

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BRUNO HENRIQUE SPANHOL UTZIG

**UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL NA
CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO TÉRMICO:**

Estudo de caso na cidade de Toledo-PR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO-PR

2017

BRUNO HENRIQUE SPANHOL UTZIG

**UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL NA
CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO TÉRMICO:**

Estudo de caso na cidade de Toledo-PR

Trabalho de Conclusão apresentado como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Orientador: Prof.º Dr. Fúlvio Natércio Feiber.

TOLEDO-PR

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de N° 083

UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO

TÉRMICO:

Estudo de caso na cidade de Toledo-PR

por

Bruno Henrique Spanhol Utzig

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14h40 do dia **13 de Novembro de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof.^a Dra Silmara Dias Feiber
(UTFPR – TD)

Carlos Eduardo Salamanca
Arquiteto e Urbanista

Profº Dr. Fúlvio Natércio Feiber
(UTFPR – TD)
Orientador

Visto da Coordenação
Profº Dr. Fúlvio Natércio Feiber
Coordenador da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e energia para concluir este trabalho.

Aos meus pais por todo apoio e por guiarem ao caminho correto, pois sem eles não seria possível atingir esse objetivo.

Ao prof. Dr. Fúlvio Natércio Feiber por compartilhar seu conhecimento, por sua paciência, compreensão, amizade e disponibilidade para auxiliar em todas as etapas da pesquisa.

A todos os professores de minha vida acadêmica por transmitirem conhecimento e experiências profissionais.

A banca examinadora pelas considerações e sugestões apresentadas para contribuir com a pesquisa.

A todos os meus amigos pelo apoio e ajuda nos momentos difíceis e pela contribuição no desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

UTZIG, Bruno H. S. Utilização de containers como prática sustentável na construção civil e sua relação com o conforto térmico: estudo de caso na cidade de Toledo-PR. 2017. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2017.

Com o crescimento da população e desenvolvimento dos países, cada dia torna-se mais necessário a construção de edificações, sejam elas residenciais ou comerciais. O setor da construção civil é um dos que mais causam impactos ambientais, em decorrência do uso irracional dos recursos naturais disponíveis. Dessa forma, abre-se espaço para a utilização de novas alternativas de edificações, como os containers marítimos. Pensado como uma alternativa sustentável, essa prática merece ser analisada quanto às condições de conforto térmico aos usuários. O presente trabalho analisou as edificações em container na cidade de Toledo-PR sob o aspecto do conforto térmico por meio de medições *in loco*. Além disso, verificou-se se os mesmos possuíam características sustentáveis que pudessem atender aos parâmetros pré-definidos das certificações ambientais. Apresenta ainda, na forma de revisão bibliográfica, conceitos e definições sobre alternativas sustentáveis e características próprias para as construções em container, de forma a contribuir com a difusão do conhecimento acerca de tal elemento construtivo.

Palavras-chave: Container. Conforto térmico. Construção civil. Sustentabilidade.

ABSTRACT

UTZIG, Bruno H. S. Use of containers as a sustainable practice in construction and its relation with thermal comfort: a case study in the city of Toledo-PR. 2017. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2017.

With the growth of the population and the development of countries, it is becoming necessary to build buildings, whether residential or commercial. The civil construction sector is one of the ones that cause the environmental impacts, due to the irrational use of available natural resources. In this way, space is opened for the use of new building alternatives, such as marine containers. Considered as a sustainable alternative, this practice deserves to be analyzed regarding the conditions of thermal comfort to the users. The present work analyzed the container buildings in the city of Toledo-PR are thermal thermally comfortable through in loco measurements. In addition, it was verified if they had sustainable characteristics that could meet the pre-defined parameters of the environmental certifications. It also presents, in the form of a bibliographic review, concepts and definitions about sustainable alternatives and characteristics proper to container constructions, in order to contribute to the diffusion of knowledge about such constructive element.

Keywords: Container. Thermal comfort. Construction. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Principais áreas ambientais de intervenção para a construção sustentável no edificado.....	13
FIGURA 2 – Exemplo de telhado verde em edificação.....	16
FIGURA 3 – Desenvolvimento sustentável.....	17
FIGURA 4 – Ventilação cruzada.....	25
FIGURA 5 – Tipologia de containers 40 e 20 pés.....	29
FIGURA 6 – Exemplo de acoplamento de container na Casa Foz Design.....	32
FIGURA 7 – Ambiente interno de uma edificação em container.....	33
FIGURA 8 – Relógio Termo-Higrômetro.....	39
FIGURA 9 – Planta de implantação das edificações analisadas.....	39
FIGURA 10 – Vista da fachada da Edificação A.....	40
FIGURA 11 – Interior da edificação revestida com <i>Dry Wall</i>	41
FIGURA 12 – Vista da fachada da Edificação B.....	42
FIGURA 13 – Parede revestida do interior da Edificação B.....	42
FIGURA 14 – Vista da fachada da Edificação C	43
FIGURA 15 – Localização da cidade de Toledo-PR.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Edificação A no primeiro horário de medição	48
GRÁFICO 2 – Edificação A no segundo horário de medição	49
GRÁFICO 3 – Edificação B no primeiro horário de medição	51
GRÁFICO 4 – Edificação B no segundo horário de medição	52
GRÁFICO 5 – Edificação C no primeiro horário de medição	53
GRÁFICO 6 – Edificação C no segundo horário de medição	54

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Etapas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.....	15
QUADRO 2 – Vantagens na certificação.....	21
QUADRO 3 – Critérios da certificação LEED	22
QUADRO 4 – Níveis de certificação LEED.	23
QUADRO 5 – 14 categorias do processo AQUA	24
QUADRO 6 – Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno.....	37
QUADRO 7 – Dados climatológicos entre 1961 a 1990 para Toledo.....	44
QUADRO 8 – Quantidade de dados coletados para análise	46
QUADRO 9 – Porcentagem de dias com condições mínimas de conforto térmico	56
QUADRO 10 – Síntese das principais categorias das certificações.....	58

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA – Alta Qualidade Ambiental
CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
FEU – *Forty feet equivalent unit*
GBC Brasil – *Green Building Council* Brasil
HQE – *Haute Qualité Environnementale*
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LEED – *Leadership in Energy Environmental Design*
NBR – Norma Brasileira
NR – Norma Regulamentadora
RSCP – *Residential Shipping Container Primer*
TEU – *Twenty feet equivalent unit*
USGBC – *U.S. Green Building Council*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 JUSTIFICATIVA.....	7
1.2 OBJETIVOS.....	8
1.2.1 Objetivo geral.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 HISTÓRICO.....	10
2.2 SUSTENTABILIDADE	11
2.3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	12
2.3.1 Materiais e processos sustentáveis.....	16
2.4 CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.4.1 Objetivos da certificação.....	19
2.4.2 Vantagens na certificação.....	20
2.4.3 Selo LEED.....	21
2.4.4 Selo AQUA.....	23
2.5 RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E A CLIMATIZAÇÃO DO AMBIENTE.....	24
2.6 ASPECTOS DO CONFORTO AMBIENTAL.....	26
2.7 TROCAS TÉRMICAS.....	26
2.7.1 Convecção.....	27
2.7.2 Condução.....	27
2.7.3 Radiação.....	27
2.8 CONHECENDO O CONTAINER.....	28
2.8.1 O container como material sustentável.....	30
2.8.2 Aspectos construtivos do container	31
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 VERIFICAÇÃO DO CONTAINER PARA ESTUDO E ANÁLISE.....	37
3.2 VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE INTERNA DO CONTAINER.....	38
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS.....	39

3.4 CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE TOLEDO-PR.....	43
3.5 ENTREVISTA PROFISSIONAL DE CUNHO EXPLANATÓRIO.....	45
4 RESULTADOS E ANÁLISES	46
4.1 COLETA DE DADOS.....	46
4.2 VERIFICAÇÕES DE TEMPERATURA <i>IN LOCO</i>	47
4.2.1 Edificação A.....	47
4.2.2 Edificação B.....	50
4.2.3 Edificação C.....	53
4.2.4 Análise geral quanto ao conforto térmico nas edificações estudadas.....	56
4.3 VERIFICAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NAS EDIFICAÇÕES ESTUDADAS.....	57
4.3.1 Edificação A.....	57
4.3.2 Edificação B.....	57
4.3.3 Edificação C.....	58
4.3.4 Análise geral quanto à possibilidade de obtenção de certificação ambiental.....	58
5 CONCLUSÃO.....	59
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICES.....	65

1 INTRODUÇÃO

Para contextualizar o tema da habitação em container com as práticas de sustentabilidade, é preciso entender os motivos que geram essa problemática. É sabido que a construção civil é um setor que gera grande impacto ambiental associado ao consumo de recursos, sobretudo água e energia, podendo alterar o ecossistema natural de forma a afetar diretamente o ambiente em que está inserida a atividade (PINHEIRO, 2006).

O cuidado com a preservação do meio ambiente somada à utilização equilibrada de seus recursos é um assunto que vem sendo discutido constantemente no cenário mundial. As atividades humanas e suas consequências geradas ao meio ambiente estão se tornando cada vez mais agravantes, haja vista o constante incentivo à adoção de práticas sustentáveis.

A partir da preocupação com o consumo de energia, a problemática acerca da construção civil e sua relação com a sustentabilidade progrediu no sentido de identificar os impactos ambientais gerados pelas práticas construtivas, de forma a procurar implementar sistemas construtivos mais eficientes (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

De acordo com Pinheiro (2006), a otimização dos modos de construção, concepção e renovação das edificações podem permitir melhorias significativas em questões ambientais, econômicas e na qualidade de vida dos usuários. Paula e Tibúrcio (2012) acrescentam que o conceito de sustentabilidade deve estar presente em todas as etapas da edificação: idealização, concepção, projeto, uso, manutenção e no decorrer da vida útil. Dessa forma, segundo os mesmos autores, tão importante quanto os impactos ambientais gerados pela extração de recursos na etapa de construção, é essencial analisar os impactos causados pelo elevado consumo de energia elétrica no momento da construção bem como no decorrer da utilização da edificação.

Segundo Corbella e Yannas (2003, p. 17) a arquitetura está buscando soluções para o aumento da qualidade de vida dos usuários nas edificações e em suas intermediações, de forma a consumir a menor quantidade de energia possível sem dispensar a ideia de conforto ambiental para seus ocupantes.

A fim de proporcionar um modelo construtivo de maior apelo sustentável considerando o conforto ambiental aos usuários, a alternativa por habitações de container inicia-se com o objetivo de implementar novas práticas no setor construtivo, além de proporcionar uma destinação aos containers estocados e em vias de descartes de sua função inicial em portos de todo o mundo. Em países como Holanda, Inglaterra e Japão, a utilização de container como elemento construtivo se tornou uma alternativa segura para diferentes tipos de uso, a destacar o uso como hotéis, escritórios e habitações. As diferentes aplicações do container se devem à facilidade de associação com outros materiais, como aço, madeira, vidro, de forma que as edificações em container possam se aproximar das edificações convencionais no âmbito do conforto ambiental interno (PAULA; TIBURCIO, 2012).

1.1 JUSTIFICATIVA

Na cidade de Toledo, localizada na região oeste do estado do Paraná, onde está sendo realizada a presente pesquisa, a utilização de containers como obras comerciais e residenciais está crescendo e ganhando espaço no setor construtivo. De acordo com Carlos Eduardo Salamanca (2017), arquiteto responsável pelo projeto arquitetônico da Casa Foz Design, conhecido na região pela experiência na construção de edificações em container, em Toledo existem aproximadamente quatorze edificações em container distribuídas em diferentes regiões da cidade e com usos diversos.

Por ser um elemento que tem boa condutividade térmica, muitas vezes é necessário a instalação de condicionadores de ar para proporcionar uma sensação de conforto aos usuários. Porém, a instalação de condicionadores de ar consome elevada energia elétrica, fato que não é bom para os usuários tampouco ao meio ambiente. Em vista disso, busca-se analisar se o elemento construtivo container pode ser considerado sustentável através da implantação de estratégias projetuais, como a ventilação cruzada. Neste sentido, entende-se ser necessário a averiguação por meio de medições com intuito de se realizar

uma análise quanto à temperatura interna do ambiente bem como a verificação se o mesmo apresenta condições de conforto somente com a implantação de estratégias de projeto, que possam economizar recursos aos usuários.

Além disso, devido a carência de bibliografias específicas sobre edificações em container no Brasil, a pesquisa em questão poderá fornecer ou, ao menos organizar, informações que se julgam relevantes para a ampliação do conhecimento sobre o tema, contribuindo para posteriores estudos sobre o tema em análise e, no âmbito prático, para execução de obras que se utilizem deste material.

1.2 OBJETIVOS

O presente tópico busca explicar de forma sucinta os objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento desta pesquisa. Além de focar em um objetivo principal, a pesquisa abordará importantes informações sobre assuntos mais específicos envolvendo a temática em questão.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é analisar as edificações em container, sejam elas comerciais ou residenciais, e verificar se as mesmas podem ser consideradas sustentáveis em relação às questões energéticas. Através da avaliação da temperatura interna verificar o comportamento das obras em containers em relação ao conforto ambiental interno e ao gasto de energia.

1.2.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos a serem propostos nesta pesquisa, destacam-se:

- a) Investigar o processo construtivo utilizado no reuso de containers na construção civil;
- b) Avaliar as estratégias projetuais que visam ampliar o conforto ambiental interno e minimizar o gasto de energia;
- c) Verificar por meio de estudo de caso o comportamento da obra em relação à sua temperatura interna comparando o container “in natura” com o modificado;
- d) Verificar a possibilidade de certificação ambiental nas edificações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico para o embasamento e fundamentação da pesquisa em questão, abordando pontos importantes para o entendimento da problemática, de forma a abranger o conteúdo como um todo e progressivamente adentrando em assuntos específicos essenciais para a compreensão da proposta.

2.1 HISTÓRICO DAS HABITAÇÕES MODERNAS

Até onde se tem conhecimento, desde os primórdios da história da humanidade o homem vem buscando alternativas para garantir sua sobrevivência, de forma a utilizar uma série de recursos para tal fim. A necessidade de se garantir uma moradia segura, com proteção contra o calor, frio, chuva, vento, ataque de animais, etc, fez com que os homens na antiguidade adaptassem cavernas, transformando-as em sua moradia (GONÇALVES, 2009). Entretanto, nem todos os lugares tinham cavernas para proporcionar uma forma de moradia, de forma que a solução foi manusear galhos, troncos de árvores, rochas, folhagens, de forma a construir um ambiente seguro para acomodar sua família.

