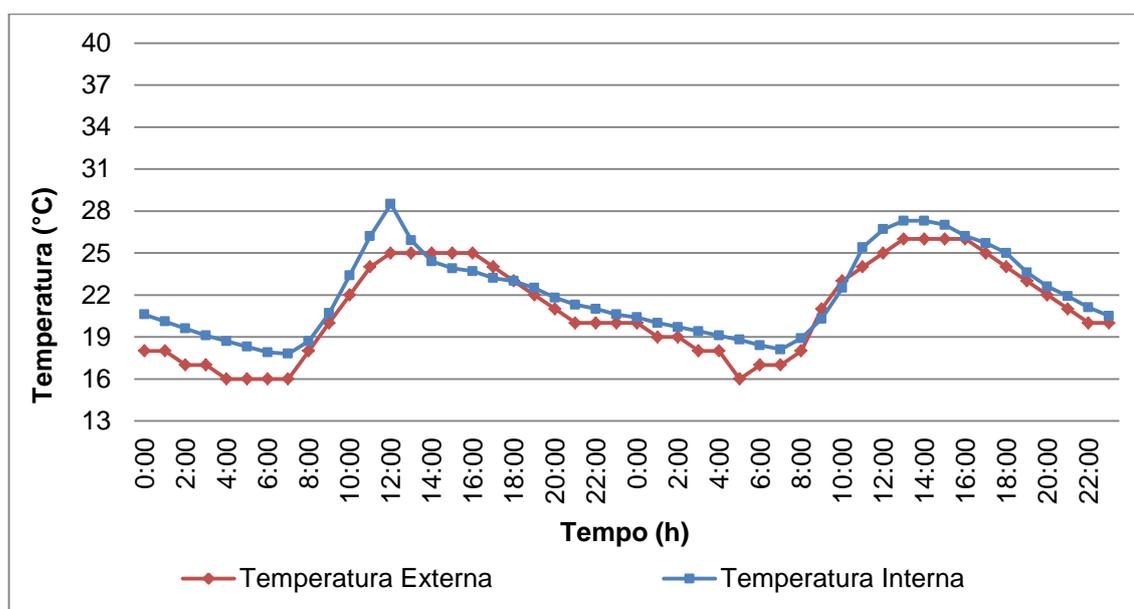


É possível perceber que a edificação B mantém as maiores temperaturas neste intervalo de medição na maior parte do tempo. Mas há um pico de temperatura da edificação A, próximo das 14 horas do segundo dia de medição. Este pico pode

acontecer pela falta de ventilação da edificação neste horário, ocasionada pela edificação estar fechada neste momento. Ainda neste gráfico é possível perceber que embora a edificação B tenha predominado com temperaturas mais altas, ela possui menor amplitude térmica que a edificação A, as temperaturas internas são mais estáveis, porém são bastante superiores à temperatura externa, principalmente no período noturno.

A medição para avaliação de desempenho térmico da edificação C realizada no período de primavera aconteceu nos dias 17 e 18 de novembro de 2017. Na figura 72 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo desses dois dias.

Figura 72 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 17 e 18 de novembro de 2017

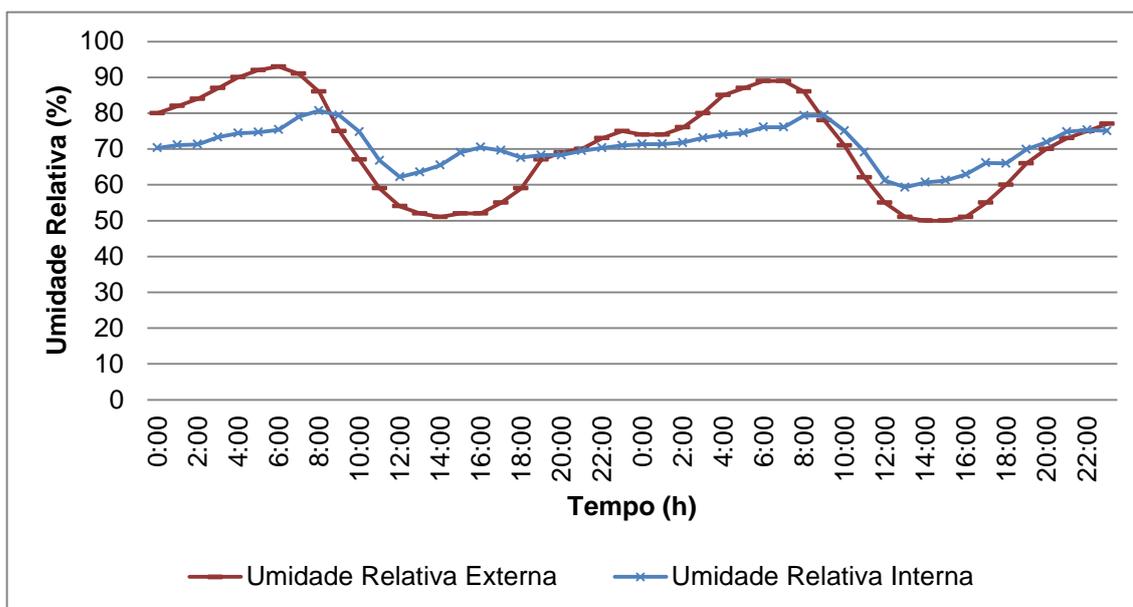


Nota-se que assim como no período de inverno, na primavera as temperaturas internas e externas também são próximas. No dia 17 há um leve pico da temperatura interna, ela atinge a máxima de 28,5°C e já começa a diminuir a temperatura imediatamente, a máxima externa atingida neste dia é de 25°C. Não se observa um atraso térmico em relação à máxima temperatura, em nenhum dos dois dias, somente em relação à temperatura mínima.

Na figura 73 apresenta-se o gráfico com a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação C. Diferente dos demais

casos, nesta edificação a umidade externa e interna mantém uma variação pequena, oscilando em todo o período. Nota-se que a umidade relativa interna tem menor variação que a externa. A umidade externa varia de 50% a 93% e a interna tem variação de 60% a 80%.

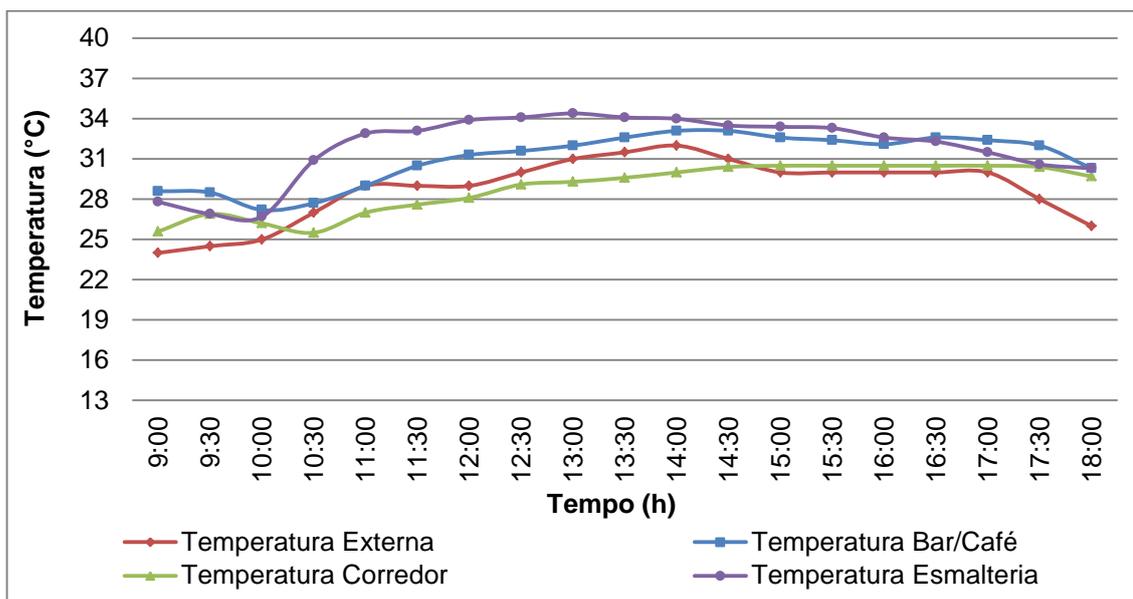
Figura 73 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar do ar no período da primavera – 17 e 18 de novembro de 2017



As medições no período da primavera, na Edificação D, foram realizadas no dia 27 de outubro de 2017. Neste dia foram coletadas temperaturas de três ambientes distintos: o bar/café, o corredor e a esmalteria (Figura 57).

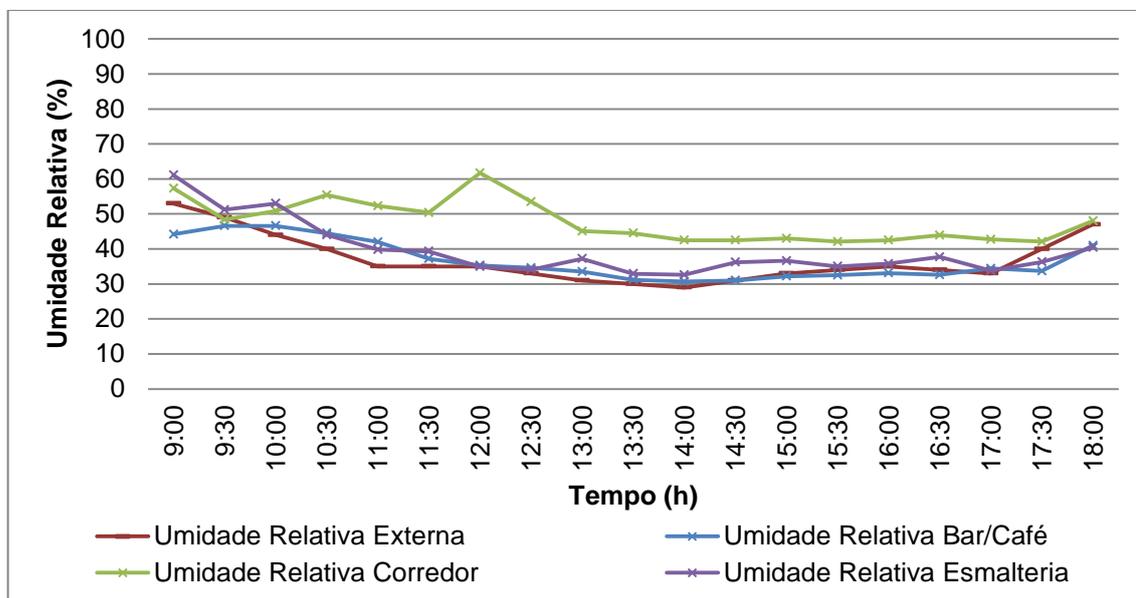
Na figura 74 apresenta-se o gráfico com a variação da temperatura interna e externa ao longo desse dia. Nota-se que as temperaturas estão acima de 28°C em grande parte do período em estudo. A temperatura do corredor se mantém abaixo das temperaturas dos demais ambientes em análise, inclusive na maior parte do tempo está abaixo da temperatura externa. O ambiente com as temperaturas mais elevadas é a esmalteria. A temperatura interna máxima alcançada é na esmalteria, 34,4°C, enquanto externamente a máxima atinge 33,1°C.

Figura 74 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período da primavera – 27 de outubro de 2017



Na figura 75 apresenta-se o gráfico com a variação da umidade relativa do ar interna e externa ao longo deste mesmo período na edificação D.

Figura 75 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período da primavera – 27 de outubro de 2017



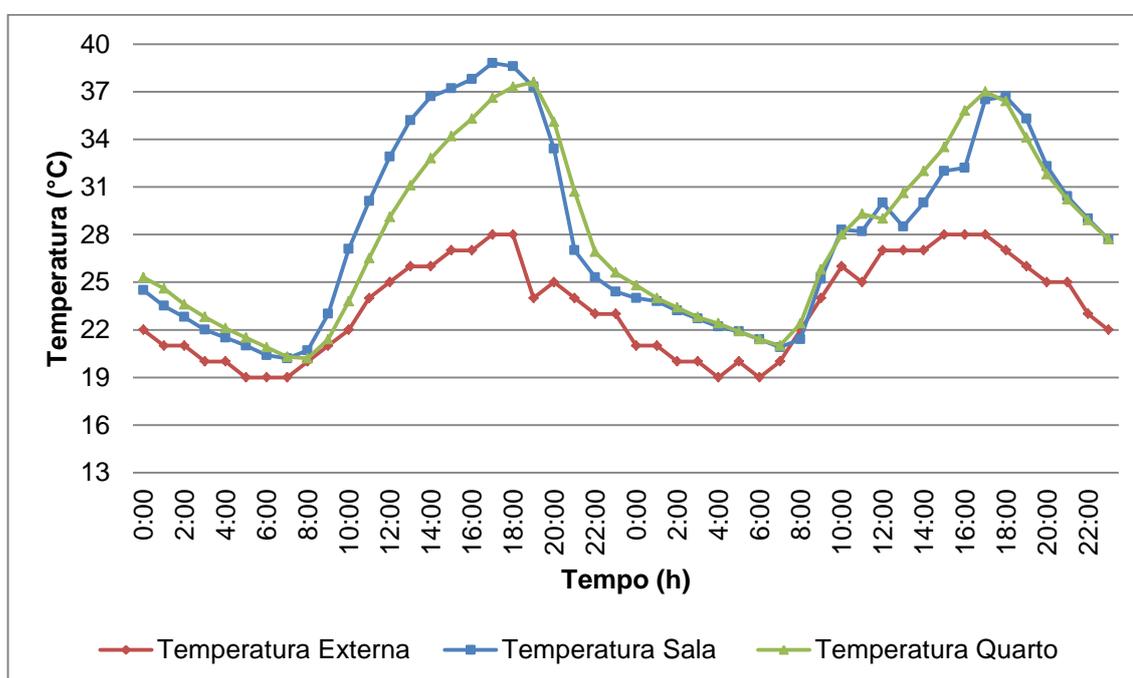
Durante o período de coleta de dados climáticos, a umidade relativa do ar externo se mantém abaixo da umidade relativa dos ambientes internos em geral, mas com valores muito próximos, variando de 29% a 53%, exceto o corredor, que mantém a umidade relativa do ar superior aos demais ambientes, e tem variação de 42% a

62% de umidade relativa. Este corredor encontra-se no meio da edificação, sem contato direto com as chapas do contêiner do fechamento externo.

4.3.3. Desempenho Térmico no Verão

A medição para avaliação de desempenho térmico da edificação A realizada no período de verão aconteceu nos dias 17 e 18 de fevereiro de 2018. Na figura 76 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo desses dois dias.