Com o crescimento populacional e a descoberta de novas técnicas de manejo de materiais, como o bambu, o barro, entre outros, viu-se que era possível melhorar as moradias, tornando-as mais seguras e resistentes. Observou-se que manuseando e moldando a argila, e aquecendo a mesma, surgia um material resistente e de fácil manuseio, dando origem mais tarde ao que hoje denomina-se de tijolo de barro, podendo construir moradias conforme a necessidade dos homens.

Quando do desenvolvimento da humanidade e avanço de técnicas construtivas, surgiu o material conhecido como cimento, material fundamental

para a construção de moradias em alvenaria. Ao passar dos anos, o crescimento de construções tem acompanhado o crescimento populacional e, por consequência, o desenvolvimento mundial (PINHEIRO, 2006).

Cabe ressaltar, no entanto que, com o crescimento do número de construções, constatou-se o significativo desperdício de materiais: muitos tijolos eram quebrados no transporte, muita água é gasta na preparação de concreto, muito concreto era descartado, etc, de tal forma a prejudicar o meio ambiente. Diante deste contexto, viu-se ser necessário a adoção de medidas que permitissem que o uso de recursos, em especial os naturais, fosse mais consciente, diminuindo perdas, de forma a abrandar a agressão ao meio ambiente. Em outras palavras, viu-se que era necessário continuar com o crescimento de habitações, porém de forma sustentável, preservando os recursos existentes (PINHEIRO, 2006).

2.2 SUSTENTABILIDADE: A CRIAÇÃO DE UM CONCEITO

O conceito de sustentabilidade vem sendo discutido cada vez mais, em diferentes partes do mundo e nas diversas áreas de conhecimento. A crescente degradação do meio ambiente pelas atividades humanas faz com que os governos país procurem alternativas para combater tal problema. O conceito básico do desenvolvimento sustentável é “aquele que responde às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1991).

Seja em indústrias ou em construtoras, a degradação do meio ambiente é vista diariamente em todas as regiões do planeta. Com o mundo cada vez mais globalizado, onde uma ação em determinada parte do mundo causa impacto em muitas outras regiões, viu-se que com a agressão ao meio ambiente, tal ideia não seria diferente.

Pensando nisso, no mundo globalizado, notou-se que seria necessário adotar medidas práticas para combater a degradação ambiental e garantir um futuro sustentável para as futuras gerações. Nesse sentido, a partir de 1972 uma série de convenções foram realizadas a fim de propor medidas sustentáveis que

garantissem o desenvolvimento das nações preservando o meio ambiente (CORRÊA, 2009).

Um divisor de águas no pensamento sobre desenvolvimento sustentável foi a publicação do Relatório de Brundtland, em 1987, o qual dá o enfoque na adoção de medidas que garantissem o desenvolvimento das futuras gerações, de forma que hábitos atuais devem ser alterados, caso contrário, a humanidade estaria entrando em colapso com a demasiada agressão ao meio ambiente. Para combater essa situação, o mesmo relatório salienta que é necessário a ação conjunta da sociedade como um todo, tendo em vista que o mundo globalizado já era realidade.

2.3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Seguindo a ideia de promover o desenvolvimento sustentável, de forma a diminuir a agressão ao meio ambiente, o conceito de sustentabilidade é difundido na construção civil, de forma que profissionais da área, como arquitetos e engenheiros, vêm estudando meios de solucionar os problemas de desperdício na construção civil e formas de economizar os recursos disponíveis na natureza, preservando o meio ambiente.

Com o aumento da preocupação em difundir o termo “sustentabilidade” na construção civil e em contribuir na adoção de medidas sustentáveis, em agosto de 2007, no Brasil, é criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS). Seu objetivo principal é contribuir para que a ideia de desenvolvimento sustentável seja difundida na sociedade, no governo e, principalmente, na construção civil, entre engenheiros, arquitetos, empresas privadas, etc (CONSELHO..., 2017).

A partir da criação do CBCS a ideia de construção sustentável começa a ser melhor entendida e o setor da construção civil começa a alterar algumas práticas na busca pela aplicação do conceito sustentável. O desafio em buscar novas técnicas construtivas e novos materiais que promovessem uma economia de recursos em busca da sustentabilidade, faz com que a construção seja

dividida em áreas para organizar o pensamento sustentável, deixando claro a responsabilidade de cada profissional em suas atividades.

Essa ideia de dividir em áreas as etapas da construção (Figura 1) é importante para avaliar se a mesma está seguindo o caminho sustentável, em que deve haver colaboração de todos os profissionais envolvidos desde o início do projeto.

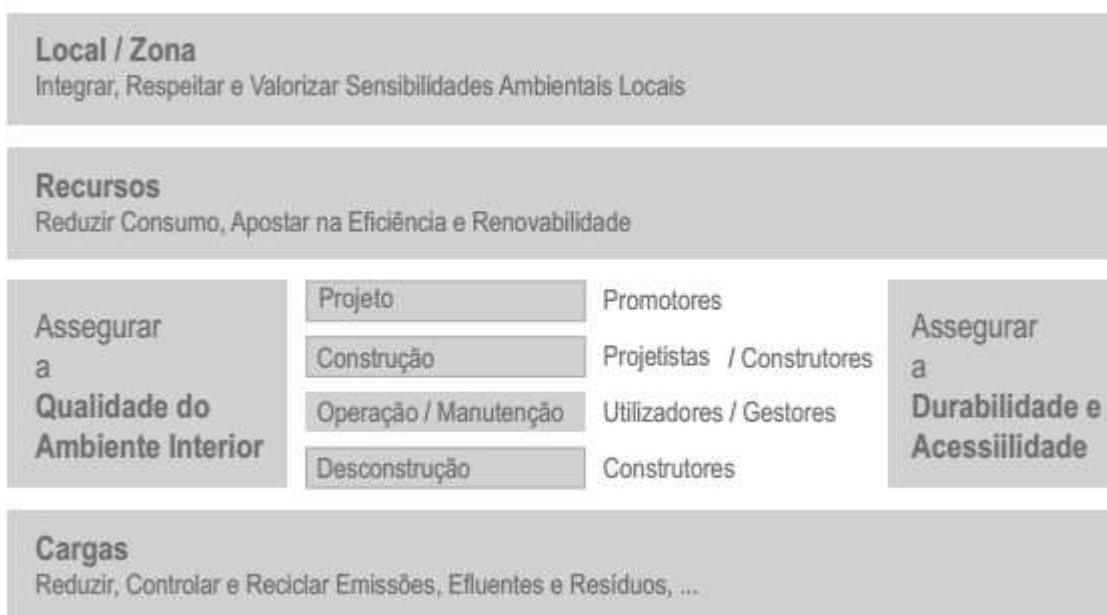


Figura 1 - Principais áreas ambientais de intervenção para a construção sustentável no edificado

Fonte: PINHEIRO, 2006.

Para começar a se pensar em uma edificação sustentável, é essencial que desde a fase de projeto o profissional já tenha em mente as atividades que devem ser executadas posteriormente até a conclusão da obra. É nessa fase que métodos e materiais sustentáveis começam a ser analisados e selecionados para que haja uma correta organização das atividades a fim de tornar a edificação sustentável.

É necessário que haja interação entre arquitetos e engenheiros civis na busca pela elaboração de um projeto condizente com ideias sustentáveis. O trabalho conjunto dos profissionais faz com que haja harmonia entre as ideias, de forma que a execução visando a sustentabilidade seja mais eficiente e correta.

No processo de construção de uma edificação dita sustentável, é necessário que haja debate entre profissionais para que realmente haja medidas

condizentes com o propósito em questão. De acordo com Casagrande (2010), algumas medidas são:

- Diminuição do uso de recursos naturais não renováveis;
- Escolha por materiais e procedimentos cujo impacto ambiental seja mínimo;
- Diminuição de resíduos gerados no processo construtivo;
- Reutilização de materiais, quando possível;
- Responsabilizar-se pela destinação dos resíduos que não podem ser reaproveitados.

Outra medida fundamental para que ideias sustentáveis sejam aplicadas, é a compatibilização dos projetos da edificação. O projeto arquitetônico, desde o princípio, deve ser planejado de forma a facilitar a integração dos outros projetos. Partindo-se desse raciocínio, os engenheiros responsáveis pelos projetos elétrico, hidráulico, etc., devem trabalhar em conjunto, de forma a não desperdiçar recursos (CASAGRANDE, 2010).

No projeto elétrico, deve ser necessário a análise dos pontos de iluminação natural, de forma que haja interação entre o ambiente externo e interno, proporcionando economia em luminárias e conservando uma característica natural do local da edificação. De forma análoga, no projeto hidráulico deve ser analisado a possibilidade de elaborar um sistema de captação de água da chuva e reuso da mesma na edificação em questão.

Além disso, é primordial a escolha certa dos processos construtivos que serão adotados na construção da edificação. É responsabilidade do engenheiro e arquiteto o estudo e planejamento das atividades que serão desenvolvidas ao longo da construção, de forma a priorizar a adoção de processos que gerem o menor impacto ambiental. Tais estudos para a adoção de medidas sustentáveis podem ser divididos em sete passos, conforme mostra o Quadro 1 (VALENTE, 2009).

PASSOS	DESCRIÇÃO
Gestão da Obra	Análise do local; Aplicação do ciclo de vida da obra; Diretrizes de projeto de materiais; Projeto de arquitetura, paisagismo e planejamento sustentável; logística de materiais e recursos em geral.
Aproveitamento dos recursos naturais	Aproveitar os recursos naturais que atuam diretamente sobre a obra, como sol, vento, vegetação, para obter iluminação, conforto termo-acústico e climatização natural.
Eficiência energética	Conservação e economia de energia, geração da própria energia, consumindo fontes renováveis como solar e eólica, controlando o calor gerado no ambiente construído e no seu entorno.
Gestão e economia da água	Uso de sistemas que permitam a redução no consumo da água, aproveitando as fontes disponíveis, tratando água cinzas e utilizando água de chuva, para reaproveitá-las na edificação, tratando os efluentes.
Gestão dos resíduos na edificação	Criar área para disposição de resíduos no edifício, incentivando a reciclagem.
Qualidade do ar e ambiente interior	Criação de um ambiente interior saudável aos ocupantes, identificando poluentes internos na edificação e controlando sua entrada, garantindo a saúde dos seus ocupantes.
Conforto termo-acústico	Promover a sensação de bem-estar quanto a temperatura e sonoridade, através de recursos naturais, elementos de projeto, vedação, paisagismo, climatização, dispositivos eletrônicos e artificiais de baixo impacto ambiental.

Quadro 1 - Etapas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis
Fonte: Jerry Yudelson, 2007.

Dessa forma, para que processos sustentáveis sejam adotados, é necessário analisar as etapas da construção, de forma que em cada etapa é possível adotar uma medida sustentável de forma a garantir a qualidade na edificação para o proprietário.

2.3.1 Materiais e Processos Sustentáveis

Na busca por tornar a construção civil uma atividade menos agressiva ao meio ambiente, diminuindo o impacto ambiental, no decorrer dos anos novos materiais e técnicas construtivas foram desenvolvidas a fim de tornar o processo construtivo mais sustentável, de forma a buscar alternativas para substituir os materiais convencionais por materiais alternativos, como os reciclados (PINHEIRO, 2006). Tais materiais levam em sua composição uma porcentagem de material descartado anteriormente, que podem ser aproveitados agora para constituir o novo insumo.

Como exemplo dessa aplicação, pode-se citar a utilização de concreto reciclado com resíduos de entulho gerados na construção civil. Tal medida é dita sustentável, já que o material anteriormente descartado será incorporado ao novo material, fato que reduz o impacto ambiental, pois diminui a extração de recursos naturais necessários à produção do concreto.

Outro exemplo é a construção do telhado verde, conforme mostra a Figura 2, prática que tem importância em grandes centros urbanos. Segundo Casagrande (2010) esse sistema torna-se um eficiente isolante térmico, de forma a diminuir a absorção de calor nas edificações. Isso faz com que não seja necessário a instalação de ar-condicionado, o que acarreta em um menor consumo de energia elétrica na edificação.

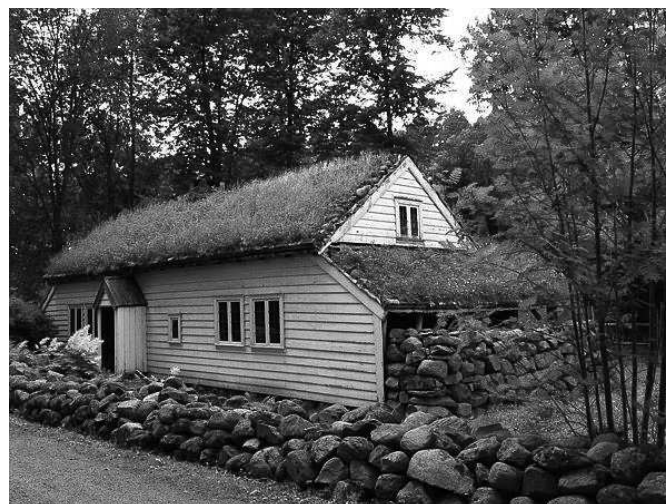


Figura 2 - Exemplo de telhado verde em edificação
Fonte: jardinaria.com.br

Além desses exemplos, há ainda a utilização de containers marítimos como forma de material reciclado na construção civil. O uso de tal material está ganhando força no setor construtivo, tendo em vista sua praticidade e rapidez na execução (CARBONARI; BARTH, 2015). O material será apresentado e explicado sumariamente posteriormente.

2.4 CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um dos setores com maior importância no desenvolvimento da sociedade, visto que é responsável pela implantação de edificações, além de infraestrutura nas cidades, saneamento básico, dentre outras funções (COSTA; MORAES, 2013). Dessa forma, o setor gera uma grande movimentação na economia, além de causar grandes impactos ambientais.

Na busca pela adoção de medidas sustentáveis dentro da construção civil, é necessário que seja feita a integração entre fatores econômicos, sociais e ambientais, de forma que esses três conceitos sejam integrados no pensamento sobre construção sustentável, conforme representa a Figura 3 (VALENTE, 2009).

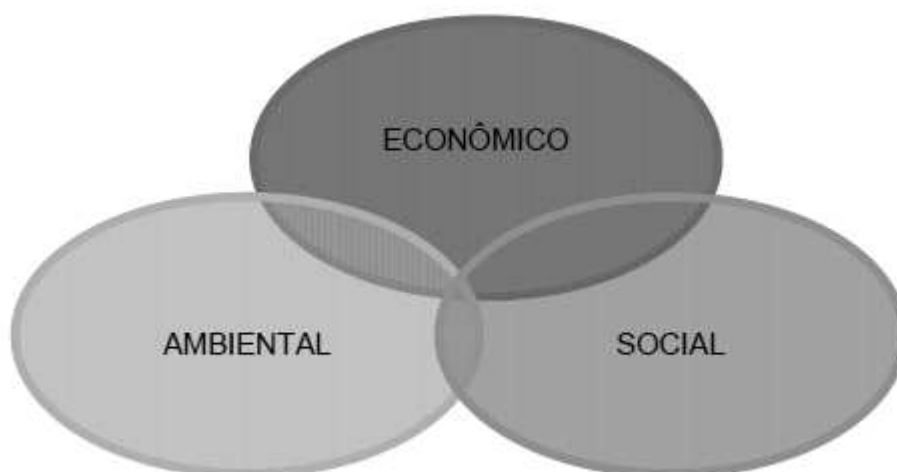


Figura 3 - Desenvolvimento sustentável
Fonte: Carla Araújo, 2009.

Na esfera econômica, com a ampliação do conceito de sustentabilidade, há o surgimento de novas ideias construtivas, o container, por exemplo, que pode gerar grande retorno financeiro à empresários desse ramo. Além disso, com a adoção de outras medidas sustentáveis, por exemplo a captação de água da chuva, o proprietário garante uma economia tanto na conta de água quanto na preservação do recurso natural.

Na esfera social, a população vem exigindo a adoção de práticas sustentáveis, pois sabem da importância dessas ações a longo prazo. Pensando nisso, profissionais da área da engenharia e arquitetura, principalmente, vêm adotando em seus projetos práticas visando a sustentabilidade, de forma que tais ideias sejam executadas e seus benefícios sejam percebidos de imediato.

Por último, na esfera ambiental, as ações e medidas propostas pelos profissionais do setor construtivo devem ser pensadas a fim de diminuir a agressão ambiental, através de práticas que incentivem o reaproveitamento de recursos sem prejudicar o meio ambiente. Dessa forma, com essas três esferas interligadas, é possível que o pensamento sustentável na construção civil seja difundido, de modo que seus benefícios sejam percebidos a curto e longo prazo.

Nesse sentido, com o constante desenvolvimento das cidades e grande utilização de recursos naturais, viu-se que é necessário adotar medidas sustentáveis na construção civil, de forma a garantir a utilização de recursos no futuro, sem afetar o desenvolvimento das nações. Segundo Valente (2009), a capacidade de ações sustentáveis atingirem grandes proporções e se tornarem eficazes, existe na construção civil.

Dessa forma, o pensamento sustentável contribuiu para que o setor da construção civil adotasse práticas com menor impacto ambiental, visando a preservação dos recursos disponíveis. Isso fez com que medidas de certificação ambiental fossem pensadas, a fim de julgar se uma construção possui o caráter sustentável expresso em seus materiais, etapas construtivas, etc.

Tais certificações são uma ferramenta de grande importância para avaliar se um empreendimento está de acordo com parâmetros condizentes com práticas sustentáveis, como economia de água e de energia elétrica de forma a assegurar o conforto ambiental (COSTA; MORAES, 2013). Além disso, as certificações estabelecem critérios referentes ao impacto ambiental gerado pela edificação, de forma a responsabilizar todas as partes envolvidas no processo construtivo.

No Brasil, existem duas certificações que são referência no sentido de avaliação de uma edificação sustentável: a certificação LEED (*Leadership in Energy Environmental Design*), que foi desenvolvida pelo GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*), fundamentada em critérios americanos; e a certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental), ou HQE (*Haute Qualité Environnementale*) que é realizada pela Fundação Vanzolini, derivada de princípios franceses e modificada com critérios brasileiros.

2.4.1 Objetivo da certificação ambiental

O objetivo da elaboração das certificações é qualificar uma edificação que adota medidas sustentáveis na sua construção, desde a fase de projeto até a fase final de execução, de forma que mesmo após finalizada e habitada, a edificação mantenha as ações sustentáveis projetadas, proporcionando uma redução na utilização de recursos naturais, mantendo a qualidade e conforto da edificação.

A adoção de uma certificação gera custos adicionais à obra, tendo em vista que são necessárias modificações no projeto visando introduzir ideias sustentáveis na edificação, de forma que o desconhecimento de práticas pelos profissionais responsáveis pode atrasar o cronograma de execução da obra.

Mesmo que a implantação da certificação seja mais onerosa, os custos operacionais são menores (VALENTE, 2009). Além disso, há a valorização do imóvel com a implementação da certificação, de forma que o imóvel ganhe maior poder competitivo quando comparado à um imóvel sem certificação.

O selo de certificação ambiental é almejado por empresas tanto pela ideia da consciência ecológica quanto para gerar um crescimento no setor construtivo, de forma a obter maior lucro por passar a imagem de ser uma empresa ligada às questões ambientais, tendo responsabilidade na preservação do meio ambiente, trazendo vantagens competitivas no mercado.

2.4.2 Vantagens da certificação ambiental

No momento de compra de uma edificação, o cliente analisa diversas características da obra, como localização, área do imóvel, arquitetura, entre outras. Porém, muitas vezes, as questões sustentáveis não são analisadas no momento de aquisição de um imóvel.

A partir do momento que uma empresa se dispõe a modificar o projeto de uma edificação a fim de torná-la mais sustentável, em busca da certificação ambiental, ela ganha maior valorização no mercado, de forma a atrair novos clientes que tenham o pensamento favorável às práticas sustentáveis.

Isso faz com que a empresa crie uma marca própria, se diferenciando de outras empresas que não têm o pensamento ecológico. Assim, com a busca pela certificação ambiental, a empresa fica conhecida no mercado como ecologicamente correta, fazendo com que a mesma possa alcançar novos investimentos de forma a crescer no setor (VALENTE, 2009).

Além das vantagens para a empresa, as vantagens mais importantes estão relacionadas aos benefícios que a certificação traz para a população e para o meio ambiente.

Uma edificação com certificação ambiental reconhecida traz ao usuário benefícios importantes, tanto em questões ambientais como em questões econômicas. Com a certificação, é confirmado que a edificação adota medidas sustentáveis que geram uma economia de recursos: economia de energia, água, recursos naturais, entre outros. Tal fato, além de ser benéfico ao meio ambiente, também é para o usuário, tendo em vista que o desperdício de recursos é diminuído, minimizando as despesas causadas pelo consumo desses recursos.

Portanto, as edificações certificadas além de trazerem benefícios às empresas, tanto o meio ambiente como a população também são beneficiados com a adoção de práticas sustentáveis, conforme é mostrado no Quadro 2.

BENEFICIADO	VANTAGENS
EMPRESA	Abertura de novos mercados; Aumento de credibilidade frente ao mercado; Redução de acidentes ambientais; Redução com os custos devido aos acidentes ambientais; Redução na utilização dos recursos naturais; Redução nos custos com utilização de mão de obra qualificada.
CLIENTES	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo à reciclagem; Produtos e processos mais limpos.
MEIO AMBIENTE	Conservação de recursos naturais; Redução da poluição; Incentivo à reciclagem.

Quadro 2 - Vantagens na certificação
Fonte: Ana Melhado, 2009.

Com a adoção de medidas sustentáveis, as vantagens se refletem na sociedade como um todo, fato que contribui para a preservação do meio ambiente com a otimização e utilização consciente dos recursos disponíveis.

2.4.3 Certificação LEED

A certificação LEED (*Leadership in Energy Environmental Design*) é um sistema de avaliação que visa reconhecer as construções que adotam medidas sustentáveis, mediante análise de projeto e da construção propriamente dita. O sistema é a confirmação de que a edificação foi projetada e construída atendendo critérios que visam a preservação de recursos naturais e diminuição de desperdícios, proporcionando uma economia de água, energia, melhoria nos ambientes internos da edificação, entre outros.

O sistema foi desenvolvido pelo USGBC (*U.S. Green Building Council*) em 1991, como forma de incentivar e difundir a ideia de sustentabilidade na construção civil.

Para obter a certificação é necessário atender uma série de itens obrigatórios, como ilustra o Quadro 3, de forma a obter uma pontuação com o cumprimento de tópicos pré-estabelecidos. Com o atendimento dos requisitos, a edificação acumula pontos para obter a certificação conforme a execução da obra e caso não sejam atendidos os requisitos, a edificação não poderá receber a certificação, conforme indica o GBC Brasil.

Áreas chave (Key Area)		CRITÉRIOS
	Sustentabilidade do Sítio (SS)	Erosão e controle de sedimentação, Seleção do local, re desenvolvimento urbano, re desenvolvimento de locais ambientalmente contaminados, Transporte, Redução dos distúrbios provocados pela construção, gestão de situações de mau tempo, recuperação e proteção de espaços abertos, paisagem e design exterior e redução da saída de radiação de luz direta.
	Gestão de Água (WE)	Eficiência na utilização de água, Tecnologias inovadoras de tratamento
	Energia e Atmosfera (EA)	Instrução fundamentais dos sistemas do edifício, desempenho energético mínimo, redução de CFC's, Energias renováveis, instruções adicionais, medição e verificação, energia verde e degradação da camada de ozônio.
	Materiais e Recursos (MR)	Recolha e Armazenamento de Materiais Recicláveis, reutilização do edifício, gestão de resíduos de construção, reutilização de recursos, conteúdo reciclado dos materiais, materiais locais/regionais, materiais rapidamente renováveis e madeira certificada
	Qualidade Ambiental Interna (IEQ)	Informação sobre medidas inovadoras incorporadas no projeto e quais os seus benefícios sustentáveis
	Inovação e Processos de Projeto (ID)	Desempenho mínimo de qualidade do ar interior, controle interior do fumo do tabaco, monitorização do dióxido de carbono, eficiência crescente da ventilação, plano de gestão da qualidade do ar interior, materiais de baixa emissão de COV's, capacidade de controlar sistemas, conforto térmico, iluminação natural e vistas

Quadro 3 - Critérios da certificação LEED
Fonte: USGBC, 2011.

Através do sistema de pontuação, a edificação é classificada em quatro níveis (certificação, prata, ouro ou platina) de forma que quanto maior a pontuação maior é o nível de sustentabilidade, conforme ilustra o Quadro 4.

NÍVEL	PONTUAÇÃO NECESSÁRIA
PLATINA	52 a 69 pontos
OURO	39 a 51 pontos
PRATA	33 a 38 pontos
CERTIFICAÇÃO	26 a 32 pontos

Quadro 4 - Níveis de certificação LEED
Fonte: USGBC, 2009.

Conforme sejam adotadas medidas sustentáveis, como economia de água, uso de energia renovável, redução de entulhos, dentre outros, a edificação vai acumulando ponto, de forma a obter o selo da certificação em questão. A certificação LEED pode ser aplicada a todas as edificações, sejam elas comerciais ou residenciais.

2.4.4 Certificação AQUA

A certificação AQUA é um sistema de avaliação espelhado no sistema francês HQE, com adaptações à realidade brasileira que foi desenvolvido em 2008 e que é coordenado pela Fundação Vanzolini.

Assim como na certificação LEED, o objetivo da certificação AQUA é avaliar o grau de sustentabilidade de uma edificação, através de critérios pré-estabelecidos, de forma que haja uma relação entre as práticas construtivas e as exigências ambientais (PINHEIRO, 2006).

A concessão da certificação AQUA é baseada na avaliação de 14 (quatorze) categorias, como ilustra o Quadro 5, de forma que são analisadas as ações que se adequem às categorias em questão. As categorias são avaliadas como Bom (atende às práticas correntes e legislação), Superior (boas práticas) ou Excelente (melhores práticas).

Controle dos impactos sobre o ambiente externo		Criação de um ambiente interno confortável e saudável	
Sítio e construção		Conforto	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acustico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
Gestão		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia	Saúde	
Categoria 05	Gestão de água	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Quadro 5 – 14 categorias do processo AQUA

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011.

Para a obtenção do selo AQUA, é necessário que a edificação seja avaliada e possua no mínimo 3 (três) classificações “Excelente” e 4 (quatro) classificações “Superior”, de forma que a análise e avaliação são feitas em todas as etapas da obra através de vistorias *in loco*.

2.5 RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E A CLIMATIZAÇÃO DO AMBIENTE

Na busca por tornar as edificações com maior qualidade e manter o ambiente confortável termicamente, um dos maiores problemas é a utilização de condicionadores artificiais como forma de amenizar a temperatura interna, fato que consome grande quantidade de energia elétrica, de modo que tal prática não se configura como boa solução na busca pela adaptação das condições ambientais internas às condições climáticas urbanas (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Dessa forma, o desenvolvimento de projetos visando soluções que possibilitem lidar com as condições ambientais locais, que envolvam sobretudo

a temperatura superficial e temperatura do ar, contribuem para a ideia de construção sustentável gerando um menor impacto ambiental, especialmente na questão de energia (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Atrelado a essa ideia de projeto sustentável, é fundamental que seja garantido ao usuário da edificação condições agradáveis de moradia, proporcionando conforto em toda vida útil da edificação, de modo que o projeto minimize o consumo de energia para o condicionamento artificial e mesmo assim garanta o bem-estar e conforto térmico para os moradores.

Nesse sentido, algumas alternativas que apresentam bons resultados tanto na questão sustentável quanto na questão de conforto térmico são: a escolha por cores claras que absorvam menos calor, e a implantação da ventilação cruzada (Figura 4) em edificações. A última é definida como o fenômeno de movimentação de ar no interior de edifícios sem a utilização de sistema mecânico, de modo que há a renovação de ar através de aberturas no ambiente, para que o ar possa entrar e sair, renovando-o e diminuindo a temperatura interna do ambiente (POSSEBOM; PINHEIRO; MULLER; DAI PRAI; CONTERARO, 2016).

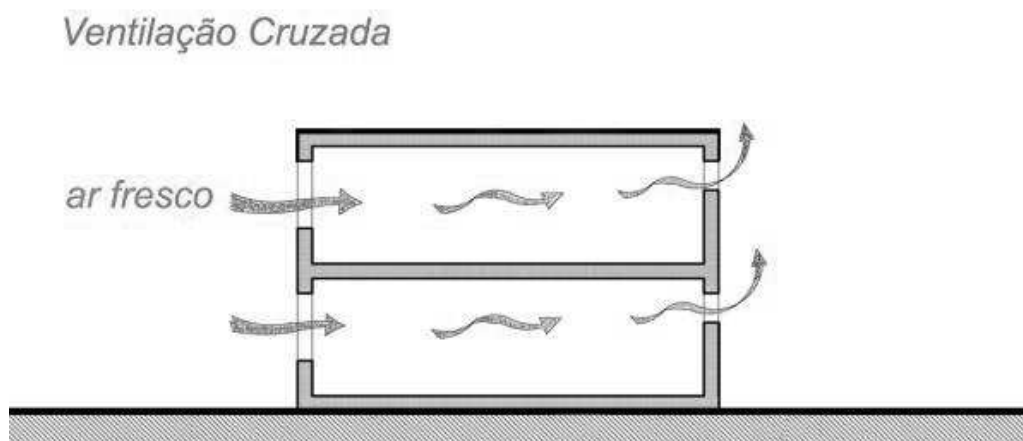


Figura 4 - Ventilação cruzada
Fonte: sustentaraqui.com.br

Segundo Gonçalves e Duarte (2006), a possibilidade de abastecer a demanda energética com a utilização de recursos renováveis é uma atividade que representa um ganho na difusão do conceito de sustentabilidade ambiental em edificações. Entretanto, é importante salientar que as questões ambientais em edificações vão muito além do conforto térmico e da eficiência energética, pois o tema em discussão apresenta muitas variáveis a serem exploradas.