Figura 76 - Edificação A - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018

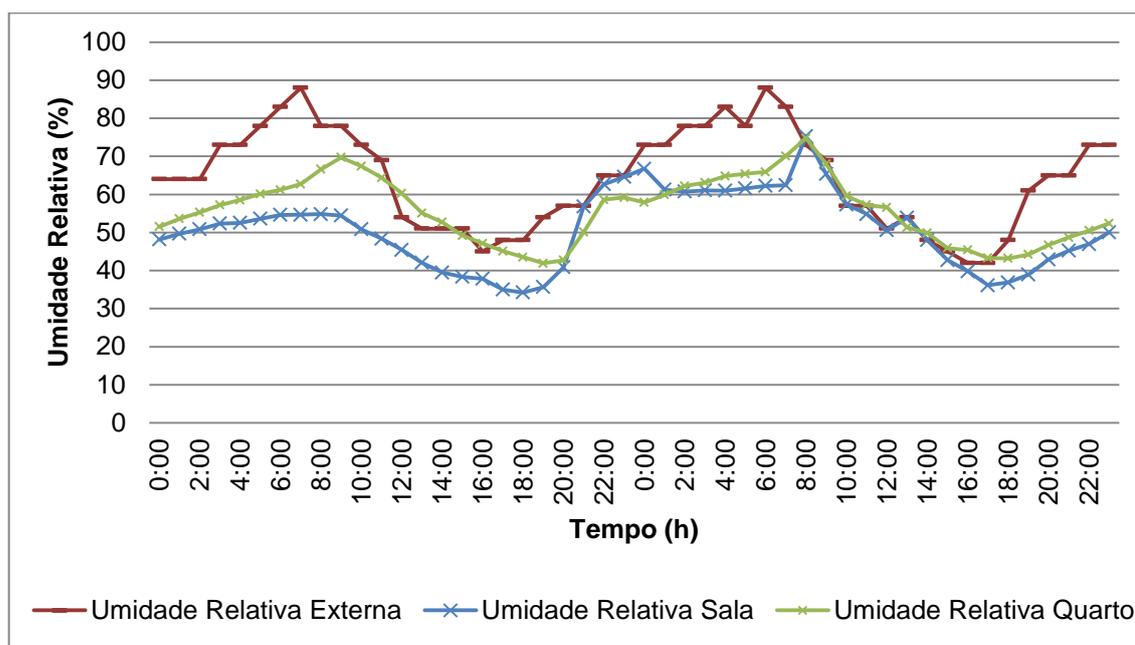


Por meio das curvas mostradas no gráfico é possível notar que nos dias de coleta, a temperatura externa permanece entre 19°C e 28°C. Já a temperatura interna apresenta picos de temperatura nos períodos diurnos, alcançando no dia 17, uma temperatura de 38,8°C e no dia 18, 37°C. Os dois ambientes com temperaturas monitoradas se comportam de maneira semelhantes, com uma leve diferença, a temperatura da sala sobe um pouco mais que a do quarto, e esta, além de ficar um pouco mais baixa, tem um atraso térmico maior em relação a temperatura da sala.

Na figura 77 apresenta-se o gráfico com a variação da umidade relativa interna e externa ao longo desses dois dias na edificação A. Assim como nos demais períodos, a umidade interna se mantém abaixo da externa. A umidade relativa do ar

externo tem máxima de 88% e mínima de 45%, internamente a umidade relativa máxima é de 75% e mínima chega a 34%. Nesse período o clima se caracteriza como mais úmido que nas demais estações, com ocorrência de pancadas de chuvas no decorrer dos dias.

Figura 77 - Edificação A - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018

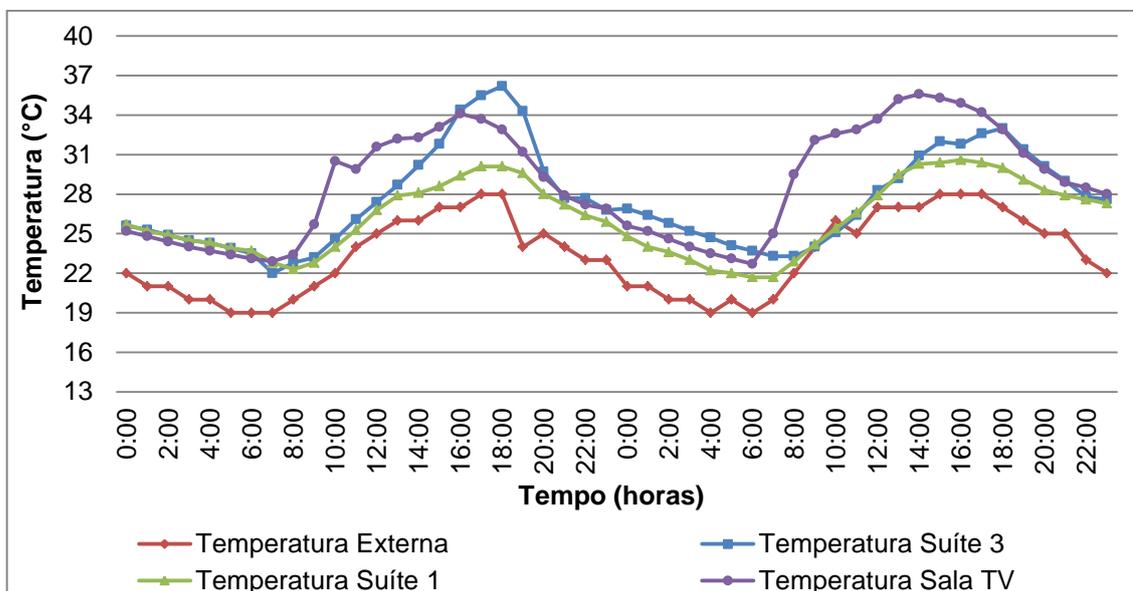


A medição para avaliação de desempenho térmico da edificação B realizada no período de verão aconteceu nos dias 17 e 18 de fevereiro de 2018, assim como da edificação A. Na figura 78 apresenta-se a variação da temperatura interna e externa ao longo desses dois dias. As temperaturas externas se mantêm entre 19°C e 28°C, já as temperaturas internas se elevam atingindo máxima de 36°C. Nota-se que neste período há maior diferença entre as temperaturas dos ambientes internos, diferente do que ocorreu na primavera, em que as temperaturas internas se mantiveram bem semelhantes.

A temperatura da suíte 1 é inferior aos demais ambientes, pois ela está localizada no meio da edificação, possuindo apenas uma lateral em chapa de contêiner e voltada para a fachada sul. Já a sala de TV mantém temperatura interna mais alta na maior parte do tempo, porém em alguns momentos a temperatura da suíte 3 ultrapassa a temperatura da sala de estar/TV, isso acontece de 16 às 20 horas, e de 23 as 7

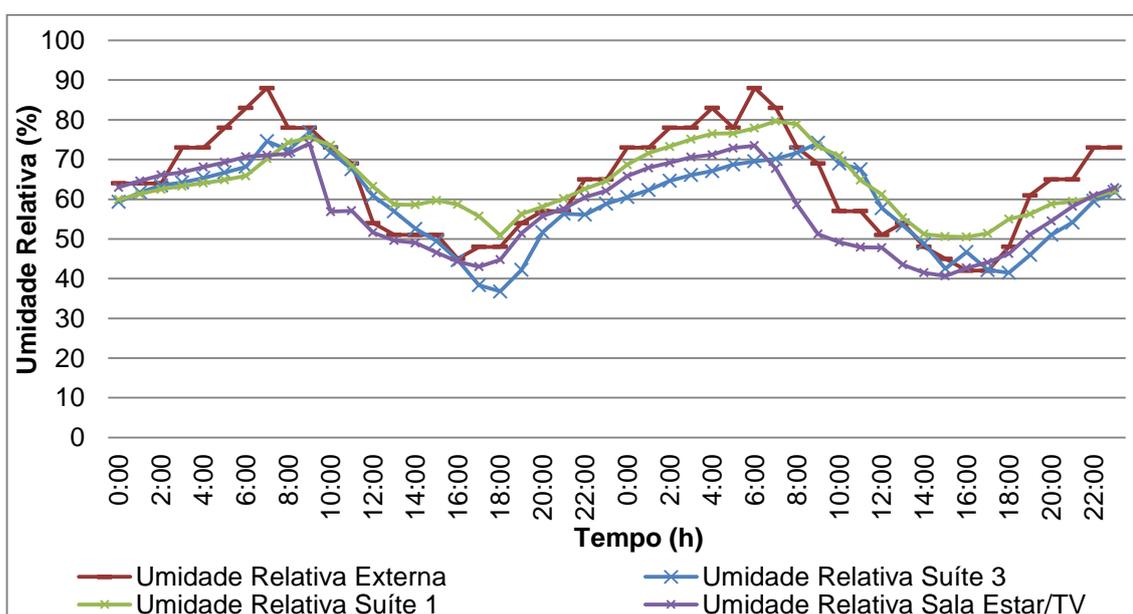
horas dos dias 17 e 18 de fevereiro respectivamente. Após esse período as temperaturas da sala de TV se mantêm superior às demais.

Figura 78 - Edificação B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018



No gráfico da figura 79 apresenta-se a variação da umidade relativa interna e externa ao longo desses dois dias na edificação B, e é possível notar que são bastante próximos os valores de umidade externa e interna de todos os ambientes. A umidade relativa externa máxima atinge 88% e interna 80%, a mínima externa é de 42% e interna é de 37%.

Figura 79 - Edificação B - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018

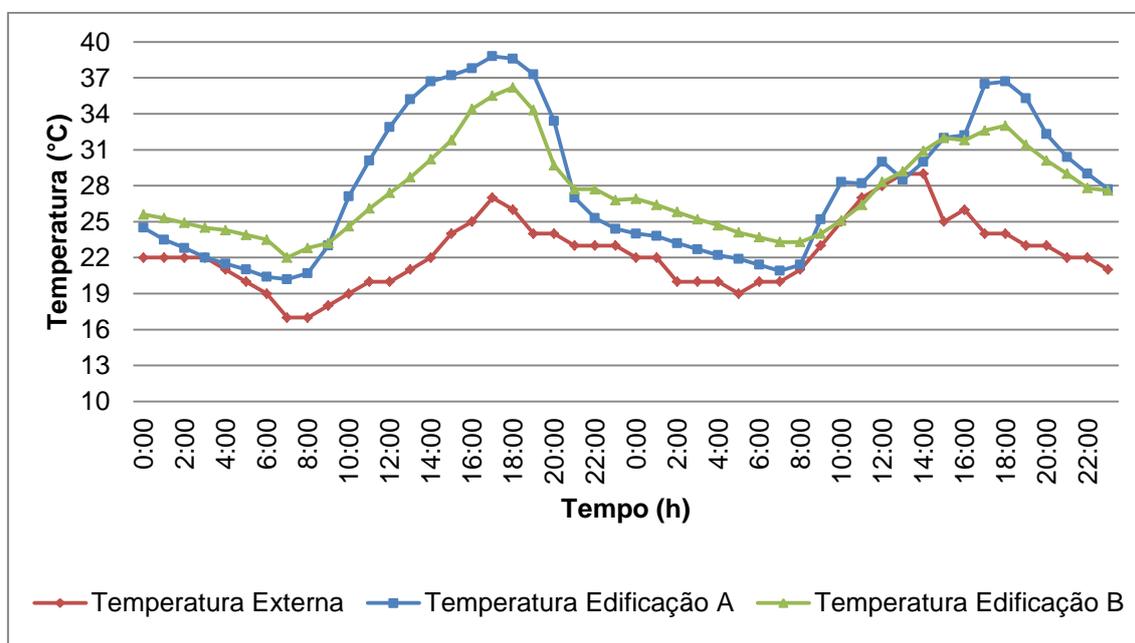


Na figura 80, onde se representa por meio de gráficos as temperaturas coletadas no verão das edificações A e B, nota-se que as duas edificações alcançam temperaturas muito altas, muito além da temperatura externa. No primeiro dia de coleta de dados, a Edificação A alcança máxima de 38,8°C, a Edificação B neste momento atinge 36,2°C, enquanto a temperatura externa alcança apenas 27°C.

No segundo dia a Edificação A atinge 36,7°C, a Edificação B alcança 33°C, enquanto a externa alcança 30°C. Nota-se que no primeiro dia de medição as duas edificações atingem a máxima praticamente no mesmo tempo que a máxima externa, com um leve atraso na edificação B, já no segundo dia há um atraso térmico maior nas edificações.

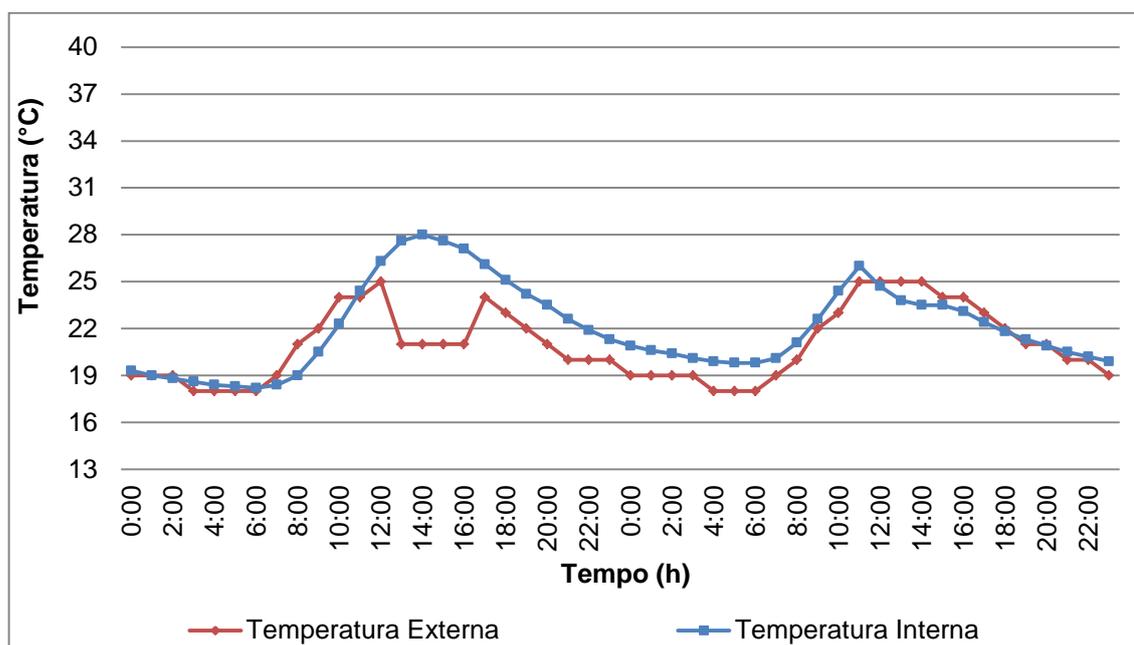
A temperatura externa chega à máxima às 14 horas, e a Edificação A atinge a temperatura máxima às 17 horas, enquanto a Edificação B atinge às 18 horas. Nas temperaturas mínimas também ocorrem atrasos térmicos, mas apenas no segundo dia, como pode ser observado no gráfico apresentado na figura 80.

Figura 80 - Edificações A e B - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 17 e 18 de fevereiro de 2018



A medição para avaliação de desempenho térmico da edificação C realizada no período de verão ocorreu nos dias 01 e 2 de março de 2018. Na figura 81 apresenta-se o gráfico com a variação da temperatura interna e externa no decorrer desses dois dias.