2.6 ASPECTOS DO CONFORTO AMBIENTAL

Com a implantação de práticas sustentáveis nas edificações, sobretudo a fim de reduzir o consumo de energia, é importante que o conforto ambiental seja garantido aos usuários. Porém, é preciso entender que essa sensação de conforto é variável, sendo que para cada usuário há situações diferentes que os mesmos julgam serem ou não confortáveis em termos de temperatura.

A sensação de conforto térmico pode ser entendida como a condição pessoal que expressa a satisfação do usuário com o ambiente térmico (ASHRAE, 2013). O termo engloba uma condição relativa que varia de pessoa para pessoa, sendo difícil a análise e quantificação dos fatores que levam o usuário a julgar se o ambiente é ou não confortável.

A noção de conforto térmico é relacionada com a necessidade do organismo em manter a temperatura corporal interna constante, por volta de 37°C. Quanto mais o organismo trabalha para manter a temperatura corporal interna, maior é a sensação de desconforto. Esse sistema é conhecido como termo regulador, que ocorre quando há trocas térmicas entre o organismo e o ambiente (RUAS, 1999).

De acordo com Nicol (2004), o conforto nas edificações deve ser encarado como uma meta a ser alcançada, cujo resultado é a adaptação do usuário. Para alcançar essa meta, são necessárias alterações nos projetos a fim de relacionar o conceito de sustentabilidade com o conforto térmico do ambiente.

2.7 TROCAS TÉRMICAS

Para entender melhor a ideia de conforto ambiental em edificações, é importante definir com clareza os fenômenos que envolvem as trocas térmicas nos ambientes. O conhecimento desses fenômenos permite entender os motivos pelo qual um ambiente é dito confortável termicamente, sobretudo, a partir da troca de calor entre corpos de diferentes temperaturas é que se pode analisar o conforto térmico em uma edificação (FROTA; SCHIFFER, 2001).

As trocas térmicas que interferem diretamente na temperatura interna de uma edificação estão relacionadas às “trocas secas”, que estão relacionadas à variação de temperatura entre corpos sem a interferência de água. Tais mecanismos de trocas secas são: convecção, condução e radiação. As duas últimas são de suma importância para a análise em edificações em container.

2.7.1 Convecção

De acordo com Çengel e Ghajar (2012), tal fenômeno é definido como sendo a troca de calor entre dois corpos em contato molecular, no qual um deles é um sólido e outro é um fluido. O processo inicia-se com a transmissão de calor por condução e, posteriormente, a mudança de temperatura sofrida faz com que a densidade do fluido seja alterada, de forma a iniciar o movimento convectivo.

2.7.2 Condução

Por condução, é entendido o processo pelo qual dois corpos em contato molecular, com temperaturas diferentes, trocam calor entre si, através da interação entre as partículas mais energéticas que transferem energia para as partículas menos energéticas. Tal fenômeno ocorre em líquidos, gases e sólidos.

Nos sólidos, a condução ocorre através de elétrons livres, que transportam a energia do sistema. Já em líquidos e gases, tal fenômeno acontece através das colisões de moléculas (ÇENGEL; GHAJAR, 2012).

2.7.3 Radiação

O fenômeno que tem grande interferência na temperatura interna em edificações em container. Refere-se a troca de calor entre corpos distantes entre

si, através de ondas eletromagnéticas. Diferente dos fenômenos de transmissão de calor citados anteriormente, o fenômeno em questão não exige a presença de um meio interventor. Segundo Çengel e Ghajar (2012), todos os corpos com temperatura acima do zero absoluto tem a capacidade de absorver ou transmitir radiação em diferentes graus.

2.8 CONHECENDO O CONTAINER

Com o conhecimento das principais formas de fenômenos térmicos que atuarão no container e o entendimento do funcionamento das certificações ambientais, é necessário conhecer as características do container para melhor entendimento da pesquisa em questão.

O transporte de cargas através de containers é conhecido e utilizado mundialmente, tendo em vista que todos os dias em diferentes portos do mundo, navios cheios de containers começam uma longa viagem até o destino final, transportando diferentes materiais dentro de cada container.

É importante que seja entendido o que é um container utilizado como transporte de cargas. A definição básica de container é:

“O container é um cofre de carga móvel, ou seja, provido de dispositivos que permitem a sua manipulação, desenhado para o transporte multimodal; apto para o uso reiterado; dotado de marcas e sinais de identificação; com volume interno de no mínimo 1m³, sendo o aço o material mais utilizado na fabricação de containers” (VIEIRA, 2011, p. 63).

As dimensões podem variar de acordo com cada fabricante, que podem fazer pequenas modificações nas medidas do container. Conforme ilustra a Figura 5, os tamanhos mais comuns apresentados no mercado são o container de 20 pés, cujas medidas aproximadas são: 2,44 metros de largura; 6,0 metros de comprimento e 2,59 metros de altura; e os de 40 pés, que possui as mesmas dimensões de largura e altura do mencionado anteriormente, diferindo-se na medida de comprimento que é de 12,0 metros; que são representados pelas siglas TEU (twenty feet equivalent unit, unidade equivalente a 20 pés) e FEU (forty feet equivalent unit, unidade equivalente a 40 pés), respectivamente. De acordo com

Martins (2008, p. 344), a unidade que não sofre alteração é a largura, que em todos os containers será de 8 pés.

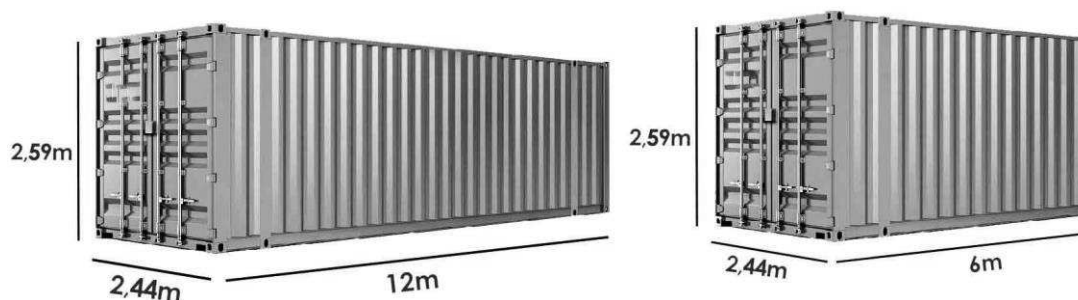


Figura 5 - Tipologia de containers 40 e 20 pés
 Fonte: mirandacontainer.com.br

Outra característica importante dos containers é relacionada à sua capacidade de carga. Segundo Magalhães (2011, p. 22), o container de 20 pés possui capacidade de carga de aproximadamente 19 toneladas, enquanto que o container de 40 pés possui aproximadamente 27 toneladas de capacidade de carga.

É importante atentar-se ao fato de que os containers podem transportar diferentes tipos de materiais, incluindo produtos químicos que são nocivos à saúde. Portanto, é fundamental que o mesmo passe por uma inspeção por profissional responsável e legalmente habilitado para garantir a qualidade do container, garantindo que o mesmo não apresenta indícios de substâncias nocivas à saúde, de forma que sua utilização na construção civil possa ser concretizada.

Dessa forma, é necessário um laudo de habitabilidade para container, certificando-se que o mesmo não apresenta riscos físicos, químicos ou biológicos. Na NR 18, item 18.4.1.3.2, é evidenciado a necessidade de tal laudo:

“Tratando-se de adaptação de container, originalmente utilizados no transporte ou acondicionamento de cargas, deverá ser mantido no canteiro de obras, à disposição da fiscalização do trabalho e do sindicato profissional, laudo técnico elaborado por profissional legalmente habilitado, relativo à ausência de riscos químicos, biológicos e físicos (especificamente para radiações) com a identificação da empresa responsável pela adaptação” (NR 18, 2000).

Com a fiscalização pelo profissional habilitado e posterior liberação do laudo de habitabilidade, o container já pode ser empregado na construção com

garantias de segurança aos futuros usuários, tendo em vista que o mesmo apresentou condições adequadas para a habitação.

2.8.1 O Container como material sustentável

De acordo com Occhi e Almeida (2016) a arquitetura está buscando por materiais que permitem uma diminuição do desperdício e redução do impacto ambiental, de forma que a escolha por habitações utilizando containers vem de encontro a essas necessidades. Nas regiões portuárias é possível notar a grande quantidade de containers armazenados em depósitos quando não apresentam mais uso ao transporte de cargas. Com essa grande quantidade de material parado, sem uso, viu-se que é necessário buscar alternativas para proporcionar uma reutilização dos mesmos.

Dessa forma, uma das alternativas mais eficientes de reutilização é na construção civil, tendo em vista que o mesmo pode ser modificado conforme a necessidade do usuário, com adaptações que proporcionem uma estética agradável, além de solucionar o problema da reciclagem, tornando o material sustentável se projetado e executado corretamente.

O uso de container na construção civil vem ganhando cada vez mais espaço em diversos países. Além do fator ambiental que o container proporciona, outro benefício que o proprietário terá é que em pouco tempo ele poderá usufruir de uma habitação com alto grau de conforto e estética agradável. Somado a isso, a reutilização do container proporciona uma obra mais limpa com diminuição de entulhos, gerando uma economia de recursos naturais como areia, tijolo, cimento, água, etc., (MILANEZE et al. 2012).

Outro fator importante que está interligado com a sustentabilidade é a durabilidade do container. Lima e Silva (2016) destacam o fato de que a durabilidade do material possa chegar aproximadamente até 90 anos, tornando-o mais viável quando comparados às construções convencionais.

Nesse sentido, o container é fabricado para suportar às mais adversas condições climáticas, desde o mais severo frio até elevadas temperaturas. Além disso, o material é capaz de resistir à fortes rajadas de vento e tempestades,

tendo em vista que no transporte em navios, o material enfrenta situações bem adversas.

Além de sua grande durabilidade, outro ponto favorável que vai de encontro às questões sustentáveis é que o material permite agregar diferentes técnicas sustentáveis, como o telhado verde, sistema de captação da água da chuva, além de novas técnicas que proporcionem conforto térmico ao proprietário, por exemplo, um sistema de isolamento térmico feito de garrafa PET (Isofit) (LIMA; SILVA, 2016).

2.8.2 Aspectos Construtivos do container

A utilização de container como estrutura construtiva requer um planejamento mais preciso das etapas de construção, tendo em vista que a estrutura apresenta grandes diferenças quando comparados às estruturas convencionais. Desde o transporte do container até a parte de acabamentos, a estrutura deve ser planejada a fim de se proporcionar uma construção sustentável, com conforto e comodidade para o proprietário.

É necessário que alguns aspectos sejam levados em consideração no processo de construção com container. Na escolha pelo tipo de container, é importante que seja verificado a existência de resíduos químicos e o estado de conservação do mesmo. Com isso, a partir da escolha correta, é necessário que o mesmo seja desamassado e que seja feita uma limpeza, de forma a retirar adesivos e demais elementos que possam interferir na pintura do container.

Uma das etapas que requer maior atenção é o transporte do container, que pode gerar um grande impacto no custo final da construção, pois a distância entre porto e obra pode encarecer o projeto. Para o transporte, recomenda-se que o mesmo seja feito por caminhão convencional ou caminhão do tipo *Munck*.

Já no canteiro de obra, é necessário planejar a forma de execução da fundação para o container. As propriedades geofísicas do terreno são determinantes na escolha pelo tipo de fundação e a forma como a mesma será executada. O container deve ser fixado na fundação pelas quatro cantoneiras inferiores, através de uma peça ajustável para regular a altura, de forma a

impedir a movimentação pela ação do vento (CARBONARI; BARTH, 2015). Os tipos de fundação mais utilizados são o radier, vigas baldrame e sapatas isoladas de concreto.

De acordo com o *Residential Shipping Container Primer* (RSCP), de 2014, a rigidez da estrutura de aço do container faz com que o mesmo possa formar um agrupamento com oito unidades de altura e três unidades de comprimento. Isso é possível devida à estrutura do container, em que a transmissão de cargas é feita para as vigas e, posteriormente, pilares, que descarregam tais cargas na fundação da estrutura. Porém, para isso, é necessário que as peças estejam posicionadas adequadamente, para garantir a transmissão de cargas dos elementos.

O acoplamento de container (Figura 6) deve ser feito através de ligações por solda ou por parafusos, indica Slawik et al. (2010). É necessário o recorte do container para realizar aberturas para utilização de janelas, portas, etc. Nesse sentido, de acordo com Figuerola (2013), as aberturas com medidas superiores a um terço ($1/3$) do comprimento do container necessitam de reforço estrutural, para que a estrutura permaneça rígida e segura.



Figura 6 - Exemplo de acoplamento de container na Casa Foz Design
Fonte: deltacontainers.com.br

Nas aberturas que serão executadas, é necessário que os requadros sejam feitos com o mesmo material do container, de forma a evitar corrosão, pois ligas metálicas diferentes podem causar tal problema (CARBONARI; BARTH, 2015). Após isso deve ser realizada a limpeza do container, de forma a remover todo tipo de sujeira e dar início ao processo de pintura do container.

Segundo o RSCP (2014) somente após o nivelamento e estabilização do container na obra que os revestimentos internos devem ser executados, empregando placas de gesso acartonado como solução mais utilizada. Tal procedimento proporciona que as instalações elétricas, hidrossanitárias e camadas de isolamento térmico se localizem entre o revestimento interno e parede externa, de forma que a montagem seja realizada facilmente, além de proporcionar um aspecto visual confortável, como pode ser visto na Figura 7.



Figura 7 - Ambiente interno de uma edificação em container
Fonte: mirandacontainer.com.br

Conforme visto na figura anterior, as instalações elétricas e hidrossanitárias não estão aparentes no interior da edificação, fato que proporciona um ambiente confortável em relação à estética, causando a sensação de bem-estar aos usuários.

O container tem, portanto, algumas características próprias que diferenciam sua construção da construção convencional de alvenaria, tais como isolamento termo acústico, cuidados com aberturas de janelas e portas, cuidados com pintura e condições de habitabilidade, entre outros.

Através de um bom planejamento e adequação de projetos, é possível a construção de habitações em container com confortável aspecto visual e, com a execução correta das etapas construtivas voltadas à preservação ambiental, é possível que a mesma edificação possa ser julgada como sustentável, a partir da economia de recursos durante a fase de construção e de utilização pelos moradores.

Portanto, com os cuidados necessários e competência dos profissionais envolvidos, a habitação em container tem capacidade de proporcionar bons resultados aos usuários que buscam por uma habitação a favor da sustentabilidade atrelado ao conforto térmico acústico e visual.

3 METODOLOGIA

Acerca do tema que envolve o elemento construtivo container, é possível a realização de diferentes estudos que visam determinar o quão sustentável é o material, a partir da análise de custos de implantação, análise de temperatura do ambiente interno, qualidade do ar, radiação solar, entre outros.

Atualmente existem diferentes softwares e ferramentas computacionais que auxiliam no estudo do desempenho ambiental de edificações, através de simulações desenvolvidas em computador (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Softwares como o *Radiance*, *TAS*, *Energy Plus* auxiliam no estudo do desempenho térmico, energético e acústico de edificações. Entretanto, na pesquisa em questão, tais softwares não são utilizados pois não é o foco da pesquisa.

O procedimento metodológico empregado na realização desta pesquisa foi na forma de um estudo de caso em edificações em container localizados na cidade de Toledo-PR. Para fundamentar o estudo, buscou-se normas brasileiras e internacionais que pudessem orientar os procedimentos e a coleta de dados. Há uma carência de normas específicas que orientam o procedimento a ser adotado para a coleta de dados referentes à temperatura interna de containers utilizados como habitações.

Todavia, existem normas que abordam o conforto térmico que auxiliam na pesquisa em questão. No Brasil, as principais são a ABNT NBR 15220/2005 e a ABNT NBR 15575-1/2013. A primeira é dividida em cinco partes e trata sobre o desempenho térmico de edificações e demais características importantes sobre o tema. Já a segunda norma abrange a edificação como um todo, apresentando critérios avaliativos para edificações de até cinco pavimentos, porém sem especificar os procedimentos para habitações em container.

Com relação a ABNT NBR 15220/2005 um ponto importante a ser ressaltado é a parte 3 da referida norma, que aborda a classificação por zonas bioclimáticas do Brasil, definindo diferentes práticas construtivas para cada região. Como a cidade de Toledo-PR não se encontra na tabela de classificação, é necessário verificar qual a cidade mais próxima para adotar a mesma zona climática. No caso em questão, a cidade de Toledo-PR é dita como pertencente

à zona 3, pois foi tomado como parâmetro a cidade de Foz do Iguaçu-PR, que pertence a zona citada.

Após isso, foram realizadas as medições de temperatura nas habitações em container. Conforme a ABNT NBR 15575-1/2013 a avaliação do desempenho térmico de edificações deve ser realizada através de medições *in loco*, nas edificações em escala real. Ainda conforme a mesma norma, ela estabelece condições para a realização das medições em um conjunto habitacional de unidades térreas, de forma que para a avaliação devem ser escolhidas unidades que possibilitem:

- Análise no verão: janela do dormitório ou sala voltada para oeste e outra parede exposta voltada para norte;
- Análise no inverno: janela do dormitório ou sala de estar voltada para sul e outra parede exposta voltada para leste;
- Caso nenhuma das condições acima sejam atendidas, deve-se priorizar unidades que tenham o maior número de paredes expostas e cujas orientações das janelas sejam mais próximas das condições especificadas acima (ABNT NBR 15575-1/2013).

Na escolha pelos dias para medição, é recomendado que seja um dia típico da estação, verão ou inverno, precedido por no mínimo um dia com características semelhantes. É importante que as medições sejam realizadas em dias predominantemente ensolarados.

Como a pesquisa em questão foi realizada no período de inverno, a ABNT NBR 15575-1/2013 fornece critérios que devem ser seguidos para realizar as medições no período em questão. É recomendado que para um maior conforto dos usuários, os valores de temperatura interna para ambientes como sala, dormitório, devem seguir os dados conforme indica o Quadro 6 a seguir.

Como não há uma norma específica sobre o conforto térmico em edificações em container, foi necessário realizar uma adaptação da ABNT NBR 15575-1/2013 para possibilitar a comparação dos resultados. Dessa forma, a norma supracitada relaciona os valores de temperatura mínimos diários da edificação. Por serem edificações comerciais, não foi possível obter tal resultado nas mesmas (devido ao horário de funcionamento), por isso, a comparação é realizada com a temperatura obtida no horário de coleta dos dados. Assim, a comparação pode ser realizada mantendo a coerência dos resultados.

Nível de Desempenho	Critério	
	Zonas Bioclimáticas 1 a 5	Zonas Bioclimáticas 6, 7 e 8
Mínimo (M)	$T_i \geq (T_e + 3^\circ\text{C})$	Este critério não precisa ser verificado
Intermediário (I)	$T_i \geq (T_e + 5^\circ\text{C})$	
Superior (S)	$T_i \geq (T_e + 7^\circ\text{C})$	

Quadro 6 - Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno
Fonte: Adaptação do autor da NBR 15575-1/2013.

onde:

T_i : é o valor da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius;

T_e : é o valor da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius.

NOTA: Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.

Os valores da temperatura do ar medido no ambiente interno da edificação nos dias de inverno devem ser maiores ou iguais à temperatura externa acrescida de 3°C para zonas bioclimáticas de classificação 1 a 5, sendo que nas zonas com classificação superior a 5 não é necessário a avaliação de desempenho térmico de acordo com a ABNT NBR 15220-3.

Além da coleta de dados *in loco*, as edificações escolhidas são analisadas quanto aos parâmetros das certificações LEED e AQUA para verificar se as mesmas possuem condições de serem certificadas. Essa análise é realizada seguindo os parâmetros estabelecidos pelas certificações supracitadas.

3.1 VERIFICAÇÃO DO CONTAINER PARA ESTUDO E ANÁLISE

Para a coleta de dados da pesquisa, foram escolhidas obras comerciais, em um local em que pelo menos uma de suas paredes fique exposta diretamente ao sol. O critério para escolha dos containers foi optar pelos quais estejam em maior contato direto com o sol, longe de árvores e outros elementos que possam

causar sombra na edificação. No ambiente interno, não deve haver climatização artificial por condicionadores de ar.

3.2 VERIFICAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE INTERNA DO CONTAINER

Para a verificação da temperatura no ambiente, foram medidas a temperatura interna e da superfície interna da parede voltada para o Norte. Optou-se por essa orientação pois a incidência solar ao decorrer do dia é maior. Para a coleta de dados, utilizou-se o Relógio Termo-Higrômetro, modelo MT-241 da marca *Minipa*, conforme mostra a Figura 8. O aparelho estava posicionado aproximadamente a 30cm distante da superfície, de forma que a extremidade com o sensor de temperatura esteve em contato com a superfície. Além disso, o sensor foi posicionado a uma altura aproximada de 1,20m em relação ao solo. Para coletar os dados, foi necessário aguardar que a temperatura se estabilize no visor do Relógio Termo-Higrômetro para fazer a anotação da mesma.

O aparelho é capaz de medir a temperatura interna em um intervalo de 0°C a 50°C, com precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$, enquanto que na temperatura externa o intervalo varia de -50°C a 70°C, com precisão de $\pm 2^\circ\text{C}$ e a umidade do ar interna variando entre 20% a 90%, com precisão de $\pm 10\%$. As temperaturas foram verificadas em dias com o tempo limpo e ensolarado, com medições em três intervalos de horário (8h às 9h, 14h às 15h e 17h às 18h), variando conforme a disponibilidade em adentrar no local escolhido para análise. Tais intervalos foram escolhidos de forma a optar por períodos em que não houvesse nenhum tipo de condicionador de ar ligado (horários de início e fim de funcionamento dos locais de medição).

Por serem ambientes comerciais, o horário de funcionamento dos mesmos limitou o horário disponível para a realização das medições *in loco*. Para preservar o nome das empresas, foram adotadas as letras A, B e C para nomear as edificações em análise.

A edificação A possui horário de funcionamento das 8h às 18h, de forma que as medições foram realizadas em dois períodos: no intervalo das 8h às 9h e no intervalo das 17h às 18h. Tal edificação é constituída por dois containers de 2,44 metros de largura; com 12,0 metros de comprimento e 2,59 metros de altura, de forma que possui um agrupamento (Figura 10), além disso, possui isolamento térmico e acústico nas paredes, sendo revestidas com *Dry Wall* (Figura 11).



Figura 10 - Vista da fachada da Edificação A
Fonte: Leo Cavallini (2015).

A Figura 10 ilustra como é a fachada da Edificação A, de forma que é possível visualizar o agrupamento vertical de dois containers que compõem a edificação.

Em seguida é exposta a Figura 11, que ilustra como é a parede em que foram realizadas as medições.



Figura 11 - Interior da edificação revestido com *Dry Wall*
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 11 ilustra uma parede do interior da Edificação A, onde é possível visualizar que há um revestimento na superfície do container.

A edificação B possui horário de funcionamento das 8h às 19h, de forma que as medições foram realizadas em dois períodos: no intervalo das 8h às 9h e no intervalo das 17h às 18h. Tal edificação é composta por quatro containers de 2,44 metros de largura; com 12,0 metros de comprimento e 2,59 metros de altura, com dois agrupamentos verticais (Figura 12), sendo que em um desses containers há revestimento externo. Além disso, possui isolamento térmico e acústico nas paredes, sendo revestidas em *Dry Wall* (Figura 13).



Figura 12 - Vista da fachada da Edificação B
Fonte: Autoria Própria.

É possível visualizar os dois agrupamentos verticais na Figura 12, sendo visível também a presença dos quatros containers que constituem a edificação. Na Figura 13 pode ser visto como é o interior de tal edificação analisada.



Figura 13 - Parede revestida do interior da edificação B
Fonte: Autoria Própria.

É possível visualizar que há revestimento na parede interna da edificação em questão, ou seja, o container possui um isolamento para o ambiente interno.

A edificação C possui horário de funcionamento das 14h às 22h, de forma que somente um intervalo de horário foi igual ao das outras edificações. As medições foram realizadas em dois períodos: no intervalo das 14h às 15h e no intervalo das 17h às 18h. Tal edificação é constituída por dois containers de 2,44 metros de largura; com 12,0 metros de comprimento e 2,59 metros de altura (Figura 14) possuindo agrupamento horizontal. Além disso não possui nenhum tipo de isolamento térmico e acústico nas paredes.



Figura 14 - Vista da fachada da Edificação C
Fonte: Daniel Vendramini (2016).

É possível visualizar a fachada da edificação em questão, onde pode ser visto o agrupamento horizontal nos fundos do ambiente. O ambiente interno não pôde ser fotografado por ordens do proprietário da edificação.

3.4 CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE TOLEDO-PR

Para um maior conhecimento do local de realização da pesquisa, é preciso compreender melhor algumas características importantes que possam interferir nos resultados, tais como clima e ventos predominantes.

A cidade se localiza no oeste do estado do Paraná (Figura 15), apresentando clima subtropical úmido mesotérmico, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e com verões quentes. De acordo com o mapa de isopletas contido na ABNT NBR 6123, a velocidade do vento é de aproximadamente 47,0 m/s.



Figura 15 - Localização da cidade de Toledo-PR
Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) fornece informações referentes às máximas e mínimas temperaturas registradas no município no período de 1961 a 1990, conforme mostra o Quadro 7:

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima absoluta (°C)	36,2	35,8	35,8	33,4	29,8	27,7	30,7	31,8	33,8	35,5	38	37,1	38
Temperatura máxima média (°C)	29,9	29,7	29,4	26,7	23,4	21,1	22,8	23,2	24,6	27,5	28,4	28,8	26,3
Temperatura média (°C)	24,4	24	23,4	20,7	17,7	15,7	17,1	17,1	18,9	21,6	22,7	23,4	20,6
Temperatura mínima média (°C)	19,6	19,4	18,5	15,8	12,9	11,4	12,5	12,6	14	16,5	17,7	19	15,8
Temperatura mínima absoluta (°C)	12,8	11,5	8,0	2,0	1,0	-1,2	-0,1	-2,7	2,8	6,1	8,7	12,7	-2,7
Precipitação (mm)	172	167	126	145	184	130	96	92	141	207	166	166	1792
Umidade relativa (%)	75,4	78,2	74,6	76,9	73,5	76,9	73,5	71,5	70,7	70,3	71,6	75,5	74,1

Quadro 7 - Dados climatológicos entre 1961 a 1990 para Toledo
Fonte: INMEP (Instituto Nacional de Meteorologia).

Com base nos dados históricos relacionados à temperatura, através do Quadro 7, é possível verificar que o mês mais quente é janeiro, com uma temperatura média de 24,4°C, enquanto que o mês mais frio é junho, com temperatura média de 15,7°. Além disso, percebe-se que a partir de setembro as temperaturas começam a aumentar novamente, sendo um bom período para a coleta de dados *in loco*.

Quanto aos ventos, as direções predominantes no período de 1987 a 1997 foram de nordeste com 37,52%, de sudoeste com 10,89% e de leste com 10,33% (PLANO..., 2007).

3.5 ENTREVISTA PROFISSIONAL DE CUNHO EXPLANATÓRIO

Para elaborar o procedimento metodológico da pesquisa, foi necessária a realização de entrevista com profissional técnico responsável. Foi realizada uma entrevista do tipo não estruturada com o arquiteto Carlos Eduardo Salamanca, de Toledo-PR, no dia 23 de março de 2017, com o objetivo de obter maiores informações sobre a construção em containers, tendo em vista que o mesmo possui ampla experiência nesse tipo de construção. De acordo com Laville e Dione (1999) a entrevista do tipo não-estruturada tem como objetivo deixar o entrevistado decidir a forma de construir a resposta. Ou seja, sem um roteiro pré-estabelecido, o entrevistado aborda assuntos de forma espontânea que o mesmo julga serem relevantes à pesquisa.

Um dos pontos mais relevantes da entrevista em questão é que o entrevistado abordou sobre a necessidade de projetar a edificação em container visando o conforto de forma sustentável, através da aplicação do conceito de ventilação cruzada, além de um correto isolamento termo acústico. Dessa forma, com o auxílio do profissional em difundir o conhecimento sobre práticas e características construtivas em container, o procedimento metodológico foi elaborado de forma a abranger as características mais relevantes relacionadas à temperatura interna e a sua relação com conforto e sustentabilidade.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

A seguir estão expostos os resultados e análises referentes às verificações *in loco* da temperatura interna e externa, e também da superfície interna das edificações em estudo. Além disso, estão descritas as avaliações das edificações para analisar se as mesmas adotam práticas sustentáveis de acordo com os parâmetros estabelecidos pela certificação LEED e AQUA.

4.1 COLETA DE DADOS

A fim de comparar os resultados obtidos e julgar a condição de conforto térmico nas edificações escolhidas, é necessário entender o procedimento de coleta de dados para posteriormente analisá-los.