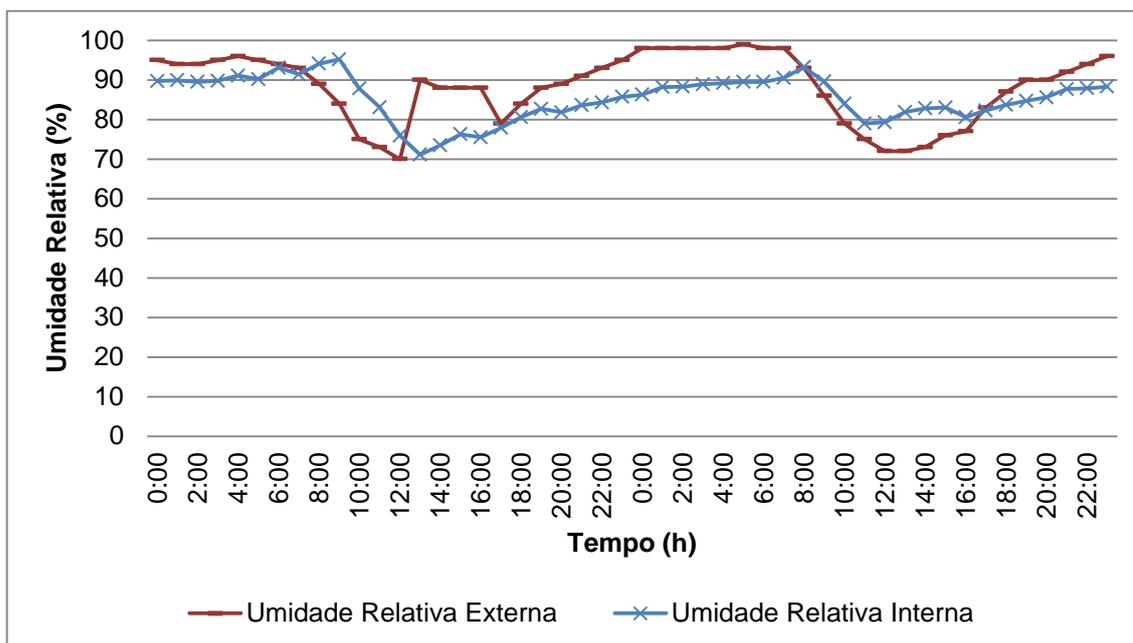
Figura 81 - Edificação C - Evolução temporal da temperatura do ar no período de verão – 01 e 02 de março de 2018



Observa-se que as temperaturas estão abaixo de 28°C e acima de 18°C. Típico de verão, os dias quentes são interrompidos por rápidas pancadas de chuvas capazes de diminuir as temperaturas por algumas horas no decorrer do dia. Esse fato pode ser observado no gráfico, em que as temperaturas externas têm uma queda por volta de 12 horas, voltando a subir após as 16 horas. Enquanto isso a temperatura interna aumenta e diminui de forma contínua, sem picos e nem quedas bruscas, e se mantém próxima das temperaturas externas na maior parte do tempo, apresentando diferença maior apenas no episódio de queda de temperatura ocorrido no dia 01, por volta de 12 horas como citado anteriormente. Nota-se que há atraso térmico de 2 e 3 horas aproximadamente no dia 01, já no dia 02 as temperaturas atingem as máximas no mesmo horário, às 12 horas.

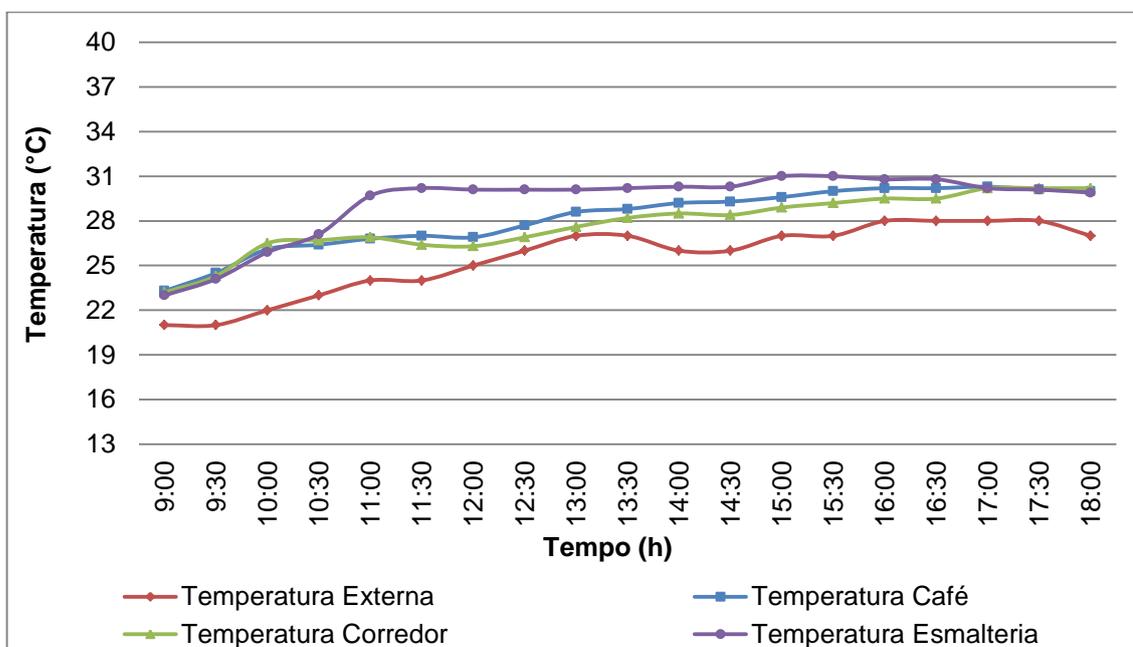
Na figura 82 apresenta-se o gráfico mostrando a variação da umidade relativa interna e externa ao longo desses dois dias na edificação C. Nota-se elevados os valores de umidade relativa do ar, estando a umidade externa entre 70% e 99% e a umidade interna entre 71% e 95%. É possível notar que a umidade externa que seguia diminuindo no decorrer do primeiro dia, tem um pico em torno de 12 horas, elevando-se, ao contrário do que ocorre com a temperatura, apresentada na figura 81 neste mesmo dia e horário.

Figura 82 - Edificação C - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período de verão – 01 e 02 de março de 2018



A avaliação de desempenho térmico no verão na Edificação D foi realizada no dia 16 de fevereiro de 2018. Na figura 83 apresenta-se o gráfico com a variação da temperatura interna e externa ao longo desse dia.

Figura 83 - Edificação D - Evolução temporal da temperatura do ar no período do verão – 16 de fevereiro de 2018

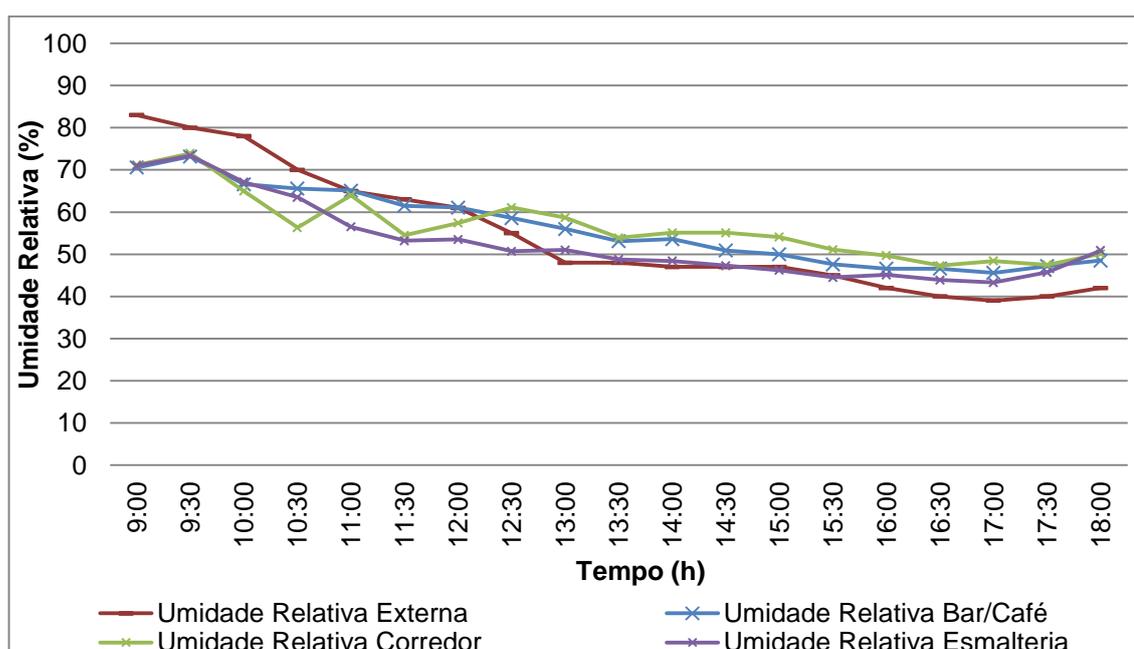


Observa-se que a temperatura externa permanece abaixo das temperaturas internas dos ambientes coletados. Assim como na primavera, o corredor apresenta

temperaturas internas menores, e a esmalteria (Figura 57) alcança as maiores temperaturas. Externamente a temperatura não ultrapassa 28°C, mas internamente, estão acima de 28°C na maior parte do período em estudo. Nota-se também, que entre 11 horas e 16 horas há pouca variação das temperaturas internas, elas se mantêm mais estáveis. A temperatura interna atinge sua máxima (31°C) às 15h, enquanto a externa atinge às 16 horas a máxima de 28°C.

Na figura 84 apresenta-se o gráfico de umidade relativa coletada simultaneamente. Neste período a umidade relativa dos ambientes internos se mantêm bem próximas, e vão diminuindo no decorrer do dia, com variação de 48% a 73%. A umidade relativa do corredor é menos estável, apresentando quedas seguidas até estabilizar e perder umidade aos poucos acompanhando os outros ambientes da edificação D. A umidade relativa do ar externo é mais alta no início da coleta de dados e vai diminuindo no decorrer do dia, ficando um pouco mais baixa que nos demais ambientes. Externamente a umidade relativa tem máxima de 83% e mínima de 39%. Internamente a umidade relativa tem máxima de 73% (em todos os ambientes ao mesmo tempo, logo no início das medições, quando as lojas haviam acabado de serem abertas) e mínima de 44%.

Figura 84 - Edificação D - Evolução temporal da umidade relativa do ar no período do verão – 16 de fevereiro de 2018



4.4. Avaliação Subjetiva dos Proprietários

4.4.1. Edificação A

No momento da entrevista, em 28 de outubro de 2017 a proprietária fazia uso de roupas leves (de verão). Segundo ela a sensação térmica era de um ambiente confortável (Tab. 9).

Tabela 9 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação A

Data e Hora	Temperatura Externa (°C)	Temperatura Interna (°C)
28/10/2017 – 13h:30min	22°C	24°C (Sala de Estar/TV)

Nestas condições de temperatura (Tab. 9) a proprietária consegue realizar as atividades normalmente. Considera uma circulação de ar suficiente, não necessitando de ventiladores. E de acordo com a proprietária não havia incidência solar no interior na edificação naquele momento.

O cômodo que considera mais agradável termicamente é o banheiro, e o menos agradável é a sala de estar, pois em dias em que “o sol está forte, este ambiente fica muito quente”. Quanto à iluminação da edificação, a entrevistada considera suficiente e usa na maior parte do tempo iluminação natural. Quanto aos ruídos, não se sente incomodada (a casa situa-se em um condomínio bastante calmo, não possuindo ruídos externos excessivos).

Segundo a proprietária, como medida para amenizar o calor em dias quentes, plantou árvores em torno da edificação. Quando atingirem tamanho suficiente para proporcionar sombra à casa, o clima interno se tornará mais fresco por filtrar grande parte da radiação que incide nas chapas externas dos contêineres.

4.4.2. Edificação B

No momento da entrevista, em 16 de fevereiro de 2018, a proprietária fazia uso de roupas leves (de verão) e segundo ela a sensação térmica era de um ambiente muito quente (Tab. 10).

Tabela 10 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação B

Data e Hora	Temperatura Externa (°C)	Temperatura Interna (°C)
16/02/2018 - 21 horas	25°C	27,8°C (sala de Estar/TV)

A proprietária considera uma circulação de ar boa dentro da edificação, porém acha necessário uso de ventiladores para melhorar o conforto térmico nas horas de temperaturas externas mais elevadas. Segundo ela, consegue realizar suas atividades normalmente sem sentir-se prejudicada pelas condições do ambiente térmico interno daquele momento (Tab. 10).

Durante grande parte do dia há incidência solar na sala. De acordo com a proprietária, o quarto de casal é o ambiente da casa mais agradável termicamente, por incidir pouca radiação solar e por ser bem ventilado.

Considera ótima a iluminação da casa e por isso faz uso de luz natural na maior parte do tempo. Não se sente prejudicada pelos ruídos externos nem internos vindos de outros cômodos. A casa situa-se em um condomínio bastante tranquilo, sem grandes ruídos externos.

Acredita que a edificação contêiner merece ser expandida sim, mas que precisa ser projetada e executada por profissionais capacitados para esse tipo de construção.

4.4.3. Edificação C

No momento da entrevista, em 9 de agosto de 2017, o proprietário fazia uso de roupas de frio leves (camisa de manga longa e calça). Segundo ele, a sensação térmica era de um ambiente confortável, permitindo realizar as atividades normalmente (Tab. 11).

Tabela 11 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação C

Data e Hora	Temperatura Externa (°C)	Temperatura Interna (°C)
09/08/2017 – 15h30min	24°C	24°C

Ele considera que na edificação há uma circulação de ar suficiente, não necessitando de ventiladores. Não há incidência solar direta no interior na

edificação, já que a edificação fica em meio a árvores de grande porte que a sombreiam ao longo do dia. Quanto a iluminação da edificação, o proprietário considera razoável e usa na maior parte do tempo iluminação natural. A edificação possui luminárias abastecidas por energia solar e lampião, e não são ligadas a rede de distribuição elétrica.

Quanto aos ruídos, como a edificação situa-se em uma área rural, não possui ruídos externos que perturbam, porém antes de colocar telhas ecológicas por cima do contêiner, em momentos de chuva forte, o ruído era intenso e perturbador, afirma o proprietário.

Em épocas de temperaturas mais baixas, segundo o proprietário, há sensação de frio à noite no interior do contêiner. Isso ocorre pela falta de incidência solar para aquecer a caixa de aço ao longo do dia e também pelo aço se caracterizar como excelente condutor térmico, então em dias frios, se não tiver revestimentos com materiais para proteção térmica perde calor rapidamente.

4.4.4. Edificação D

No momento da entrevista, em 11 de agosto de 2017, o proprietário fazia uso de roupas leves de verão e considerava a temperatura interna ligeiramente quente, mas conseguia realizar suas atividades normalmente nessas condições climáticas (Tab. 12).

Tabela 12 - Data e características climáticas do dia de aplicação do questionário - Edificação D

Data e Hora	Temperatura Externa (°C)	Temperatura Interna (°C)
11/08/2017 – 15h	26°C	25,6°C (Bar/café)

Segundo o proprietário há uma boa circulação do ar na edificação, não necessitando de uso de ventiladores para melhorar seu conforto térmico. Segundo ele, há incidência solar no interior da edificação em um período do dia.

O ambiente com melhor temperatura, de acordo com ele, é o bar/café, e os menos agradáveis termicamente são a sapataria e a boutique (Fig. 54). A sapataria por não ter janela e a Boutique por ter isolado a janela existente (revestiu toda a parede com drywall), elas dependem de ar condicionado praticamente todo o tempo de uso.

Considera a iluminação ótima, mas utiliza na maior parte do tempo iluminação artificial. Avalia a edificação como agradável acusticamente, pois os ruídos internos e externos não o perturbam.

Além do proprietário, funcionários e clientes presentes no dia da pesquisa de campo responderam aos questionários sobre satisfação quanto ao edifício e ao conforto ambiental (Apêndice D).

5 CONCLUSÕES

5.1 Considerações Finais

Busca-se nestes estudos de casos de edificações contêineres avaliar como as edificações se comportam perante o clima em que são submetidas, como os usuários avaliam esse tipo de edificação (desde ao conforto térmico a questões estéticas) e a aplicabilidade de diferentes materiais em suas construções, bem como as interferências que estes proporcionam na qualidade ambiental.

As dificuldades desta pesquisa ocorrem na aceitação dos proprietários em participar da pesquisa, incluindo permissão para visitas, instalação de equipamentos para monitoramento de parâmetros térmicos e preenchimento de questionários. Outro fator que dificulta o estudo é a disponibilidade dos proprietários para instalar os equipamentos em dias que coincida com o tempo favorável as medições.