A realização das medições de temperatura, devido aos trâmites burocráticos de empréstimo do Relógio Termo-Higrômetro, aconteceu no período de inverno no período de 18 de agosto a 13 de setembro. Como foi supracitado, as edificações escolhidas possuem diferentes horários de funcionamento, limitando a quantidade de visitas para coleta de dados.

Além disso, as condições climáticas também interferiram na coleta de dados, de forma que em dias nublados nenhum dado foi coletado. Assim sendo, a quantidade de dados coletados para a análise pode ser vista no Quadro 8:

	Edificação A	Edificação B	Edificação C
8h às 9h	14 dados	14 dados	-
14h às 15h	-	-	12 dados
17h às 18h	11 dados	10 dados	12 dados

Quadro 8 - Quantidade de dados coletados para análise
Fonte: Autoria Própria.

Percebe-se com base no Quadro 8 que o número de dados coletados nos diferentes lugares não foi o mesmo, muito em decorrência das condições climáticas que, em determinados dias, variaram muito de um horário para outro.

4.2 VERIFICAÇÕES DE TEMPERATURA *IN LOCO*

De posse dos dados coletados em campo, é possível prosseguir com a análise acerca do conforto térmico em container. Com os dados expostos em forma de tabelas no Apêndice A (Tabelas 1 a 6), é possível realizar a análise e considerações relevantes envolvendo cada edificação escolhida e relacionar tais considerações com o conforto térmico do ambiente. Os gráficos relativos aos dados coletados estão dispostos no tópico em questão.

4.2.1 Edificação A

Como visto anteriormente, a atual edificação possui revestimento em *Dry Wall*, fato esse que proporciona temperaturas menores quando comparado a outros ambientes sem tal revestimento. Após a coleta dos 14 dados no primeiro período (8h às 9h), e de 11 dados no segundo período (17h às 18h), pode-se ilustrar o comportamento da temperatura interna do ambiente, além da temperatura da superfície interna e da temperatura ambiente externa, obtidos com o equipamento.

O Gráfico 1 a seguir ilustra o comportamento da temperatura no primeiro horário, após a coleta dos 14 dados.

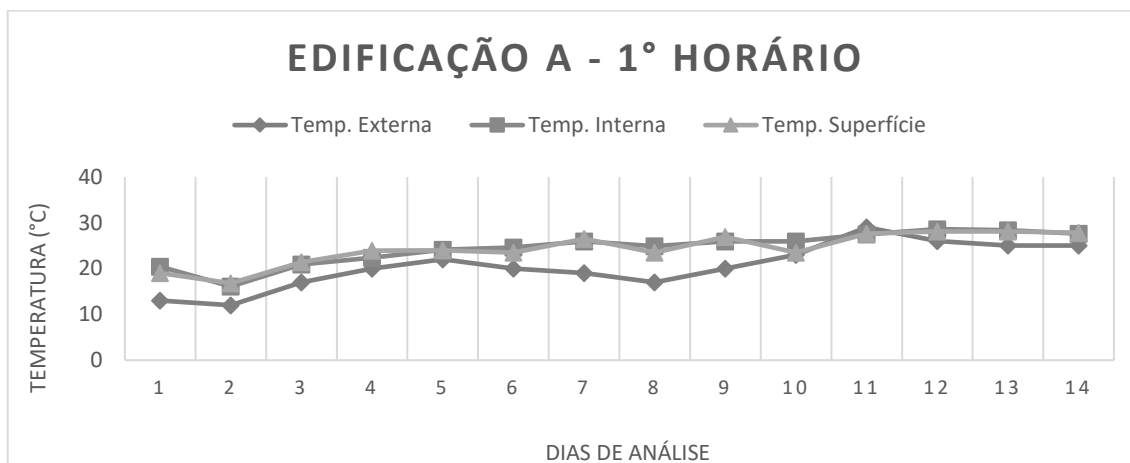


Gráfico 1 - Edificação A no primeiro horário de medição
Fonte: Autoria Própria.

Analisando o Gráfico 1, é possível visualizar que em 13 dos 14 dias a temperatura externa esteve menor que a temperatura interna. Isso pode ser explicado pelo fato de o sol estar incidindo diretamente na superfície analisada, dessa forma, pelo fenômeno da radiação, o calor da superfície é propagado para todo o ambiente interno, fazendo com que a temperatura interna aumente. Além disso, em alguns dias a temperatura da superfície foi maior que a temperatura interna, isso se deve ao fato de a superfície, no horário de medição, não ter propagado todo calor absorvido para o ambiente, ou seja, por não ter atingido o equilíbrio de temperaturas entre a superfície e o ambiente interno.

No 11° dia a temperatura externa foi maior que a interna. Isso se deve ao fato do horário de coleta deste dia, que foi no início do intervalo considerado, dessa forma, a superfície ainda não tinha absorvido grande quantidade de calor, contribuindo para esse fato único no período de coleta.

A seguir é exposto o Gráfico 2 referente à coleta dos 14 dados no segundo horário.

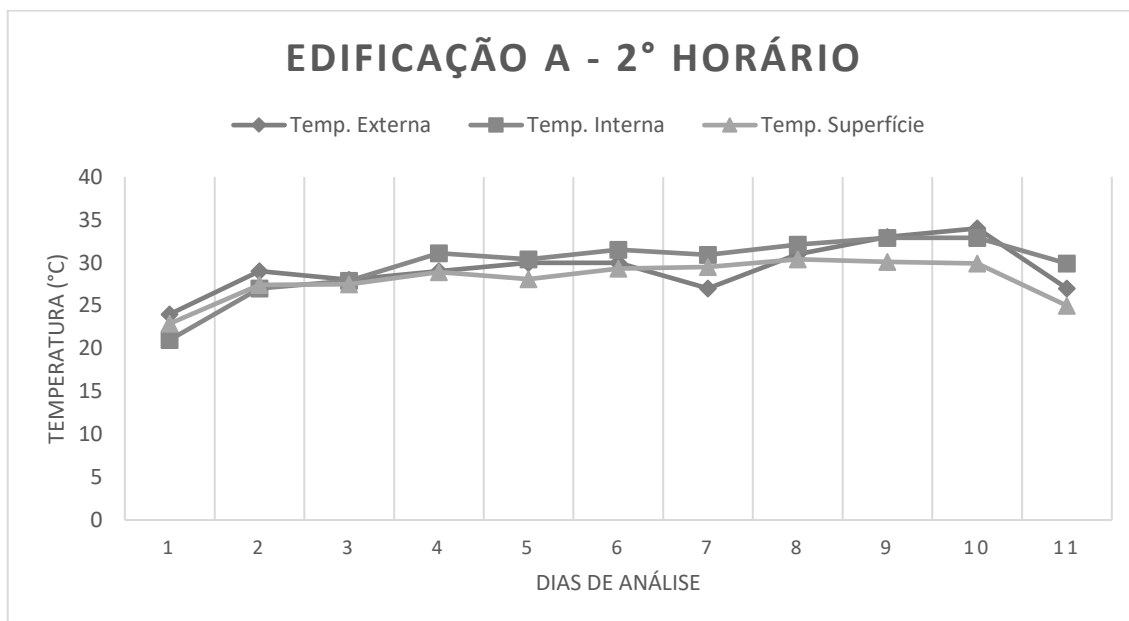


Gráfico 2 – Edificação A no segundo horário de medição
Fonte: Autoria Própria.

Com base no Gráfico 2, percebe-se que a temperatura interna e a temperatura da superfície apresentaram valores muito próximos, como era esperado. A diferença entre a temperatura externa e a temperatura interna foi pouca quando comparado à situação representada no primeiro horário. É visto que em 3 dias a temperatura externa foi maior que a temperatura interna, fato que não é bom para as condições de inverno, de acordo com a ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor.

Além disso, é visível que em apenas 1 dia (7° dia) a diferença entre a temperatura externa e interna foi maior que nos demais dias. Isso pode ser explicado pelo fato de que nesse dia a superfície absorveu grande quantidade de calor durante o dia e irradiou para o ambiente interno, de forma a aumentar a temperatura até que o equilíbrio fosse atingido.

A análise geral que pode ser feita da edificação em questão é que dos 25 dados coletados, somando os dois períodos de medição, apenas em 9 dias (Tabela 7 e 8 do Apêndice B) as condições de que a temperatura interna deve ser maior ou igual a temperatura externa acrescida de 3°C foi atendida (conforme ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor). Ou seja, apenas 36% dos dias apresentaram condições mínimas de conforto térmico.

Esse baixo número pode ser explicado devido às altas temperaturas no período de inverno, onde em muitos dias as temperaturas observadas estavam semelhantes às temperaturas normalmente observadas em condições de verão.

Dessa forma, o isolamento utilizado na edificação em questão não se mostrou eficiente para proporcionar o conforto térmico na condição de inverno, tendo em vista que o mesmo não apresentou boas características para impedir que o ambiente interno perca calor para o ambiente externo. Nos dias que não apresentaram condições aceitáveis de conforto térmico para o período de inverno, uma alternativa para se chegar a este fim seria a utilização de aquecedores de ar, alternativa esta que estaria contra a ideia de sustentabilidade na edificação.

Entretanto, como foi visto, as temperaturas registradas no período de inverno estavam muito próximas às temperaturas normalmente vistas em período de verão. Dessa forma, conforme a ABNT NBR 15575-1/2013 (adaptada pelo autor) para condições de verão, a temperatura interna deve ser menor ou igual a temperatura externa. Com isso, comparando o seguinte caso com as condições de verão, nos dias que não apresentassem condições mínimas de conforto térmico seria necessário a utilização de condicionadores de ar como alternativa para que tal condição fosse atendida, estando contra o pensamento sustentável.

4.2.2 Edificação B

Como foi exposto anteriormente, a edificação em questão tem características semelhantes à edificação A: possui revestimento em *Dry Wall* e horário de coleta de dados similar. Após a coleta de 14 dados no primeiro horário (8h às 9h) e de 10 dados no segundo horário (17h às 18h), pode-se analisar o comportamento da edificação. A análise dos resultados é realizada a partir da leitura dos gráficos a seguir.

O Gráfico 3 ilustra o comportamento da edificação no primeiro horário de medição.

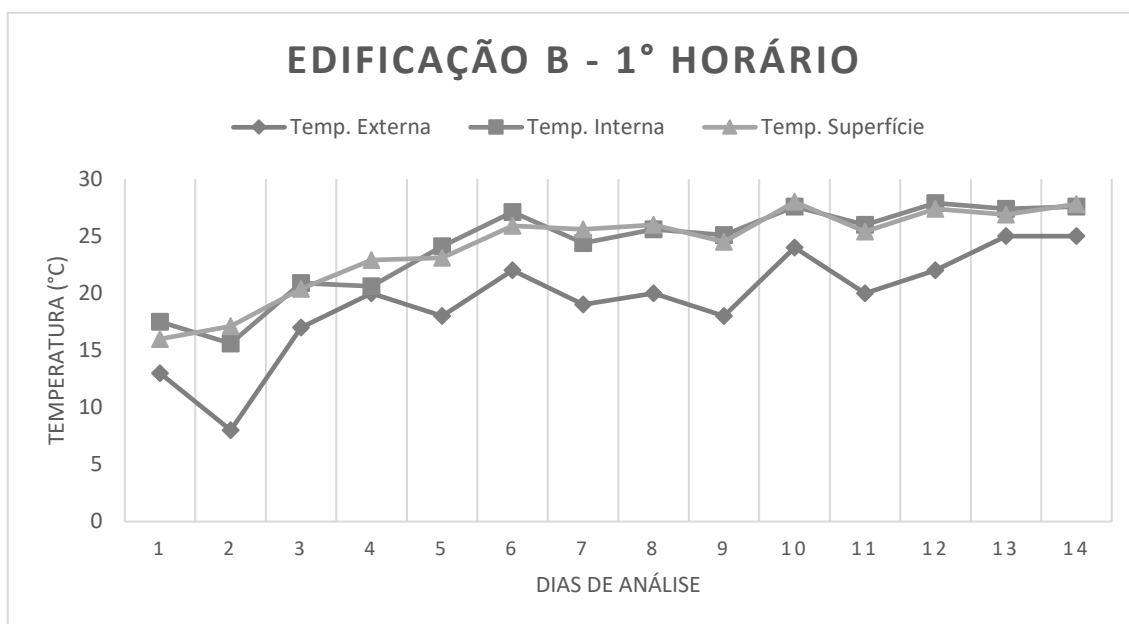


Gráfico 3 - Edificação B no primeiro horário de medição
Fonte: Autoria Própria.

Analisando o gráfico em questão, percebe-se que em 9 dos 14 dias de coleta de dados a temperatura externa esteve consideravelmente abaixo da temperatura interna do ambiente. A temperatura interna e da superfície interna mostraram-se muito semelhantes, de forma que se observaram dias com temperatura interna maior que da superfície e dias em que o oposto foi observado. Essa falta de padrão se deve à diferença de horário entre a medição de um dia e de outro, sempre respeitando o intervalo pré-definido.

Em dias cuja temperatura da superfície esteve maior que a interna, pode-se analisar que a mesma não irradiou todo seu calor para o ambiente. No caso contrário, quando a temperatura interna superou a temperatura da superfície, pode analisar que o ambiente absorveu grande quantidade de calor, de forma que o equilíbrio entre as duas partes não foi atingido, sendo que nesse caso a superfície começaria a absorver mais calor para que o equilíbrio ocorresse.

Mesmo com uma temperatura externa consideravelmente menor que a interna, percebe-se que a superfície tem grande capacidade de absorção de calor, fato esse que em condições de elevadas temperaturas não é agradável para os usuários da edificação.

Da mesma forma, é possível analisar o Gráfico 4 referente ao segundo horário de medição, conforme é ilustrado a seguir.