Por meio das entrevistas e questionários aplicados, conclui-se que os principais motivadores para a escolha desse tipo de construção, referem-se ao curto tempo de obra e baixo custo (comparado a uma edificação de mesmo padrão construída em alvenaria). Com as entrevistas também pode-se perceber que os proprietários que contrataram mão de obra especializada em construções contêineres estão mais satisfeitos com o resultado final da edificação, considerando vantajoso esse tipo de construção, já a edificação que não recebeu acompanhamento de profissional qualificado para habitações em contêineres resultou em obra demorada, alto preço e patologias construtivas. Nota-se que a maior desvantagem desse tipo de edificação está relacionada ao conforto térmico, já que nas entrevistas e questionários muitos relataram as altas temperaturas em épocas de calor.

Quanto a avaliação técnica, nota-se que nas edificações em geral, houve preocupação quanto a implantação, aproveitando a ventilação natural e sombreando fachadas muito expostas à radiação, exceto a edificação B, que necessita de sombreamento na fachada norte que é composta por vidros, para melhorar o conforto térmico no interior da sala de TV, que se eleva muito durante as tardes, como pôde ser visto nos gráficos nas quais se mostra a evolução temporal das temperaturas do ar.

Ainda sobre a avaliação técnica percebe-se que as edificações contêineres permitem uso de uma infinidade de materiais, permitindo manter a linguagem industrial e rústica que os contêineres conferem (deixando as chapas de aço à mostra) ou dando a ela uma linguagem clássica e luxuosa revestindo todas as chapas de aço e o piso com os mais diversos materiais (como porcelanatos, laminados de madeira, papéis de parede, etc). Desta forma as instalações elétricas e hidráulicas podem ser aparentes ou embutidas, ficando a cargo da linguagem que se quer dar a edificação. As fundações podem ser das mais diversas, assim como uma edificação convencional (em alvenaria), sendo influenciada pelo tipo de solo e/ou porte da edificação, ou pela intenção de se ter uma edificação permanente ou efêmera.

Os cortes e acoplamentos são os pontos mais delicados de uma edificação contêiner, e requerem habilidades e equipamentos propícios. Na maioria das vezes os cortes são realizados à plasma, e podem ser realizados na fábrica ou *in loco*. Já os acoplamentos, se não encaixados e vedados de maneira correta podem ocasionar infiltrações, como ocorreu na edificação B. É importante também ter constantes cuidados com a pintura, com retoques sempre que achar necessário, para evitar corrosão do aço devido estar exposto as intempéries.

Contratando profissionais capacitados as edificações contêineres têm tudo para tornarem estruturas duráveis e sem patologias. Apesar de todas as vantagens, o aço como um excelente condutor térmico, exige que as edificações contêineres recebam materiais isolantes térmicos, para que se consiga conforto térmico. Esses isolantes são importantes tanto para regiões muito frias quanto para as quentes, sendo este último o caso das edificações em estudo.

As medições de temperatura das superfícies internas e externas mostram as diferenças que as superfícies podem alcançar com tratamentos térmicos. Como exemplo a edificação A em que a face superior com tinta térmica branca por cima da chapa de aço do contêiner alcançou 40°C, e em ponto próximo, na lateral, com tinta escura a temperatura da superfície chega à 66,6°C.

Também pode ser notado a importância dos materiais isolantes térmicos aplicados tanto no fechamento externo quanto no fechamento interno. Na edificação A,

enquanto a chapa externa alcança aproximadamente 60°C no momento de medição, internamente, com revestimentos em placas de drywall e chapas de 3TC, a temperatura atinge 31°C. Essa diferença acaba se transferindo para a temperatura do ar, que certamente seria mais alta se não houvesse proteção térmica interna. Este material, se aplicado em todas as faces internas das demais edificações, auxiliariam na melhoria do desempenho térmico.

Além dos materiais isolantes térmicos, são vários os meios de melhorar a temperatura interna das edificações, como por exemplo sombreamento das chapas, por meio de cobertura acima da edificação ou varandas cobertas, 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.

Por meio dos gráficos apresentando a evolução temporal das temperaturas externas e internas pode-se perceber ainda melhor as diferenças entre as edificações. Percebe-se que a edificação A possui maiores amplitudes térmicas que a edificação B, e que algumas vezes atinge temperaturas bem mais altas. Esse comportamento térmico da edificação A pode ser melhorado com a adição de cobertura sobre a edificação e pintura das chapas externas em cores mais claras, para melhorar a refletância da radiação solar. A proprietária plantou árvores no entorno e quando alcançarem tamanhos suficientes para sombrear a edificação também ajudarão a diminuir as temperaturas internas.

A edificação B apresenta as temperaturas internas e externas próximas no período de inverno, certamente a cobertura adicional, o isolamento térmico em parte da fachada norte e a ventilação eficiente podem ter permitido que a temperatura interna acompanhe a externa sem apresentar picos neste período. Já na primavera e no verão, as temperaturas internas se elevam bastante em relação a externa, diferente do que aconteceu no período do inverno, destaca-se aumento principalmente na suíte 3. Essa diferença de comportamento do período de verão pode ser explicado pela orientação solar, onde a trajetória do sol muda com o decorrer do ano. No verão o sol incide em posição mais alta (como pôde ser observado nas cartas solares, nas figuras 41 e 42), e no inverno o sol cumpre sua trajetória com ângulos de altura solar mais baixo. Por haver placas de proteção térmica apenas na fachada norte, as

demais fachadas recebem sol nas chapas sem nenhum material isolante térmico, aumentando então a temperatura interna.

A edificação C apresenta temperaturas internas e externas muito próximas, o ambiente interno acompanha o externo devido a edificação não possuir materiais com isolantes térmicos e pela edificação ser toda envolvida por vegetações de grande porte que sombreiam ao longo do dia. As características de alta condutibilidade térmica do aço são o que caracteriza o desempenho térmico dessa edificação. Se a temperatura externa se eleva, a interna também se eleva, se a temperatura externa cai, a interna diminui na mesma proporção. Como a edificação é sombreada por árvores não terá temperaturas excessivas ocasionadas pela incidência da radiação solar, como ocorre nas edificações A, B e D, porém em dias de muito frio, a temperatura tende a cair muito, pelo fato de não possuir isolantes térmicos que dificultem a perda da temperatura, e esse fato é tão preocupante quanto as altas temperaturas. A vantagem é que a edificação está inserida em um local com climas não tão frios, mesmo no inverno predominam as temperaturas mais amenas, sendo poucos os dias de inverno rigoroso.

A edificação D possui cada ambiente com materiais diferentes, e o desempenho térmico de cada ambiente coletado se comporta de forma distinta. Como pode ser observado, o corredor (Fig. 57) apresenta as menores temperaturas. Ele situa-se no meio da edificação e não possui proximidade com as chapas de aço externas. Por isso demora mais para a temperatura deste ambiente subir. Nele, as paredes são revestidas com drywall, há placas de 3TC entre a cobertura de telha semi-sanduíche (assim como toda a edificação) e o piso é de madeira laminada. A esmateria (Fig. 57) apresentou as maiores temperaturas. Além de ser um espaço pequeno, facilitando o aquecimento por condução de calor, ela não possui nenhum material com propriedades de isolamento térmico. Está voltada para o leste, e recebe o sol da manhã, se aquecendo ao longo do dia. Tem sua paredes internas revestidas de compensado de madeira e divisórias em drywall, e o piso é revestido de cerâmica.

Já o bar/café apresenta as temperaturas medianas entre os três ambientes analisados, porém torna-se desconfortável em dias quentes, segundo os usuários em entrevistas. O uso de ar condicionado acontece com frequência nos fins de tarde, quando as temperaturas internas são mais altas. Apenas nos dias de

pesquisa ele não foi ligado, para que não interferisse nos resultados. O bar/café não possui revestimentos nas paredes internas, e o piso utilizado é original do contêiner, o compensado naval. Segundo alguns usuários, este piso, por localizar-se em pavimento superior, apresenta vibração quando as pessoas circulam por ele, causando incomodo. Nos demais ambientes do edifício, por terem sido usado outros tipos de pisos assentados por cima do piso original, perdeu-se essa vibração ocorrida no bar/café.

Com este trabalho pode-se concluir o quanto as edificações em contêineres são complexas apesar de aparentarem simplicidade de construção ocasionada pelas caixas moduladas. As edificações contêineres precisam de um projeto que estude minuciosamente o clima e características do terreno a ser implantado de forma coerente. Necessita também que sejam especificados os materiais propícios para evitar situações que sejam desfavoráveis a edificação, como instabilidade térmica (excessivamente quente ou excessivamente fria), vibração do piso, etc. 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.

Considerando o crescente uso de edificações contêineres em todo o país, é de suma importância que os resultados aqui obtidos sejam divulgados e mais pesquisas voltadas para essa tipologia de construção sejam desenvolvidas, para que se tenham cada vez menos erros de execução por falta de informação e regulamentações para as edificações em contêineres marítimos.

5.2 Sugestões

Neste trabalho foram estudadas quatro edificações contêineres com características distintas, envolvendo pesquisa de satisfação dos usuários, avaliação técnica e desempenho térmico. Para continuação dos estudos em edificações contêineres sugere-se:

- Estudo das edificações A e B envolvendo os dados climáticos coletados e não utilizados nesta dissertação, como temperatura de globo e velocidade do ar.
- Estudo de duas edificações vizinhas, sendo uma construída em alvenaria e outra construída em contêiner, para verificar a diferença de desempenho

térmico entre as duas tipologias de construção em uma mesma condição climática.

- Estudo de diferentes materiais de fechamento com propriedades termoacústica mais eficazes para aumentar a qualidade interna das edificações contêineres em função da condição climática local e do entorno.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 668**: Contêineres Série 1: classificação, dimensões e capacidades. Rio de Janeiro, 2000. 68 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5943**: Contêiner: tipos. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148p.

ABRATEC - Associação Brasileira de Terminais de Contêineres Públicos. **Estatísticas**. 2018. Disponível em: <<http://www.abratec-terminais.org.br/estatisticas>>. Acesso em: 27 mar. 2018

AHLBORN. **Manual for all ALMENO measuring instruments**. 2003, version 5, 4th revised edition. Publisher: Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Holzkirchen, Germany, 2003.

AMARANTE, O. A. C.; SILVA, F. J. L.; ANDRADE, P. E. P. **Atlas eólico**: Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: Cemig, 2010. 84p. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/atlas%20eolico%20MG.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

APM Terminals, Lifting Global Trade. **Dimensões de Containers**. 2017. Disponível em <<http://cis.apmterminals.com.br/dimensoes.php>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

ARQUIVO NOVO MILÊNIO. **Contêiner, container, contentor, contenedor...** 2007. Disponível em <<http://www.novomilenio.inf.br/porto/conteim.htm>>. Acesso em: 21 de nov. 2016.

BASTOS, M. A. R.; SOUZA, H. A. Da necessidade de informação e conhecimento para um consumo consciente: a visão crítica de usuários de edificações que incorporam técnicas e componentes construtivos inovadores. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 5, 2007, Ouro Preto - MG. **Anais IX Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído-ENCAC 2007**, Ouro Preto, 2007.

BONAFÉ, G. **Container é estrutura sustentável e econômica para construção civil**. 2017. Disponível em:< http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/container-e-estrutura-sustentavel-e-economica-para-construcao-civil_9793_10_0>. Acesso em: 21 mar. 2017.

CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres ISO na arquitetura: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil**. 2015. 196f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

CASA e decoração. **Arquiteta traz ao Brasil o conceito de casa-contêiner**. 2017. Disponível em: <<https://vidaestilo.terra.com.br/casa-e-decoracao/arquiteta-traz-ao-brasil-o-conceito-de-casa-conteiner,d9817b2905bda310VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

CBC, Câmara **Brasileira de Contêineres, Transporte Ferroviário e Multimodal**. 2013. Disponível em: <<http://www.cbcconteiner.org/cbc/>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

CBF, Cargo. **Containers Marítimos**. 2015. Disponível em: <<http://cbfcargo.com/containeres-maritimos.html>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

CHERMONT, L. **Escolas de Lata**. 2006. Disponível em: <<https://chermontlopolis.wordpress.com/2006/10/09/escolas-de-lata>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

CONTAINER City: **Um novo conceito em arquitetura sustentável**. 2017. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

EARTH, Google. Version: 7.1.8.3036 (32-bit). 2017. Lagoa Santa - MG. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

ECYCLE. **Brasileiro produz meia tonelada de resíduo na construção civil por ano**. 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 mai. 2017.

ECOPEX. **A verdadeira madeira de lei**. 2017. Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/madeira-plastica/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

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

FASANO, E. **Centro Educacional Unificado, Contraposição à pedagogia de Lata**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Metodista de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://ibict.metodista.br/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=99>. Acesso em: 22 dez. 2016.

FIGUEROLA, V. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas**. 2013. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/201/contenineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcao-de-302572-1.aspx>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

FORMARE metais. Telha Termoacústica semi-sanduíche. 2018. Disponível em: <http://www.formaremetais.com.br/telha_termoacustica_semi_sanduche>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GALERIA da Arquitetura. Estúdio Penha. 2016. Disponível em: <<https://www.galeriadaarquitetura.com.br/escritorio-de-arquitetura/a-p/estudio-penha/141495/>> Acesso em: 12 ago. 2017.

GASPERINI, G. C. **Contexto e Tecnologia**. O projeto como Pesquisa Contemporânea em Arquitetura. Tese de livre docência. São Paulo FAUUSP. 1988. Documento não paginado.

GONÇALVES, W. Legalize it. **Revista Verso Anverso, Containers**. Belo Horizonte. Ano 1. n.1. Julho de 2015, Disponível em: <http://issuu.com/tudoedesign/docs/revista_versoanverso_construir_1>. Acesso em: 20 dez. 2016.

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

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 830**: *freight containers: vocabulary*. Geneva, 1999.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **ISO 668** - Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings. Geneva, 2003.

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

KOTNIK, J. **Container Architecture**. Barcelona: Links, 2008. 253 p.

LOGISTICS **Hall of Fame. Mc Lean**, 2017 Disponível em: <<http://www.logisticshalloffame.net/en/members/malcom-mclean>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

LONDON: **Container Capital**. 2015. Disponível em: <<http://www.insider-london.co.uk/london-container-capital/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

MOBILE **Dwelling Unit**. 2017. Disponível em: <<http://www.lot-ek.com/MDU-Mobile-Dwelling-Unit>>. Acesso em: 20 fev.2017.

MATA, P. **Sustentabilidade e Eficiência Energética**. Construir Casa Design, 2016. Disponível em: <<http://www.construircasadesign.com/sustentabilidade-e-eficiencia-energetica/>>. Acesso em: 08 fev.2017

NANOTHERMIC 1. **Revestimento térmico (tinta térmica) com nanotecnologia**. 2018. Disponível em: <<http://www.nanothermic1.com.br/>>. Acesso em: 5 fev. 2018

PÁDUA, M. F. Container que Contém Conteúdo. **Revista Verso Anverso, Containers**. Belo Horizonte. Ano 1. n.1. Julho de 2015. Disponível em: <http://issuu.com/tudoedesign/docs/revista_versoanverso_construir_1>. Acesso em: 21 dez. 2016.

PORTENHO Images. **O container Club**. Youtube, 6 mai. de 2017. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=NN5q-8U0ErM>>. Acesso em: 25 out. 2017.

PROEFROCK, P. **Holyoke Cabin is a Beautiful Shipping Container Home**. Inhabitare, 2010. Disponível em: <<http://inhabitat.com/holyoke-cabin-is-a-beautiful-shipping-container-home/holyoke-cabi-2/>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

PROJETO Casa Container. **Cidades e Soluções**. Globo News. 2015. Disponível em: <<http://containerbox.com.br/site/projeto-casa-container-no-programa-cidades-e-solucoes-da-globo-news/>> Acesso em: 23 dez. 2016.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificações**. 2 ed. São Paulo. Érica, 2012.

SANTOS, J. C. **O transporte marítimo internacional**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 1982.

SANTOS de antigamente. Chegam os contêineres, 1970-90. 2003. Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0160c.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

SGA. Sean Godsell Architects. **Future Shack**. 2017. Disponível em: <<http://www.seangodsell.com/future-shack>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

SCHIMID, A. L. **A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SLAWIK, H; et al. **Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture**. Berlin: Gestalten, 2010.

SOCRATES, N. **Shipping Container Architecture Booklet**. 2012. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/100148797/Shipping-Container-Architecture-Booklet-pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

TAVARES, K. **Cresce no país o uso de contêineres na construção de casas**. O Globo. 2012. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/imoveis/cresce-no-pais-uso-de-conteneres-na-construcao-de-casas-4071259>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

TETRIS, Container Hostel. **Um Hostel Sustentável**. 2017. Disponível em: <<http://tetrishostel.com.br/tetris/>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

VALADARES, R. Uma árvore genealógica do Container. **Revista Verso Anverso, Containers**. Belo Horizonte. Ano 1. n.1. Julho de 2015. Disponível em: <http://issuu.com/tudoedesign/docs/revista_versoanverso_construir_1>. Acesso em: 05 de jan. 2016.

VIANA, K. Global: O mundo, a cidade e o container. Uma peça lego à escala humana. **Revista Verso Anverso, Containers**. Belo Horizonte. Ano 1. n.1. Julho de 2015. Disponível em: <http://issuu.com/tudoedesign/docs/revista_versoanverso_construir_1>. Acesso em: 20 de dez. 2016.

WEATHER Channel. **Santa Rita de Ouro Preto**. 2018. Disponível em: <<https://weather.com/pt-BR/clima/10dias//Santa+Rita+de+Ouro+Preto+MG+BRMG2014:1:BR>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

WEATHER underground. **Brazil**. 2018. Disponível em: <<https://www.wunderground.com/history>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

XAVIER, M. M. **Cidade universitária de containers**. 2013. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2013/09/17/cidade-universitaria-de-containers/>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

XAVIER, M. M. **Moradia estudantil em container**. 2014. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2014/12/18/moradia-estudantil-em-container/>>. Acesso em: 08 fev. 2017.

XAVIER, M. M. **Construir Casa Design: a mostra em container que está rolando em MG**. Lagoa Santa. 2015a. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/07/13/construir-casa-design-a-mostra-em-container-que-esta-rolando-em-mg/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

XAVIER, M. M. **Uma mansão em container no Canadá**. 2015b. Disponível em: <<http://minhacasacontainer.com/2015/08/31/uma-mansao-em-container-no-canada/>>. Acesso em: 20 de fev. 2017.

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 de fevereiro de 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 de janeiro de 2017.

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

APÊNDICE A - Roteiro de questionário para entrevistas

Os questionários foram submetidos e aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Ouro Preto, via Plataforma Brasil, com número de CAAE: 69913817.1.0000.5150. São três tipos de questionários. Um aplicado aos usuários da edificação comercial a respeito da percepção do ambiente, e dois tipos aplicados aos proprietários das edificações, sendo um deles sobre sua opinião a cerca da edificação contêiner e outro a respeito da percepção do ambiente. As perguntas foram elaboradas visando esclarecer as escolhas para o projeto, as sensações e satisfações com o ambiente edificado e o conforto ambiental dos entrevistados enquanto realizem suas atividades no edifício. Os formulários são entregues aos usuários do edifício e após alguns minutos do início do preenchimento, eles são recolhidos. Os dados de temperaturas e umidade são coletados ao longo do dia.

QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE – Edifício Comercial

1) Edifício: _____ Data: _____ Hora: _____

2) Dados do usuário: Sexo: ()Fem. ()Masc.

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____

3) Qual frequência visita o espaço?

() diariamente () semanalmente () Ocasionalmente () Primeira vez

4) Marque com um “x” o número correspondente ao seu grau de satisfação em cada item apresentado a seguir:

(1) Baixa (2) Média (3) Alta

Satisfação com a estética do edifício (estilo arquitetônico)? (1) (2) (3)

Satisfação com o acesso ao edifício? (1) (2) (3)

Satisfação com a manutenção do edifício? (1) (2) (3)

Satisfação com os espaços internos (divisão dos espaços) (1) (2) (3)

Satisfação quanto a segurança que o edifício transmite (1) (2) (3)

Satisfação quanto à acessibilidade aos portadores de necessidades especiais no edifício (1) (2) (3)

5) Tipos de roupa que está usando no momento:

() Roupas leves () Roupas de frio, porém leves () Roupas de frio, pesadas

6) Qual é a sua sensação térmica em relação ao ambiente interno do edifício neste momento:

() Muito quente () Quente () Ligeiramente quente

() Confortável

() Ligeiramente frio

() Frio

() Muito frio

7) Nessas condições do clima interno, você:

- Consegue realizar suas atividades normalmente
 Sua atividade fica prejudicada pelo desconforto térmico

8) Qual a sensação em relação ao movimento do ar no lugar em que você está:

- Muito parado Um pouco parado
 Boa circulação Um pouco rápido Muito rápido

9) Você vê a necessidade de ventiladores, no ambiente interno, para melhorar seu conforto térmico:

- Sim Não

10) Marque abaixo se alguma das sensações listadas ocorreu na última hora dentro do edifício:

- Impaciência devida ao desconforto térmico
 Dificuldade de prestar atenção devida ao desconforto térmico
 Sonolência devida ao desconforto térmico
 Sede
 Secura nas mucosas da boca, nariz ou garganta
 Calafrios

11) Há incidência solar direta no edifício durante o período de uso:

- Sim Não

12) Como você considera a iluminação da edificação:

- Ótima Razoável Péssima

13) Na maioria das vezes, utiliza-se iluminação:

- Natural Artificial

14) Em relação ao ruído proveniente de fora do edifício:

- Não perturba Incomoda Incomoda muito

15) Em relação ao ruído proveniente de dentro dos outros espaços do edifício:

- Não perturba Incomoda Incomoda muito

16) Você está satisfeito com o ambiente térmico neste momento:

- Sim Não

17) Você acha que esse seria um ambiente térmico aceitável para estar todos os dias:

- Sim Não

18) Você acha que as edificações em contêineres merecem ser expandidas?

- Sim Não

QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE – Edificações Residenciais

1) Edifício: _____ Data: _____ Hora: _____

2) Dados do usuário: Sexo: ()Fem. ()Masc. Idade: _____

3) Tipos de roupa que está usando no momento:

- () Roupas leves (roupas de verão)
- () Roupas de frio, porém leves (camisa manga longa e/ou casaco e calça)
- () Roupas de frio, pesadas (casaco pesado, calça)

4) Qual é a sua sensação térmica em relação ao ambiente interno do edifício neste momento:

- ()Muito quente ()Quente ()Ligeiramente quente
- ()Confortável
- ()Ligeiramente frio ()Frio ()Muito frio

5) Nessas condições do clima interno, você:

- ()Consegue realizar suas atividades normalmente
- ()Suas atividades ficam prejudicadas pelo desconforto térmico

6) Qual a sensação em relação ao movimento do ar no lugar em que você está:

- ()Muito parado ()Um pouco parado
- ()Boa circulação ()Um pouco rápido ()Muito rápido

7) Você vê a necessidade de ventiladores, no ambiente interno, para melhorar seu conforto térmico:

- ()Sim ()Não

08) Marque abaixo se alguma das sensações listadas ocorreu na última hora dentro do edifício:

- ()Impaciência devida ao desconforto térmico
- ()Dificuldade de prestar atenção devida ao desconforto térmico
- ()Sonolência devida ao desconforto térmico
- ()Sede
- ()Secura nas mucosas da boca, nariz ou garganta
- ()Calafrios

09) Há incidência solar direta no interior do edifício durante algum período do dia: ()Sim ()Não

10) Você está satisfeito com o ambiente térmico neste momento: ()Sim ()Não

11) Qual cômodo você considera mais agradável termicamente? Por que?

12) Qual cômodo você considera menos agradável termicamente? Por que?

13) Como você considera a iluminação da edificação:

Ótima Razoável Péssima

14) Na maioria das vezes, utiliza-se iluminação:

Natural Artificial

15) Em relação ao ruído proveniente de fora do edifício:

Não perturba Incomoda Incomoda muito

16) Em relação ao ruído proveniente de dentro dos outros espaços do edifício:

Não perturba Incomoda Incomoda muito

17) Você acha que as edificações em contêineres merecem ser expandidas?

Sim Não

18) Você teria algum comentário adicional sobre este tipo de construção?

QUESTIONÁRIO – PROPRIETÁRIOS

Edifício _____

1) Qual foi o principal motivo para escolher construir uma edificação contêiner?

- Estética Sustentabilidade Rapidez de Execução Baixo Custo
 Flexibilidade devido a modularidade Outro _____

2) Essa escolha:

- Partiu de você Sugestão de um profissional da área

3) Quanto ao projetista, trata-se de um:

- Arquiteto Engenheiro Civil Outro _____

4) Quanto à mão de obra para execução do projeto:

- Fácil Encontrar Tive dificuldades

5) Qual a maior vantagem que você considera ter uma edificação contêiner?

6) Qual a maior desvantagem?

7) Considera que houve redução de custos se comparado ao que gastaria em uma obra convencional (alvenaria)?

- Sim Não

8) Considera que houve menor desperdício de materiais, comparado à uma obra convencional (alvenaria)?

- Sim Não

9) Existe a necessidade de manutenção frequente?

- Não Sim, qual?

10) Você acha que as edificações em contêineres merecem ser expandidas?

- Sim Não

11) Você teria algum comentário adicional sobre este tipo de construção?

APÊNDICE B – Avaliação Técnica

Apresenta-se neste apêndice as fotos e informações complementares da tabela 8 de avaliação técnica.

B.1 Cobertura

a) Edificação A

Nas varandas são usadas coberturas de policarbonato incolor sobre estrutura em aço. A varanda voltada para o norte recebe abaixo do policarbonado uma forração em bambu (Fig. B.1). Enquanto a fachada voltada para o sul, abaixo do policarbonato tem instalado forro de PVC branco (Fig. B.2).

Figura B.1 – Cobertura com bambu, varanda norte, edificação A, Edificação A

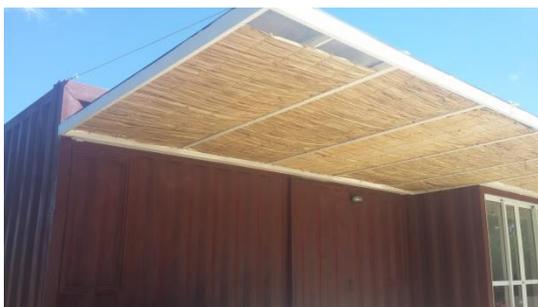


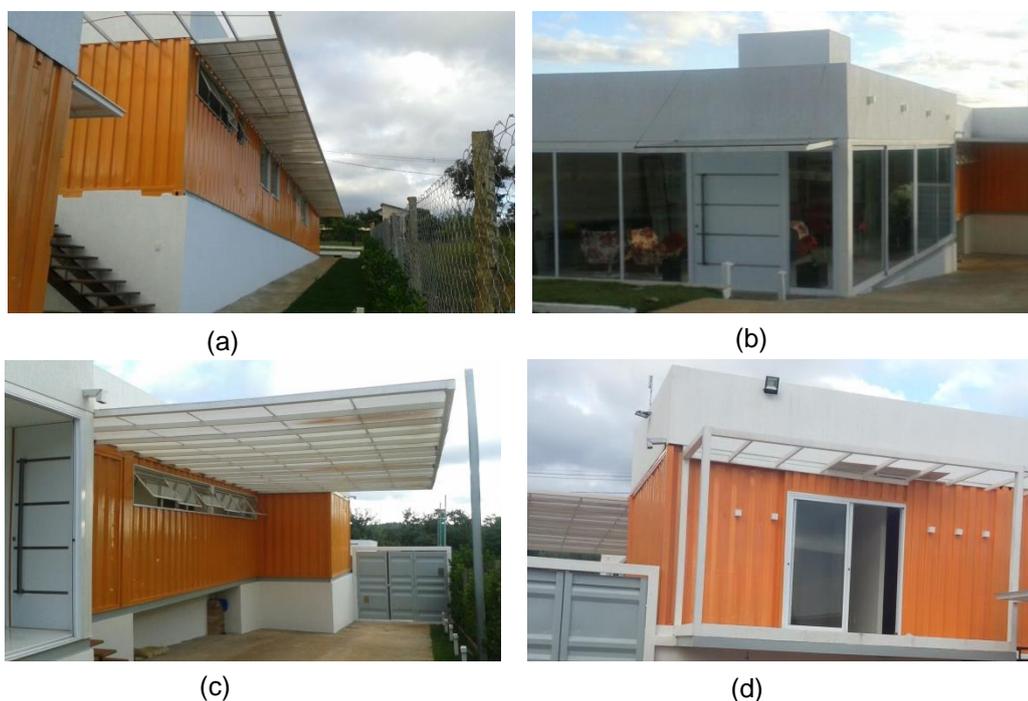
Figura B.2 - Cobertura com PVC, varanda sul da edificação A



b) Edificação B

As coberturas de policarbonato em estrutura em aço são instaladas na fachada sul, em frente a porta de entrada e na garagem, já no quarto com varanda, existe uma estrutura pronta, a espera da instalação do policarbonato (Fig. B.3).

Figura B.3 - Coberturas adicionais, Edificação B: a) fachada sul; b) cobertura acima da porta de entrada, fachada leste; c) cobertura da garagem (fachada norte); d) Estrutura para cobertura da varanda dos fundos (fachada oeste)



c) Edificação C

A cobertura da edificação C foi apresentada no quadro de resumo da avaliação técnica.

d) Edificação D

Durante a pesquisa, em novembro de 2017, são acrescentadas coberturas em policarbonato em toda a parte frontal da edificação, e uma outra pequena cobertura na parte posterior, onde dá acesso à entrada do pavimento superior (Fig. B.4)

Figura B.4 - Coberturas instaladas posteriormente na edificação D: a) Cobertura Frontal; b) Cobertura de acesso ao pavimento superior.



(a)



(b)

B.2 Paredes Externas

a) Edificação D

Externamente, a Edificação D deixa à mostra as chapas de aço corten da edificação. Para proteger da oxidação e da radiação solar, toda a edificação recebe tinta branca de nanopolímeros, conforme apresentado na figura B.5. Essa tinta possui micropartículas cerâmicas, mantendo as temperaturas mais estáveis, dificultando ganho e perda de calor da superfície (NANOTHERMIC..., 2018).

Figura B.5 - Paredes externas em tinta branca, Edificação D



Posteriormente, no mês de outubro, a fachada sul da edificação recebeu uma nova camada de tinta, com fins estéticos. Desta vez em coloração dourada e sem propriedades térmicas, já que nessa fachada há também, no mesmo período, a

instalação de cobertura de policarbonato para proteger da radiação solar direta (Fig. B.6).