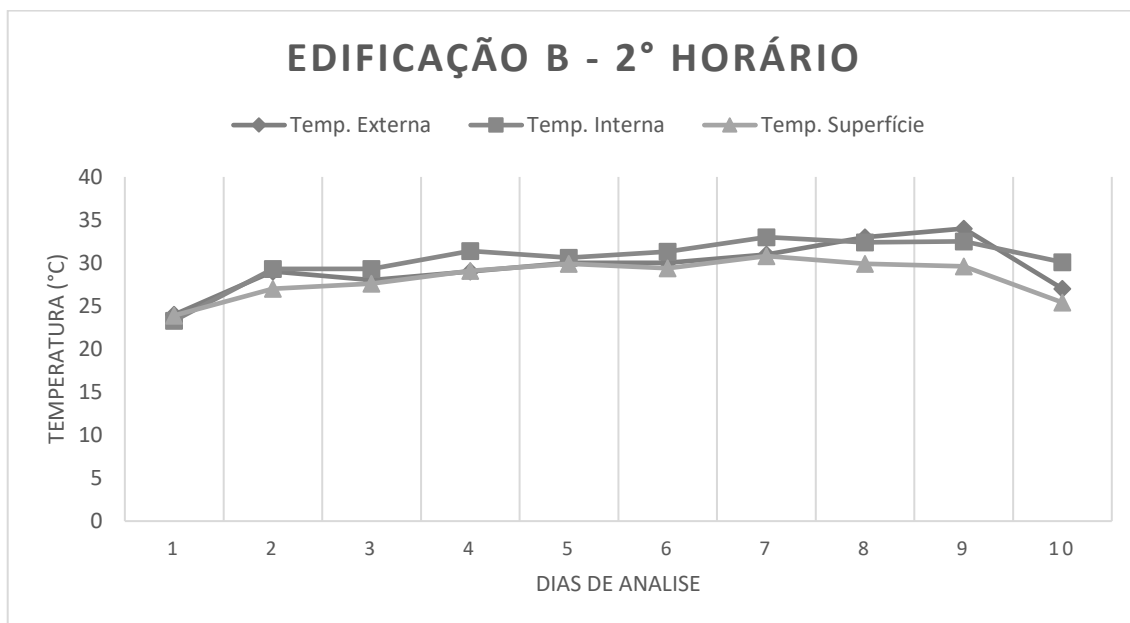


Gráfico 4 - Edificação B no segundo horário de medição
Fonte: Autoria Própria.

Com base no gráfico 4 é perceptível que a temperatura externa apresentou resultados mais próximos da temperatura interna e temperatura da superfície, diferente do que aconteceu no primeiro horário.

Em um dia de análise (9° dia) a temperatura externa superou as demais temperaturas analisadas, isso se deve pela rápida perda de calor da superfície, de forma que a mesma comece a absorver calor do ambiente interno até atingir o equilíbrio. É visível que neste caso os dados coletados se mostraram mais homogêneos, de maneira semelhante ao que foi visto no Gráfico 2 da Edificação A. Ou seja, há um padrão de resultados no segundo horário de medição.

De forma geral, analisando os 24 dados da edificação em questão, com base na ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor, 12 dados (Tabela 9 e 10 do Apêndice B) apresentaram condições aceitáveis de conforto térmico para a condição de inverno. Ou seja, 50% dos dias analisados apresentaram condições mínimas de conforto térmico.

Assim sendo, pode-se analisar que mesmo a edificação B tendo o mesmo revestimento da edificação A (*Dry Wall*), o isolamento da edificação em questão apresenta melhor comportamento no sentido de evitar a perda de calor do ambiente interno para o externo. Da mesma forma que na edificação A, uma alternativa para alcançar condições agradáveis seria a utilização de

aquecedores de ar, alternativa que vai contra a ideia de sustentabilidade na edificação.

Entretanto, conforme dito anteriormente, as temperaturas observadas são semelhantes às temperaturas normalmente observadas em condições de verão. Assim sendo, pode-se comparar o seguinte caso com as condições de verão, de acordo com a ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor. Nos dias que não apresentassem condições mínimas de conforto térmico seria necessário a utilização de condicionadores de ar, para a diminuição da temperatura interna, como alternativa para que tal condição de conforto fosse atendida, novamente indo contra a ideia de pensamento sustentável.

4.2.3 Edificação C

Prosseguindo da mesma maneira, é possível analisar os resultados obtidos na edificação em questão. Entretanto, a mesma se diferencia das outras edificações tanto pelo horário de coleta dos dados quanto por ser a única edificação em que não há nenhum tipo de revestimento nas paredes.

O Gráfico 5 ilustra o comportamento da temperatura no primeiro horário de medição (14h às 15h).

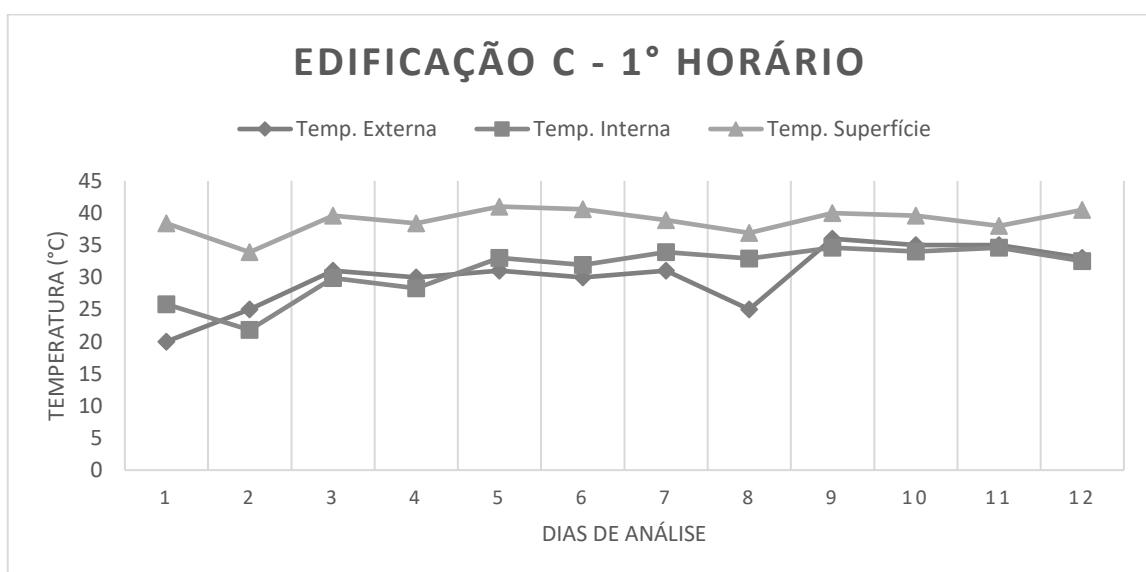


Gráfico 5 - Edificação C no primeiro horário de medição
Fonte: Autoria Própria.

Analisando o Gráfico 5, percebe-se que a temperatura da superfície em todos os dias apresentou o maior valor. Tal resultado se deve ao fato de não haver nenhum tipo de isolamento entre a superfície e o ambiente interno. Como a superfície é de metal, um material com boas características de condução de calor, o mesmo absorve rapidamente grande quantidade de calor (podendo chegar até 41°C conforme mostrado na Tabela 5 no Apêndice A) e propaga-o para o ambiente interno, não havendo nenhum tipo de impedimento a esse fenômeno.

Entretanto, a edificação em questão é a única que possui ventilação cruzada, uma alternativa sustentável que contribui para a diminuição da temperatura interna. Como pode ser visto no gráfico em questão, mesmo com a temperatura da superfície elevada, a temperatura interna e externa apresentaram valores muito semelhantes, de forma que apenas em um dia (8º dia) a temperatura externa esteve muito abaixo da temperatura interna.

Prosseguindo a análise para o segundo horário, o Gráfico 6 ilustra tal situação.

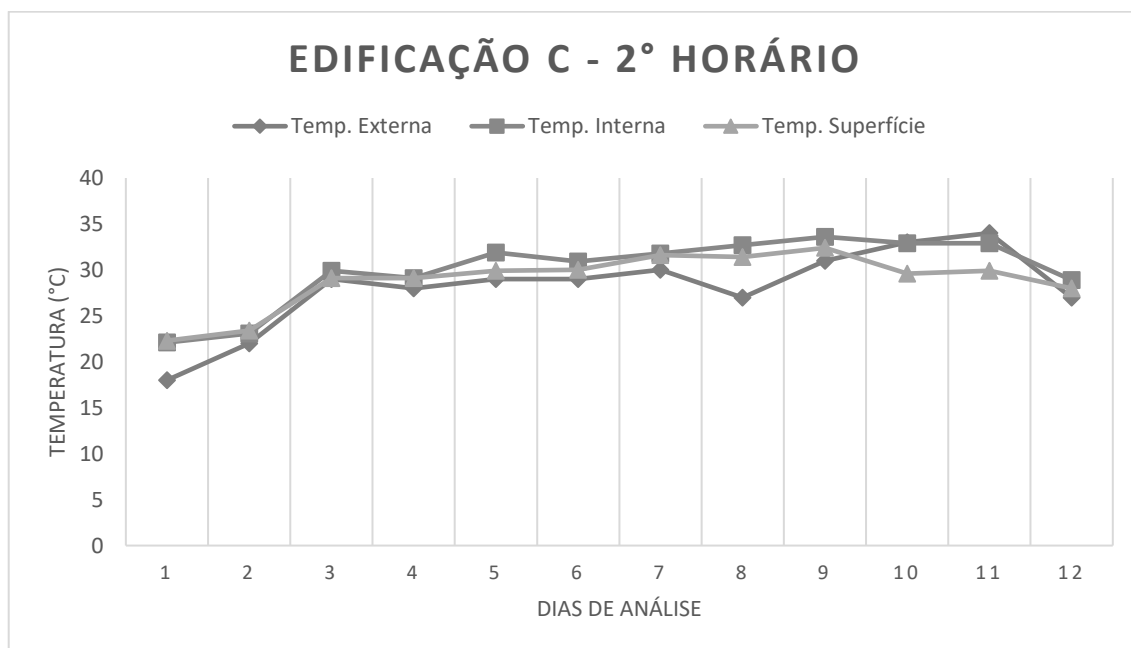


Gráfico 6 - Edificação C no segundo horário de medição

Fonte: Autoria Própria.

Analisando o gráfico acima, é possível perceber que as temperaturas estão mais semelhantes, diferente do que aconteceu no primeiro horário. Isso se deve pela rápida perda de calor da superfície, de forma que a ventilação cruzada tenha contribuído para isso e para o equilíbrio entre as temperaturas analisadas. Somente em dois dias (1° e 8° dia) a temperatura externa destoou das outras temperaturas. Isso se deve ao fato de ter acontecido uma queda de temperatura externa mais acentuada quando comparado a outros dias, de forma que a temperatura interna não acompanhou essa queda por demandar mais tempo para atingir o equilíbrio de temperatura entre a mesma e a temperatura da superfície.

Como análise geral, percebe-se que dos 24 dados coletados, apenas 4 dados (Tabela 11 e 12 do Apêndice B) apresentaram condição mínima de conforto térmico de acordo com a ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor, o que representa apenas 16% do total. Tal resultado se deve principalmente à falta de revestimento e isolamento térmico nas superfícies da edificação, pois sem o mesmo, a superfície “bruta” absorve calor e imediatamente o propaga para o ambiente interno, de forma que não há nenhum tipo de material que impeça essa propagação. Uma alternativa para mudar esse cenário é a utilização de aquecedor de ar, entretanto, como já foi dito anteriormente, tal alternativa é contra as práticas sustentáveis.

Todavia, conforme dito nos dois casos anteriores, as condições de inverno apresentaram características muito similares às condições de verão. Dessa forma, pode-se comparar os resultados obtidos com a condição mínima de conforto térmico para situação de verão, de acordo com a ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor. Nos dias em que a condição mínima não fosse atendida, uma alternativa é a utilização de condicionadores de ar ou a implantação de um correto revestimento e isolamento térmico, a fim de criar uma proteção para que a superfície não propague tão rapidamente o calor absorvido para o ambiente interno da edificação.

4.2.4 Análise geral quanto ao conforto térmico nas edificações estudadas

De posse dos resultados analisados, pode-se ver no Quadro 9 um resumo da porcentagem de dias em que as edificações obtiveram condições mínimas de conforto térmico na situação de inverno.

Edificação	Porcentagem de dias com condição mínima de conforto térmico
A	36%
B	50%
C	16%

Quadro 9 - Porcentagem de dias com condições mínimas de conforto térmico
Fonte: Autoria Própria.

Portanto, os resultados obtidos indicam poucos dias com condições mínimas de conforto, tendo em vista que a maior porcentagem encontrada de dias considerados confortáveis termicamente foi de 50%. Resultado esse que, tanto para ambiente comercial, quanto para ambiente residencial, precisa ser melhorado para garantir o conforto e bem-estar dos usuários.

Tal melhoria se dá através do incremento de isolamento térmico mais eficiente, a partir do correto estudo das condições circundantes das edificações e das opções disponíveis no mercado. Dessa forma, é possível obter condições agradáveis de conforto térmico sem a utilização de alternativas que vão contra o pensamento sustentável.

Com a implantação de um correto isolante térmico, tanto para condições de inverno quanto para condições de verão, os resultados referentes ao conforto térmico seriam visíveis, uma vez que os mesmos impedem a propagação de calor do exterior para o interior da edificação (característica muito importante no verão e em dias quentes) além de impedir que o calor do interior se perca rapidamente para o exterior (característica muito importante no inverno e em dias frios).

4.3 VERIFICAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NAS EDIFICAÇÕES ESTUDADAS

A partir de uma avaliação visual nas edificações é possível determinar se as mesmas possuem algum tipo de característica voltada ao pensamento ambiental, de forma a enquadrar-se nos parâmetros pré-estabelecidos para obtenção das certificações LEED e AQUA.

4.3.1 Edificação A

Através de inspeção visual da edificação em questão, constatou-se que a mesma não apresenta nenhuma ação voltada ao atendimento dos parâmetros estabelecidos (Quadro 3 e 5) para obtenção da certificação ambiental. Não há nenhuma medida pensando no reuso da água ou a implantação de energia renovável, por exemplo. Dessa forma, não é possível que a edificação em questão consiga obter a pontuação mínima para conquistar a certificação LEED ou AQUA.

4.3.2 Edificação B

Prosseguindo com a avaliação, a edificação em questão não apresentou medidas sustentáveis que se enquadrem nos parâmetros pré-estabelecidos. Não há ações visando a contribuição com medidas sustentáveis, sendo incapaz de receber qualquer tipo de certificação ambiental.

4.3.3 Edificação C

Analisando a estrutura da edificação, pode-se perceber que a mesma possui uma característica dita sustentável (ventilação cruzada), que pode se enquadrar nos parâmetros pré-estabelecidos para obtenção das certificações ambientais. Entretanto, ainda não é possível obter a quantidade mínima de pontos para nenhuma metodologia de certificação, sendo incapaz de obter a certificação ambiental.

4.3.4 Análise geral quanto à possibilidade de obtenção de certificação ambiental

Como síntese do tópico apresentado, é possível considerar que todas as edificações estudadas não possuíam condições mínimas (Quadro 10) para obter alguma das certificações ambientais descritas. É necessário que haja um esforço por parte dos projetistas e proprietários das edificações para que sejam adotadas práticas sustentáveis a fim de obter algum tipo de certificação, visto que é algo que agrega muito valor ao imóvel, além de ajudar significativamente o meio ambiente a partir da economia de recursos naturais.