Figura B.6 - Paredes externas da fachada sul com tinta dourada, Edificação D

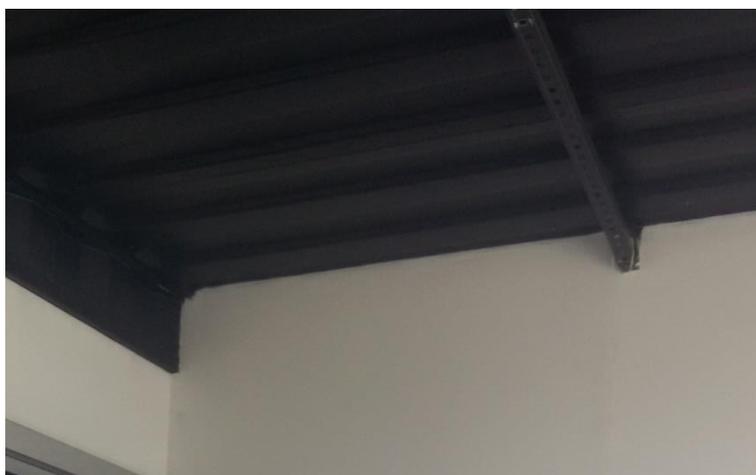


B.3 Forro

a) Edificação D

Devido aos primeiros usos ser mostras de Casas Contêiner, existe uma grande variedade de forros utilizados nessa edificação. Desde partes onde não há forrações e a chapa do contêiner está aparente, com tintas em cores diversas, à forro em madeira, tecido e em gesso (Fig.B.7).

Figura B.7 - Edificação D: a) Teto em chapa do contêiner aparente; b) forração em tecido; c) forração em transpassados de peças de madeira; d) forro em madeira; e) forro em gesso



(a)



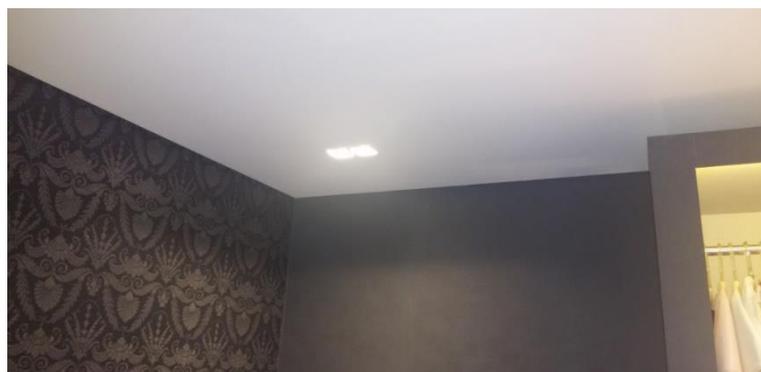
(b)



(c)



(d)



(e)

B.4 Paredes internas

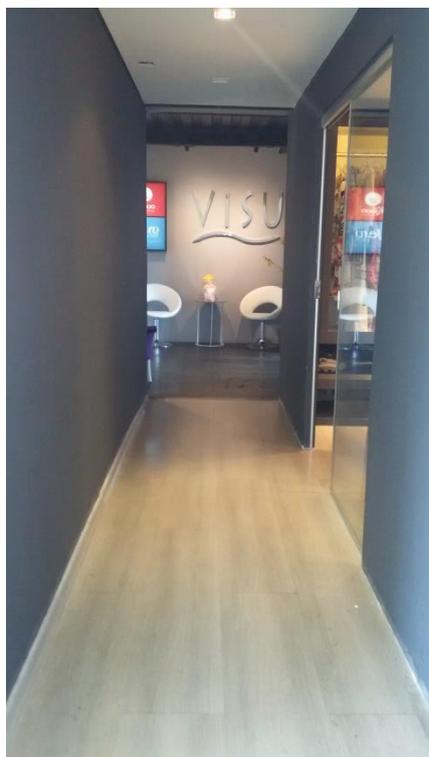
a) Edificação D

Grande variedade em materiais, desde a chapa original do contêiner aparente, à paredes em drywall com acabamentos em pintura, papel de parede e porcelanatos, como mostrado na figura B.8.

Figura B.8 - Paredes internas edificação D: a) chapa do contêiner e drywall; b) revestimentos em drywall; c) revestimento em porcelanato



(a)



(b)



(c)

B.5 Pisos

a) Edificação D

Assim como as demais partes da edificação, o piso também possui grande variedade de acabamentos. Em alguns ambientes mantêm o piso de compensado naval original, em outros ambientes fazem uso de revestimentos cerâmicos, porcelanato e pisos laminados em madeira, como pode ser observado na figura B.9.

Figura B.9 - Pisos edificação D: a) Piso em porcelanato; b) Piso em madeira e cimento queimado; c) Piso em laminado de madeira; d) Piso em compensado naval original do contêiner, no Café



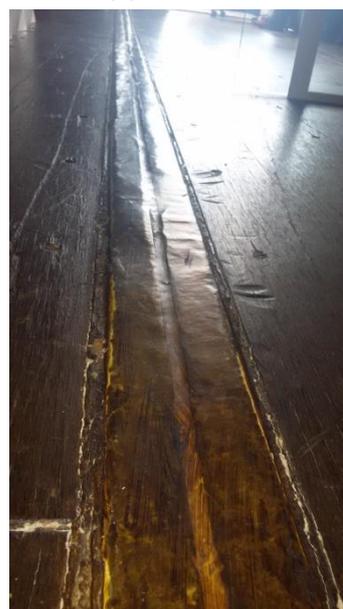
(a)



(b)



(c)



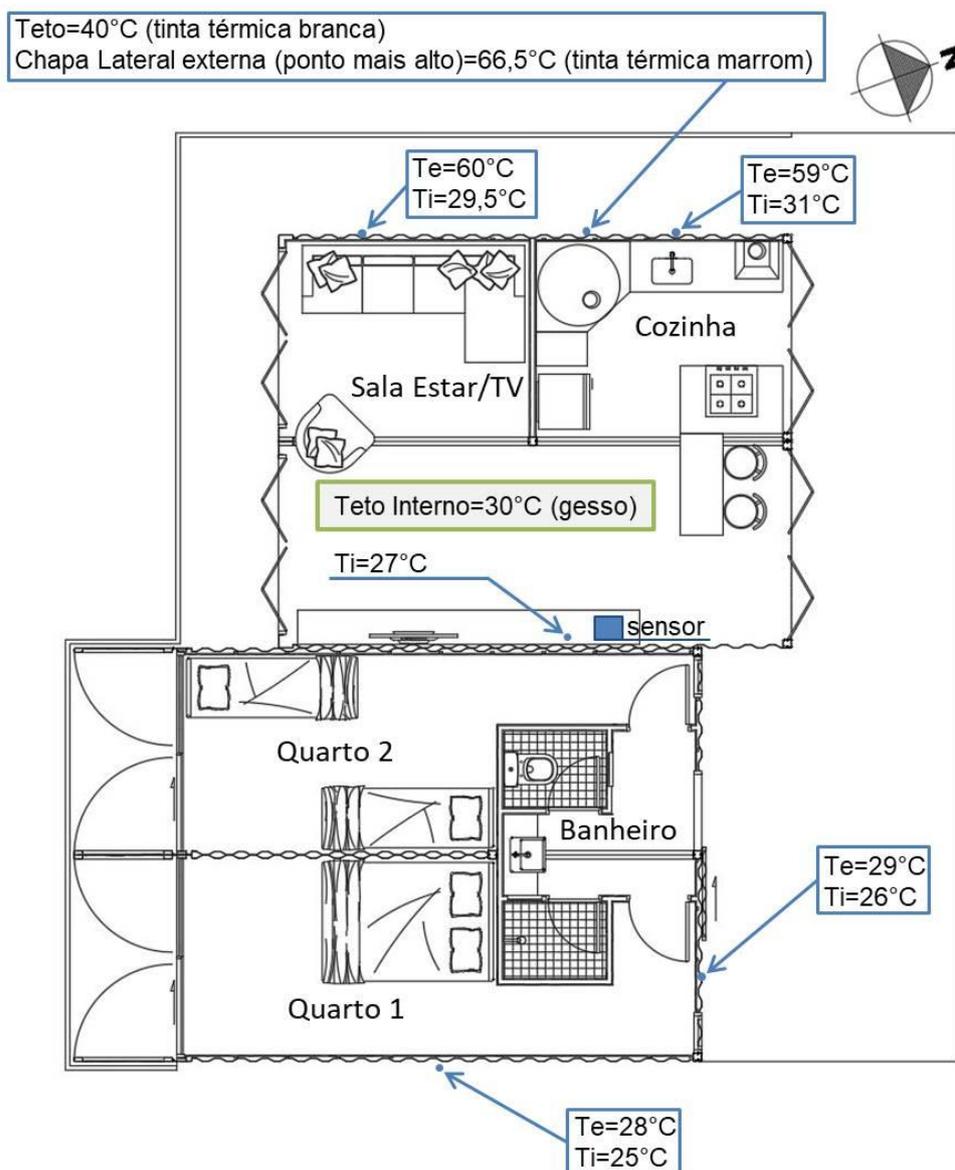
(d)

APÊNDICE C – Medição de Temperatura de Superfícies

C1. Edificação A

A medição de superfície externa da Edificação A acontece dia 24 de julho de 2017, às 11 horas e 30 minutos. Neste dia e horário o sol está localizado mais próximo da direção norte, e da zenite (o ponto mais alto que o sol pode chegar em relação a linha do horizonte). Nesse momento a temperatura do ar é de 22°C (dados da estação meteorológica de Lagoa Santa) e internamente a temperatura do ar é de 28,8°C. Na figura C.1 representam-se os pontos medidos e as respectivas temperaturas aferidas na edificação A.

Figura C.1 - Planta da Edificação A com as temperaturas de superfícies aferidas



As temperaturas de superfície mais próximas das fachadas norte, onde o sol está incidindo neste momento, estão mais altas que as temperaturas de superfície medidas no lado oposto, onde há sombra por cobertura ou onde o sol não incide. A lateral onde a temperatura externa está mais alta atinge os 60°C, enquanto neste mesmo ponto internamente a temperatura está à 29°C. A Temperatura de superfície interna mais alta é de 31°C, na mesma fachada, no local equivalente, externamente, a temperatura está a 59°C.

Na fachada oposta à incidência solar, a temperatura de superfície interna está em 25°C e a externa 28°C. Em uma fachada norte, sombreada por varanda, a temperatura de superfície interna é de 26°C e a externa 29°C.

A cobertura possui aplicação de tinta térmica branca, com grande potencial de reflexão, por isso a temperatura atinge 40°C, enquanto a chapa lateral superior (próximo ao ponto medido na cobertura) atinge os 66,5°C, essa chapa lateral está pintada com tinta térmica marrom. A cor escura perde o potencial de reflexão, justificando esse valor muito superior ao da superfície branca.

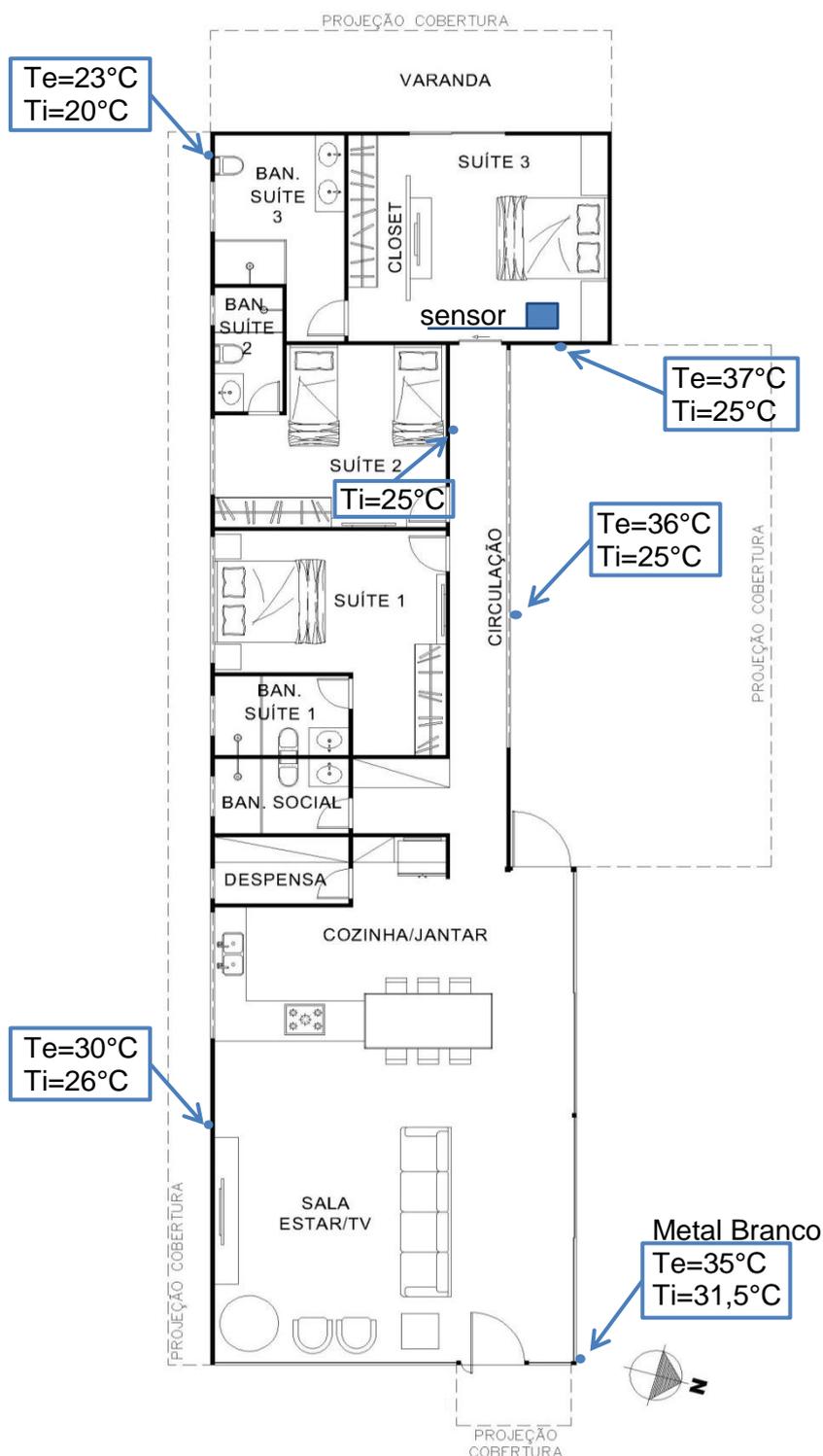
Percebe-se então uma diferença de até 6°C nas temperaturas de superfície internas de acordo com a posição do sol. Externamente, nas chapas laterais a diferença é ainda maior, variando de 28°C até 60°C.

A temperatura de superfície interna bem inferior a temperatura de superfície externa acontece devido ao uso de materiais com proteção térmica. Nesta edificação são utilizados placas de 3TC entre as chapas de aço e o gesso, tanto nas laterais internas quanto no teto.

C.2 Edificação B

A medição de superfícies da Edificação B ocorre no dia 24 de julho de 2017, às 12 horas e 30 minutos. Neste horário a temperatura do ar externo é de 23°C segundo dados da estação meteorológica de Lagoa Santa. Internamente, o sensor está localizado na Suíte 3 e mede a temperatura do ar interno em 24,1°C. Na figura C.2 representam-se os pontos com as respectivas temperaturas aferidas na edificação B.

Figura C.2 - Planta da Edificação B com as temperaturas de superfícies aferidas



O sol neste horário localiza-se mais próximo à direção norte, e em uma posição mais alta. As fachadas voltadas para essa direção estão com as temperaturas das superfícies externas variando de 35°C à 37°C. A menor, de 35°C, é medida na superfície metálica pintada de branco. Neste mesmo ponto, internamente, com o

mesmo material sem nenhuma proteção térmica, a temperatura está a 31,5°C. Essa diferença acontece devido ao fato de internamente a superfície estar na sombra, não recebendo radiação solar direta. Mas como trata-se de uma superfície pequena, a chapa interna tende a estar a uma temperatura mais alta que a temperatura das demais superfícies internas, pela alta condução térmica que o aço possui.