	Edificação A		Edificação B		Edificação C	
	AQUA	LEED	AQUA	LEED	AQUA	LEED
Gestão de Água	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
Gestão de Energia	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Possui (ventilação cruzada)	Possui (ventilação cruzada)
Gestão de Resíduos	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
Qualidade do ambiente interno	Necessita de melhorias	Necessita de melhorias	Necessita de melhorias	Necessita de melhorias	Necessita de melhorias	Necessita de melhorias

Quadro 10 - Síntese das principais categorias das certificações
Fonte: Autoria Própria.

É visto que somente a Edificação C possui uma prática dita sustentável, entretanto, insuficiente para obtenção de alguma certificação ambiental.

5 CONCLUSÃO

De uma forma geral, os resultados obtidos neste trabalho trouxeram importantes análises acerca do conforto térmico e a relação com a sustentabilidade de containers na construção civil. Pôde-se comprovar a necessidade de um correto planejamento quanto ao tipo de revestimento e isolamento térmico a ser utilizado em edificações em container para que os mesmos possam apresentar melhores condições de conforto aos usuários.

Além disso, nas edificações estudadas a ideia de construção sustentável está presente somente em uma característica na Edificação C, onde foi planejada a alternativa de ventilação cruzada. Nas outras edificações, não há nenhum tipo de alternativa visando a economia de recursos e redução do desperdício ao longo da vida útil da construção.

Ao analisar a condição mínima de conforto térmico nas três edificações estudadas, considerando a ABNT NBR 15575-1/2013 adaptada pelo autor, os resultados obtidos mostraram que em poucos dias analisados a situação de conforto mínimo foi atingida (50% para Edificação A, 36% para Edificação B e 16% para Edificação C).

Além disso, analisando as edificações como um todo, na busca por características que pudessem classifica-las como adeptas ao pensamento sustentável, nenhuma das três edificações estudadas apresentou alternativas sustentáveis a fim de atender os parâmetros estabelecidos para obtenção das certificações ambientais. Ou seja, na pesquisa em questão, as edificações estudadas não foram pensadas para serem sustentáveis. Optou-se pela construção em container prioritariamente para proporcionar uma estética inovadora na região, de forma a conquistar novos clientes (haja vista que as três edificações estudadas são ambientes comerciais).

Portanto, uma das alternativas para solucionar o problema do conforto térmico em container seria o correto estudo das condições climáticas da região em que o mesmo está inserido, para analisar um isolamento térmico adequado, feito a partir de garrafa PET por exemplo, conforme necessidade de cada edificação. Além disso, com o incremento de alternativas sustentáveis na edificação (ventilação cruzada, telhado verde, etc.) haveria a diminuição na

utilização de condicionadores de ar, reduzindo o consumo de energia elétrica ao longo da vida útil, tornando o ambiente confortável termicamente através da utilização de práticas ditas sustentáveis.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a escassa bibliografia referente ao estudo de construções em container, é necessário que sejam elaboradas novas pesquisas a fim de “desmitificar” tal elemento construtivo. Uma das principais preocupações com esse tipo de construção é a temperatura interna dos ambientes. Dessa forma, devem ser estudadas novas alternativas que possam reduzir a temperatura interna sem o consumo excessivo de energia elétrica.

Como o presente trabalho foi realizado em período de inverno, sugere-se que sejam comparadas as temperaturas interna com a externa e a influência da temperatura da superfície em condição de verão, onde as temperaturas serão maiores que as obtidas nessa pesquisa.

Além disso, sugere-se a elaboração de uma norma técnica a respeito de construções em container e formas para garantir o conforto térmico nessas edificações, tendo em vista que não há nenhuma norma brasileira que esclareça um procedimento correto de construção e comparação a fim de se chegar a condições agradáveis de conforto sem a utilização de alternativas não sustentáveis.

Dessa forma, o conhecimento sobre construção em container é difundido e muitas dúvidas são esclarecidas mediante a elaboração de estudos práticos. Assim, as bibliografias sobre o tema são fomentadas, de forma a contribuir com o meio científico e acadêmico, proporcionando benefícios aos interessados em construir em container e aos que desejam conhecer mais sobre tal elemento construtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE, American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. **ANSI/ASHRAE 55/2013: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American national standards institute; Atlanta, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1 – Edificações Habitacionais: Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123 – Força Devido ao Vento em Edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

CARBONARI, Luana T.; BARTH, Fernando. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 6, n. 4, p 255-265, dez. 2015. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8641165>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

CASAGRANDE JR, Eloy. F. **Princípios e Parâmetros para a Construção Sustentável**. Universidade Feevale. Novo Hamburgo, 2010.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/institucional/show.asp?ppgCode=09804C7D-A825-42C4-AE3B-D7834C71E1ED>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

ÇENGEL, Yunus A; GHAJAR, Afshin J. **Transferência de Calor e Massa: uma abordagem prática**. 4.ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORRÊA, Lásaro R. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia, Belo Horizonte, 2009.

COSTA, Eduardo D.; MORAES, Clauciana. S. B. **Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED (Leadership in energy and environmental design) e AQUA (Alta qualidade ambiental)**. v. 10, n. 3, p. 160-169. Espírito Santo do Pinhal, 2013.

DE PAULA, Kênia A.; TIBÚRCIO, Túlio M. S. **Estratégias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre o uso do container na arquitetura**. ENTAC: Juiz de Fora, 2012.

DELTA CONTAINERS. Disponível em: <<http://www.deltacontainers.com.br/content/casafozdesign/13>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

FIGUEROLA, Valentina. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas**. Técnica, São Paulo, dez. 2013. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/201/contenineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcaode-302572-1.aspx>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

FROTA, Anésia B; SCHIFFER, Sueli R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5. ed. — São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GONÇALVES, Joana C. S; DUARTE, Denise H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Ambiente Construído, v. 6, n. 4, p.51-81, Porto Alegre, 2006.

GONCALVES, Teresinha M. **Habitação e sustentabilidade urbana**. Revista INVI, Santiago, v. 24, n. 65, p. 113-136, maio 2009. Disponível em <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582009000100004&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai. 2017.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LIMA, Luiz F.; SILVA, José W. J. **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal, por casas containers: uma medida possível**. Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA, 2016. Disponível em:<<http://publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/download/1547/1190>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

MAGALHÃES, Petrônio S. B. **Transporte Marítimo: Cargas, Navios, portos e Terminais**. 1 ed. São Paulo: Aduaneiras, 2010.

MARTINS, Eliane. M. O. **Curso de Direito Marítimo**. v.2. 3. ed. Barueri: Manole, 2015. Disponível em: < <http://bdjur.stj.jus.br/dspace/handle/2011/26406>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

MILANEZE, Giovana L. S.; BIELSHOWSKY, Bernardo B.; BITTENCOURT, Luis F.; SILVA, Ricardo; MACHADO, Lucas T. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no Município de Criciúma/SC**. 1o Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, IFSC, Santa Catarina, v. 3, n. 1, 2012.

MIRANDA CONTAINER. Disponível em: < <http://mirandacontainer.com.br/>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

NICOL, Fergus. **Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. Energy and Buildings**, n. 36, p. 628-637, 2004.

NORMA REGULAMENTADORA, NR 18. – **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>>. Acesso em 11 de abril de 2017.

OCCHI, Tailene; ALMEIDA, Caliane C. O. de. **Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS**. Revista de Arquitetura IMED: 2016.

PINHEIRO, Manuel D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Instituto do Ambiente. Fernandes e Terceiro, 2006.

PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE TOLEDO-PR. ed. 1, Toledo: 2007. Disponível em: < <https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/book/planomunicipaldegerenciam-entoderesiduossolidos.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

POSSEBOM, Alessandro; PINHEIRO, Anderson D.; MULLER, Gean; DAI PRAI, Janaína S.; CONTERARO, Luan C. **Ventilação Cruzada**. Seminário Internacional de Construções Sustentáveis, 2016.

RSCP - RESIDENTIAL SHIPPING CONTAINER PRIMER. **Everything about ISO cargo shipping containers**. 2013. Disponível em:

<<http://residentialshippingcontainerprimer.com/>>. Acesso em: 12 de abril de 2017.

RUAS, Alvaro C. **Avaliação de conforto térmico. Contribuição à aplicação prática das normas internacionais.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

SILVA, Pedro G. **Tipos de container.** Disponível em: <<http://www.gsilva.com.br/index.php/artigos-logistica/35-tiposdecontainer>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

SLAWIK, Han; BERGMANN, Julia; BUCHMEIER, Matthias. **Container Atlas: A Practical Guide to Container Architecture.** 1.ed. Berlin: Gestalten Verlag, 2010.

VALENTE, Josie P. **Certificações na Construção Civil: Um comparativo entre LEED e HQE.** 71 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

VIEIRA, Guilherme. B. B. **Transporte internacional de cargas.** 2. ed. 5. reimp. São Paulo: Aduaneiras, 2011.

YUDELSON, Jerry. **Green Building A to Z: Understanding the Language of Green Building.** New Society Publishers, 2007.

APÊNDICE A – TABELAS RESUMIDAS DA COLETA DE DADOS

Tabela 1 - Dados referentes à Edificação A no primeiro horário de medição

EDIFICAÇÃO A (8h às 9h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
20,4	19,0	13,0
16,1	16,8	12,0
20,9	21,4	17,0
22,4	23,9	20,0
24,1	24,0	22,0
24,6	23,5	20,0
25,9	26,5	19,0
24,9	23,5	17,0
25,9	26,9	20,0
25,9	23,5	23,0
27,5	27,6	29,0
28,6	28,1	26,0
28,4	28,1	25,0
27,6	27,8	25,0

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 2 - Dados referentes à Edificação A no segundo horário de medição

EDIFICAÇÃO A (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
21,00	22,9	24,0
27,00	27,4	29,0
27,9	27,5	28,0
31,1	28,9	29,0
30,4	28,1	30,0
31,5	29,3	30,0
30,9	29,5	27,0
32,1	30,4	31,0
32,9	30,1	33,0
32,9	29,9	34,0
29,9	25,0	27,0

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 3 - Dados referentes à Edificação B no primeiro horário de medição

EDIFICAÇÃO B (8h às 9h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
17,5	16,0	13,0
15,6	17,1	8,0
20,9	20,4	17,0
20,6	22,9	20,0
24,1	23,1	18,0
27,1	25,9	22,0
24,4	25,6	19,0
25,6	26,0	20,0
25,1	24,5	18,0
27,6	28,0	24,0
26,0	25,4	20,0
27,9	27,4	22,0
27,4	26,9	25,0
27,6	27,8	25,0

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 4 - Dados referentes à Edificação B no segundo horário de medição

EDIFICAÇÃO B (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
23,3	23,9	24,0
29,3	27,0	29,0
29,3	27,6	28,0
31,4	29,1	29,0
30,6	29,9	30,0
31,3	29,4	30,0
33,0	30,8	31,0
32,4	29,9	33,0
32,5	29,6	34,0
30,1	25,4	27,0

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 5 - Dados referentes à Edificação C no primeiro horário de medição

EDIFICAÇÃO C (14h às 15h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
25,8	38,4	20,0
21,8	33,9	25,0
29,9	39,6	31,0
28,3	38,4	30,0
33,0	41,0	31,0
31,9	40,6	30,0
33,9	38,9	31,0
32,9	36,9	25,0
34,6	40,0	36,0
34,0	39,6	35,0
34,6	38,0	35,0
32,5	40,5	33,0

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 6 - Dados referentes à Edificação C no segundo horário de medição

EDIFICAÇÃO C (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Superfície (°C)	Temp. Externa (°C)
22,1	22,3	18,0
23,1	23,4	22,0
29,9	29,1	29,0
29,1	29,1	28,0
31,9	29,9	29,0
30,9	30,0	29,0
31,8	31,6	30,0
32,7	31,4	27,0
33,6	32,4	31,0
32,9	29,6	33,0
32,9	29,9	34,0
28,9	28,0	27,0

Fonte: Autoria Própria.

APÊNDICE B – CONDIÇÃO MÍNIMA DE CONFORTO NA CONDIÇÃO DE INVERNO (ABNT NBR 15575-1/2013 ADAPTADA PELO AUTOR)

Tabela 7 - Condição mínima de conforto no 1º horário da Edificação A

EDIFICAÇÃO A (8h às 9h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
20,4	13,0	Sim
16,1	12,0	Sim
20,9	17,0	Sim
22,4	20,0	Não
24,1	22,0	Não
24,6	20,0	Sim
25,9	19,0	Sim
24,9	17,0	Sim
25,9	20,0	Sim
25,9	23,0	Não
27,5	29,0	Não
28,6	26,0	Não
28,4	25,0	Sim
27,6	25,0	Não

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 8 - Condição mínima de conforto no 2º horário da Edificação A

EDIFICAÇÃO A (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
21,0	24,0	Não
27,0	29,0	Não
27,9	28,0	Não
31,1	29,0	Não
30,4	30,0	Não
31,5	30,0	Não
30,9	27,0	Sim
32,1	31,0	Não
32,9	33,0	Não
32,9	34,0	Não
29,9	27,0	Não

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 9 - Condição mínima de conforto no 1º horário da Edificação B

EDIFICAÇÃO B (8h às 9h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
17,5	13,0	Sim
15,6	8,0	Sim
20,9	17,0	Sim
20,6	20,0	Não
24,1	18,0	Sim
27,1	22,0	Sim
24,4	19,0	Sim
25,6	20,0	Sim
25,1	18,0	Sim
27,6	24,0	Sim
26,0	20,0	Sim
27,9	22,0	Sim
27,4	25,0	Não
27,6	25,0	Não

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 10 - Condição mínima de conforto no 2º horário da Edificação B

EDIFICAÇÃO B (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
23,3	24,0	Não
29,3	29,0	Não
29,3	28,0	Não
31,4	29,0	Não
30,6	30,0	Não
31,3	30,0	Não
33,0	31,0	Não
32,4	33,0	Não
32,5	34,0	Não
30,1	27,0	Sim

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 11 - Condição mínima de conforto no 1º horário da Edificação C

EDIFICAÇÃO C (14h às 15h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
25,8	20,0	Sim
21,8	25,0	Não
29,9	31,0	Não
28,3	30,0	Não
33,0	31,0	Não
31,9	30,0	Não
33,9	31,0	Não
32,9	25,0	Sim
34,6	36,0	Não
34,0	35,0	Não
34,6	35,0	Não
32,5	33,0	Não

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 12 - Condição mínima de conforto no 2º horário da Edificação C

EDIFICAÇÃO C (17h às 18h)		
Temp. Interna (°C)	Temp. Externa (°C)	Condição mínima de conforto
22,1	18,0	Sim
23,1	22,0	Não
29,9	29,0	Não
29,1	28,0	Não
31,9	29,0	Não
30,9	29,0	Não
31,8	30,0	Não
32,7	27,0	Sim
33,6	31,0	Não
32,9	33,0	Não
32,9	34,0	Não
28,9	27,0	Não

Fonte: Autoria Própria.