O ponto onde a temperatura de superfície externa está mais alta, com 37°C, é pintado de laranja, essa cor caracteriza-se por ter menos propriedades de refletância que a cor branca, por isso essa diferença de temperatura. A temperatura da superfície interna neste mesmo ponto é de 25°C. Essa parede interna recebe revestimento em drywall que ajuda a isolar parte do calor externo.

No lado oposto à incidência solar, fachada sul, a temperatura de superfície externa é de 23°C, enquanto internamente está à 20°C. O ambiente interno é um banheiro todo revestido com placa cimentícia e porcelanato, por isso a temperatura de superfície interna é ainda mais baixa que dos demais cômodos, além é claro, do sol não estar incidindo nas paredes externas desse ambiente no momento de medição.

Nesta mesma fachada, orientação sul, porém na sala de estar, a temperatura externa da superfície atinge os 30°C e a interna 26°C. Como grande parte deste cômodo tem fechamento em vidro, e o sol incide neste momento, as temperaturas das superfícies deste cômodo se elevam, aumentando também a temperatura do ar deste ambiente. As chapas em aço que possuem propriedades de alta condução térmica elevam as temperaturas de superfícies do entorno, inclusive da parte onde não está recebendo sol diretamente.

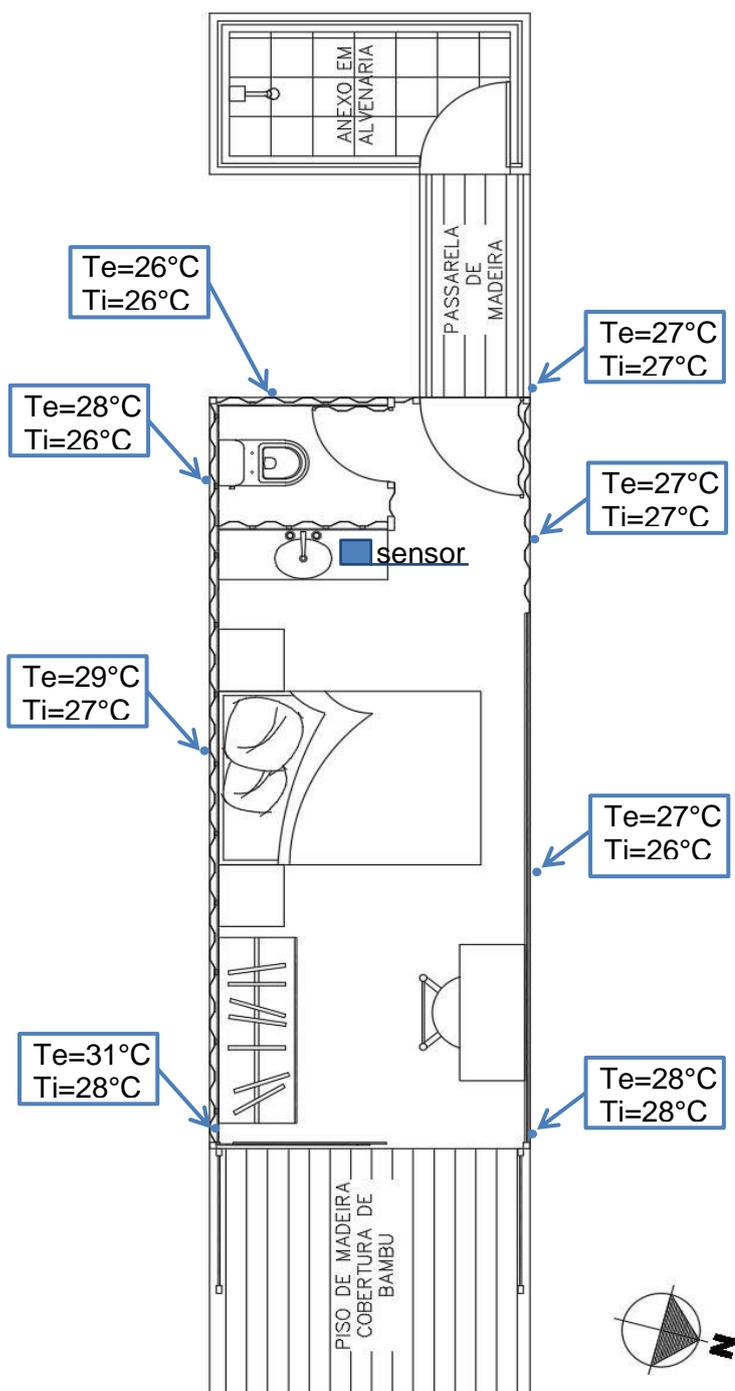
C.3 Edificação C

As medições de temperatura de superfície da Edificação C acontecem dia 19 de janeiro de 2018, às 12 horas e 30 minutos. Neste momento a temperatura do ar externo é de 27°C segundo dados da estação meteorológica de Santa Rita de Ouro Preto. Já a temperatura do ar interno é de 29°C. Na figura C.3, apresentam-se os pontos medidos e as respectivas temperaturas aferidas na edificação C.

Essa edificação é rodeada de árvores de grande porte que funcionam como um filtro à radiação solar. Portanto, há pouca incidência solar direta. Resultado disso é que

as temperaturas das superfícies internas e externas são bastante próximas, diferente das outras edificações em estudo.

Figura C.3 - Planta da Edificação C com as temperaturas de superfícies aferidas



Observa-se que a temperatura da superfície externa mais alta atinge os 31°C, onde há uma pequena parte com incidência solar. Neste ponto, internamente, a temperatura da superfície está em 28°C, há revestimento em OSB nesta lateral interna. Conforme vai se afastando deste ponto, as áreas sombreadas aumentam e a temperatura de superfície cai, chegando a 26°C a temperatura das superfícies, tanto externamente quanto internamente.

Na fachada oposta (Norte) as temperaturas das superfícies externas estão entre 27°C e 28°C, e internamente seguem a mesma temperatura externa, não há revestimentos internos nesta lateral.

Pela falta de material com propriedades de isolante térmico, esta edificação tende a ter a temperatura das superfícies internas e externas bem próximas devido ao aço ter como característica a alta condutibilidade térmica.

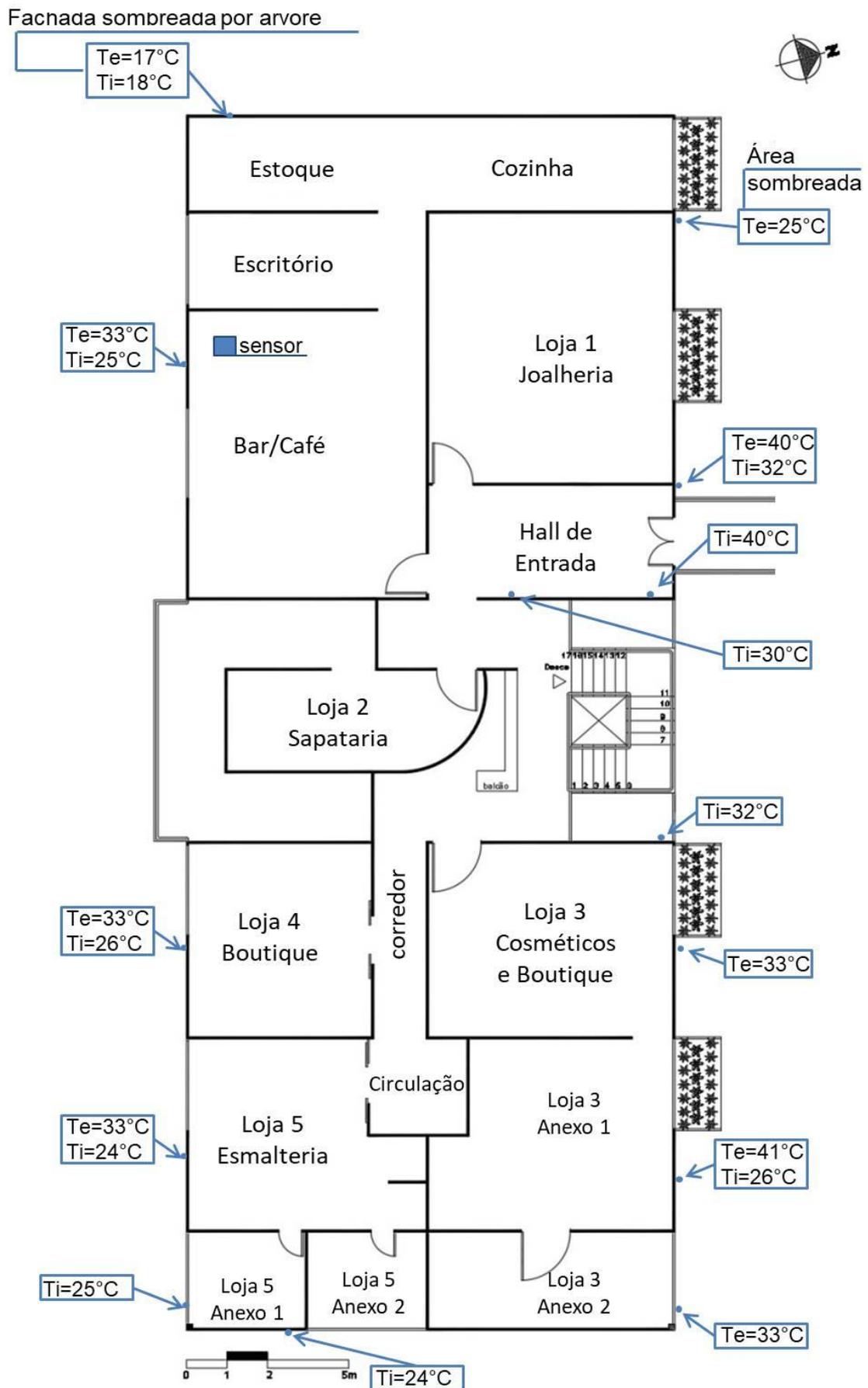
C.4 Edificação D

As medições de temperatura de superfície na Edificação D acontecem no dia 11 de agosto de 2017, às 15 horas e 30 minutos. Neste horário a temperatura do ar externo é de 25,5°C segundo dados da estação meteorológica de Lagoa Santa. Internamente, o sensor de temperatura instalado no café, marca 28°C a temperatura do ar. Na figura C.4 representam-se os pontos medidos e as respectivas temperaturas de superfície aferidas na edificação D.

As medições de temperaturas de superfícies são realizadas apenas no pavimento superior onde funciona a galeria comercial. O pavimento térreo (danceteria) encontra-se fechado no momento da medição, o funcionamento deste pavimento é apenas no período noturno. Em alguns pontos não é possível aferir a temperatura interna ou externa.

No horário de medição, o sol localiza-se orientado a noroeste. Nesta fachada, onde a superfície está recebendo radiação, a temperatura externa superficial está em média 33°C e em alguns pontos alcança os 40°C, internamente, neste mesmo ponto, a temperatura de superfície é de 32°C, neste ponto não há tratamento térmico.

Figura C.4 - Planta da Edificação D com as temperaturas de superfícies aferidas



Nesta fachada, em pontos sombreados a temperatura de superfície externa atinge 25°C. Na fachada sul a temperatura da superfície externa mantém os 33°C ao longo da fachada, e internamente varia de 24 °C a 26°C. Tanto no café, quanto na loja 5 (Esmalteria) não há revestimento interno nem externo nos pontos medidos. Nos anexos 1 e 2 à loja 5, há revestimento interno em drywall ($T_i=25^\circ\text{C}$ e $T_i=24^\circ\text{C}$ respectivamente). Porém a loja 5 (esmalteria) apresenta temperatura de superfície interior mais baixa (24°C) porque mantém o ar condicionado ligado ao longo do dia neste ambiente, interferindo no valor de temperatura de superfície aferido internamente.

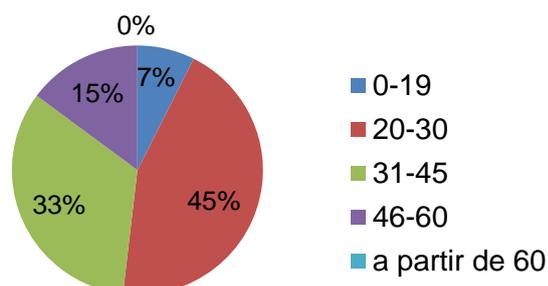
Na fachada oeste, o ponto que recebe sombra o dia todo devido a vegetações de grande porte ao lado, está com temperatura de superfície bem mais baixa, sendo a temperatura externa 17°C e a interna 18°C, internamente este ambiente recebe revestimento de porcelanato.

APÊNDICE D – Avaliação Subjetiva dos Usuários da Edificação D

A partir do questionário pôde-se avaliar a satisfação destes com o ambiente frequentado com relação à estética, aos espaços gerados, acessos, segurança, ao conforto térmico, acústico e lumínico, entre outros aspectos. Os questionários foram aplicados no período do inverno, com participação de 27 pessoas, e no período do verão com participação de 19 pessoas.

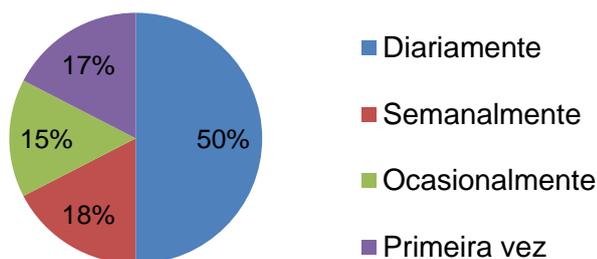
Ao todo foram 46 participantes da pesquisa, entre funcionários e clientes. Desses, 13 homens e 33 mulheres. Esse número superior de mulheres entrevistadas se justifica pelos segmentos das lojas serem mais voltados para o público feminino. A faixa etária dos entrevistados apresentada na figura D.1 mostra que a maioria (45%) possui idade de 20 e 30 anos, seguidos de 33% na idade entre 31 e 45 anos. Não houve participantes com mais de 60 anos.

Figura D.1 - Faixa Etária dos Entrevistados



A maioria dos entrevistados (50%) frequenta o espaço diariamente, 18% dos frequentadores vão ao edifício semanalmente, o restante frequenta ocasionalmente (15%) ou visitavam pela primeira vez (17%), conforme apresentado na figura D.2.

Figura D.2 - Frequência que utilizam o edifício



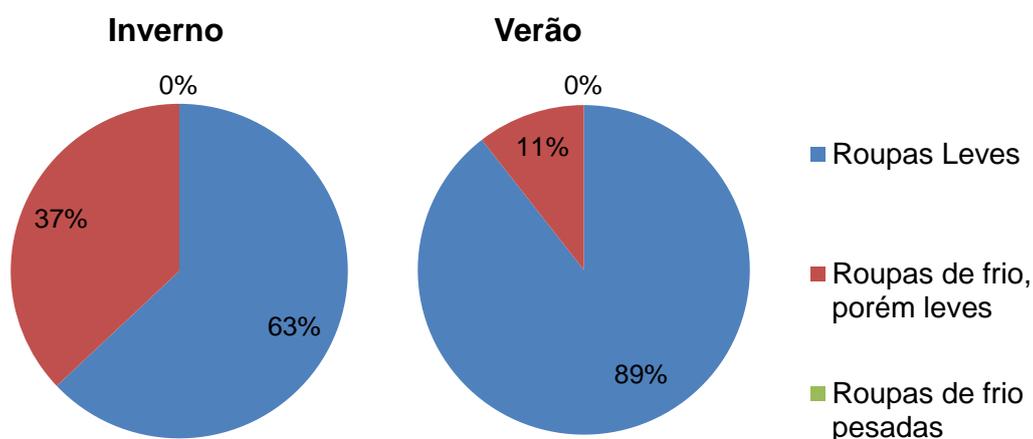
Os períodos de coleta de dados climáticos e aplicação de questionários ocorreram durante o funcionamento do edifício, no período diurno, mas predominantemente vespertino (medição de 9 horas às 18 horas), nas datas e condições climáticas apresentadas na tabela D.1.

Tabela D.1 - Período de coleta de dados climáticos e aplicação de questionários

Estação	Data	Temperatura Externa		Temperatura Interna	
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Inverno	11/08/2017	20°C	28°C	23,4°C (média dos ambientes internos)	25,8°C (média dos ambientes internos)
Verão	16/02/2018	21°C	28°C	23,3°C (média dos ambientes internos)	30,2°C (média dos ambientes internos)

Pode-se perceber pela figura D.3 que os tipos de vestimenta são diferentes para cada período de coleta de dados, apesar da temperatura externa ser bem próxima nos dois dias de pesquisa. Nos dois períodos a maioria usava roupas leves, mas no inverno a proporção de pessoas utilizando roupas de frio leves era um pouco maior que no verão. Essas roupas de frio leve inclui calça e camisa de manga longa de tecido fino.

Figura D.3 - Tipo de vestimenta dos entrevistados

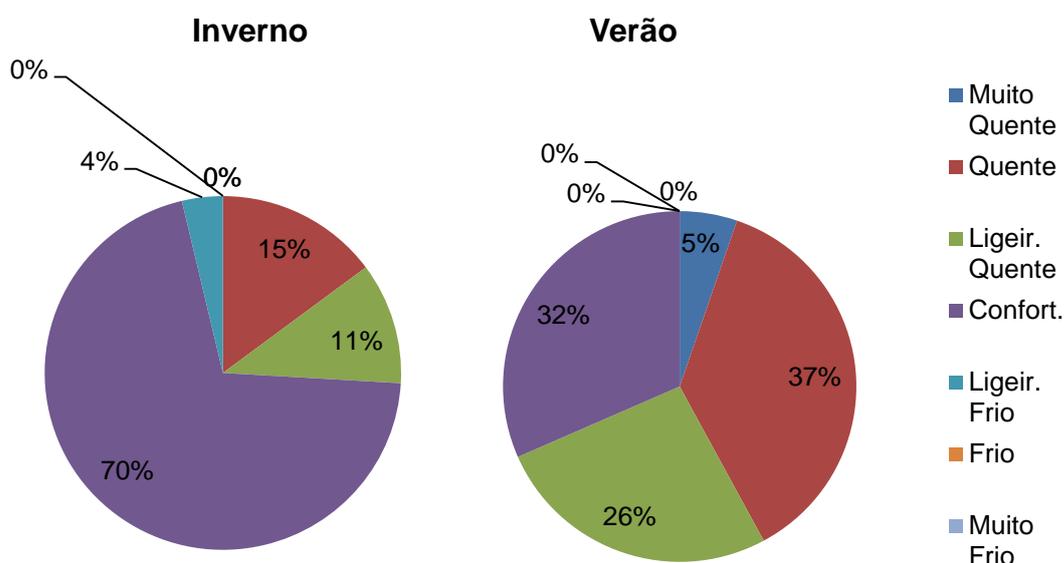


Nestas condições de temperatura (Tab. D.1), conforme apresenta-se na figura D.4, no período de inverno 70% dos entrevistados classificaram a sensação térmica

naquele edifício como confortável, seguidos de 15% que disseram ter sensação térmica quente e 11% ligeiramente quente. Dos entrevistados, apenas 4% afirmaram estar ligeiramente frio.

Já no verão, reduz para 32% os entrevistados que consideraram confortável o ambiente térmico naquele dia, 26% ligeiramente quente, 37% quente e 5% muito quente. Nota-se então, que no período de verão, quando as temperaturas externas se elevam, a sensação térmica da edificação contêiner se torna desagradável, diminuindo em quase 50% a quantidade de pessoas com sensação de conforto, e aumentando aquelas que sentem o ambiente ligeiramente quente, quente, ou muito quente (Fig. D.4).

Figura D.4 - Sensação Térmica dos entrevistados

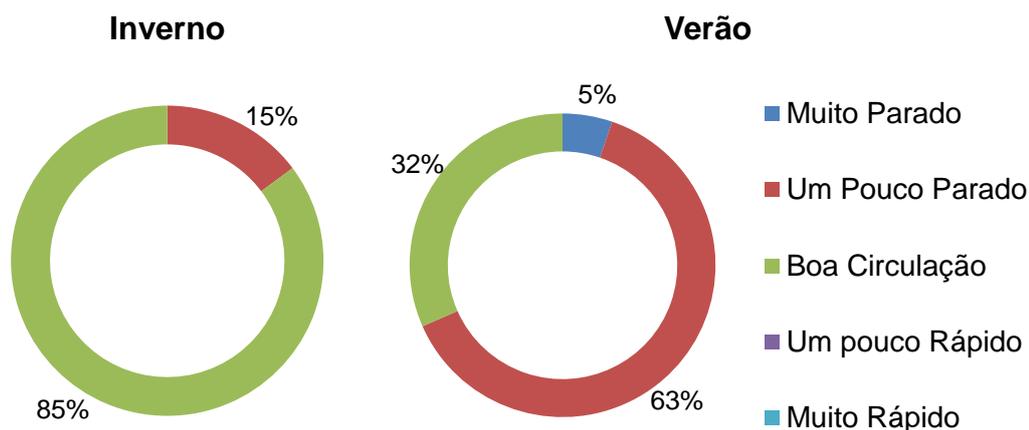


Vale ressaltar que a sensação térmica é um parâmetro subjetivo que varia de pessoa para pessoa de acordo com a idade, estado de saúde, tipo de roupa usada, tipo de atividade que está realizando no momento da entrevista, aclimatação com o ambiente etc. Por isso em determinada temperatura a sensação térmica pode ser de quente para um indivíduo e frio para outro.

Nessas condições de temperatura (Tab. D.1), no inverno apenas 4% dos entrevistados relataram dificuldade em concentrar para realizar suas atividades, já no verão 11% dos entrevistados afirmaram ter suas atividades comprometidas devido ao desconforto térmico.

Quanto à movimentação do ar (Fig. D.5), no inverno 85% dos entrevistados afirmaram que há uma boa circulação, e o restante consideraram um pouco parado a movimentação do ar. No verão 32% afirmaram que há uma boa circulação do ar, enquanto sobe para 63% os que consideraram o ar um pouco parado, e 5% consideraram muito parada a circulação do ar.

Figura D.5 - Movimentação do Ar



A edificação D passou por pequenas reformas entre a pesquisa de inverno e verão, com instalação de varandas cobertas em frente a fachada sul e uma pequena cobertura na fachada norte. Essas modificações, segundo alguns usuários, podem ter influenciado na ventilação do ar. Tais modificações podem ser vistas no Apêndice B.

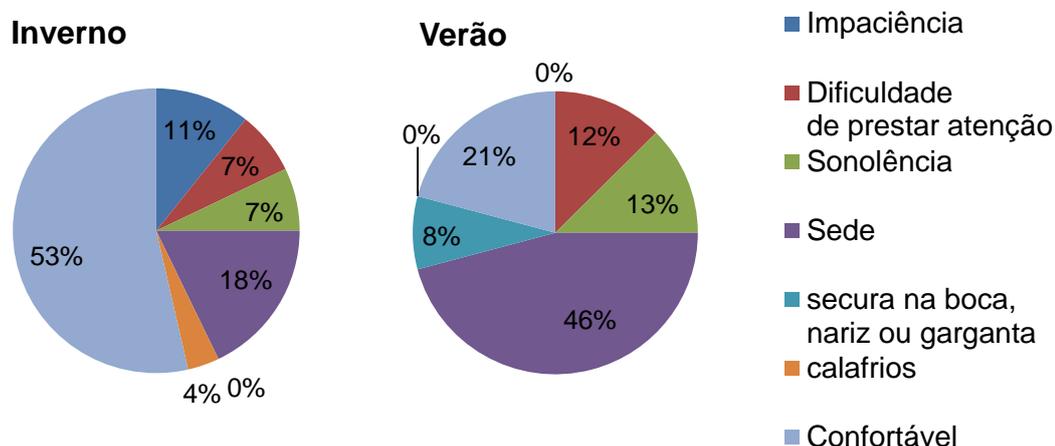
Quanto à necessidade de ventiladores, no inverno 63% não consideravam necessário e 37% consideravam necessário ter. Já no verão esse número inverte, e 63% dos entrevistados consideravam necessário o uso de ventiladores para melhorar a sensação térmica.

No questionário aplicado no inverno, 68% dos entrevistados estavam em ambientes onde há incidência de radiação solar direta. Já no verão apenas 37% estavam em ambientes onde há incidência solar direta.

Nas condições térmicas descritas na tabela D.1, no questionário aplicado no inverno, 53% dos entrevistados disseram sentir-se confortáveis, 18% afirmaram sentir mais sede, 11% relataram impaciência, 7% dificuldade em prestar atenção e sonolência, e 4% alegaram sentir calafrios. No verão apenas 21% afirmaram sentir-se

confortáveis, 46% disseram sentir sede, 13% sentiam sonolência, 12% dificuldade em prestar atenção e 8% relataram sentir secura na boca, nariz ou garganta (Fig. 90)

Figura D.6 - Reações do organismo perante o ambiente térmico interno



Quanto a qualidade da iluminação, 48% do total de entrevistados consideravam a iluminação ótima e 52% consideravam razoável. Em relação ao tipo de iluminação mais utilizada, 53% afirmaram utilizar a iluminação artificial com maior frequência, enquanto os 47% restantes priorizavam a iluminação natural.

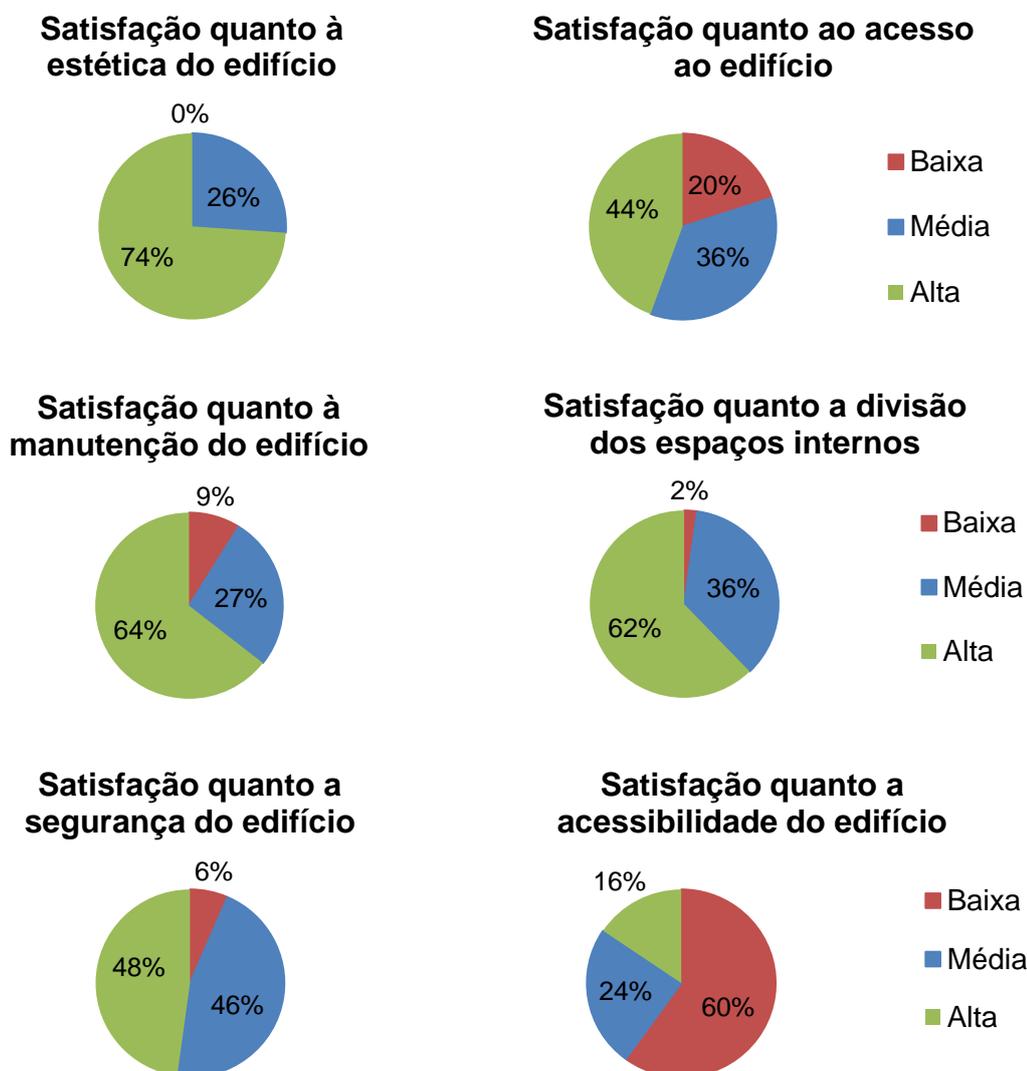
Quanto à acústica, 87% dos entrevistados disseram não se incomodam com o ruído externo. O edifício está localizado em uma esquina onde passam duas ruas de tráfego moderado. Quanto ao ruído interno, vindo de cômodos vizinhos, 96% dos entrevistados disseram não perturbar.

Desta forma 83% dos participantes da pesquisa afirmaram estar satisfeitos com o ambiente, e 78% consideram um ambiente aceitável para estar todos os dias.

Os entrevistados foram questionados também a respeito de sua satisfação quanto a estética, acesso ao edifício, manutenção, da divisão dos espaços internos, da segurança que o edifício transmite e quanto a acessibilidade a portadores de necessidades especiais (Fig. D.7).

Quanto a estética do edifício, 74% dos entrevistados afirmaram estar satisfeitos, outros 26% disseram ter média satisfação. Quanto ao acesso, 44% afirmaram alta satisfação, 36% média e 20% estavam pouco satisfeitos.

Figura D.7 - Nível de satisfação dos participantes quanto a diversos aspectos da edificação



Em relação a manutenção, 64% marcaram o questionário em alta satisfação, 27% média e 9% baixa satisfação. Questionados quanto a satisfação em relação à divisão e distribuição dos espaços internos, 62% alegaram estarem satisfeitos, 36% média satisfação e 2% baixa satisfação.

Em relação a segurança que a edificação proporciona, 48% afirmaram se sentirem seguros, 46% marcaram média sensação de segurança e 6% disseram ter baixa sensação de segurança. Alguns dos entrevistados relataram não estarem totalmente

satisfeitos com a segurança pelo fato da galeria não possuir seguranças na entrada do edifício, podendo entrar qualquer pessoa “mal intencionada”.

Questionados quanto a acessibilidade do edifício para portadores de necessidades especiais, apenas 16% afirmaram estarem satisfeitos, 24% afirmaram média satisfação e 60% alegaram baixa satisfação. Esse número é justificado pela falta de rampa, elevador ou outro meio de acesso dos deficientes ao pavimento superior onde funciona a galeria comercial. Apenas a danceteria ter sido projetada com acessibilidade, possuindo rampas de acesso e banheiro com dimensões que atendem a norma de acessibilidade NBR 9050:2015.

Alguns participantes da pesquisa relataram sentir uma vibração no piso do Bar/Café, que fica localizado no pavimento superior, onde mantêm o piso de compensado naval. Algumas pessoas disseram sentir-se incomodadas com essa vibração que acontece quando se caminha pelo ambiente.

Finalizando a entrevista, os participantes foram questionados quanto a sua opinião em relação às edificações contêineres, se para eles esse tipo de construção merece ser expandido. Então 87% dos entrevistados afirmaram que sim, elas merecem ser expandidas, 6% afirmaram que não merecem, e 7% dos entrevistados disseram ser indiferentes quanto ao uso desse material nas construções.