

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
WALCLEY CAVALHEIRO

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS
CONSTRUÍDAS EM CONCRETO ARMADO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

CASCABEL – PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
WALCLEY CAVALHEIRO

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS
CONSTRUÍDAS EM CONCRETO ARMADO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professora Orientadora: Especialista
Arquiteta Sciliane S. Sauberlich Bavaresco.

CASCADEL – PR

2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha filha Eloise a minha esposa Danieli, aos meus pais, pelo apoio, compreensão e incentivo a realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela esperança e fé em seguir nessa jornada.

A minha esposa e a minha filha, por me incentivar e compreender os momentos de ausência diária durante esta caminhada.

Aos meus pais por me apoiar e propiciar a oportunidade de estar estudando.

A minha orientadora Sciliane Bavaresco por ter me ajudado a desenvolver este trabalho, com muito empenho, dedicação e compreensão.

Aos senhores Reginaldo Franciosi e Ney Carlos Borsato, por disponibilizar o espaço de sua residência para que eu pudesse realizar as coletas de dados necessárias para conclusão desse trabalho.

EPÍGRAFE

“A competitividade de um país não começa nas indústrias ou nos laboratórios de engenharia.
Ela começa na sala de aula.”

Lee Lacocca

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados de uma avaliação de desempenho térmico no que tange o conforto em residências construídas em placas de concreto armado. As edificações analisadas são de uso residencial, e estas estão localizadas em dois municípios do oeste do Paraná, Campo Bonito e Guaraniaçu, cada residência com suas particularidades, uma menor, com dois quartos e com entorno sem influência de vegetação e topografia plana, com total incidência de vento e sol o dia todo. Já outra possui três quartos, localizada em um vale e com vegetação em seu arredor, o que de certa forma faz com que os fatores externos influenciem em seu desempenho. A análise foi realizada através da instalação de aparelho com capacidade para medir a temperatura do ambiente interno e externo de forma simultânea. Para a coleta de dados, foi escolhido os ambientes voltados para o norte, devido a incidência solar. De posse dos dados se comparou com a normativa de desempenho de edificações, onde foi possível observar que método construtivo atende os requisitos mínimos de performance na norma de desempenho das edificações, assim a opção construtiva em placas de concreto, pode ser uma excelente alternativa para quem quer construir de forma rápida, a um custo relativamente mais baixo, e numa qualidade de acabamento igual ou superior a construção em alvenaria convencional.

Palavra-chave: análise, desempenho, conforto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Imagem via satélite da localização da residência de Campo Bonito - PR.....	25
Figura 02: Imagem via satélite do terreno (sem obstáculos naturais).....	26
Figura 03: Imagem do perfil topográfico do terreno em relação ao nascer e pôr do sol.....	26
Figura 04: Planta baixa residência Campo Bonito-PR	27
Figura 05: Imagem via satélite da localização da residência de Guaraniaçu - PR	28
Figura 06: Vegetação em torno da residência	28
Figura 07: Perfil Topográfico do entorno da residência.....	29
Figura 08: Planta baixa residência em Guaraniaçu – PR.....	29
Figura 09: Localização do aparelho medidor de temperatura nas residências.....	30
Figura 10: Variação de temperatura no dia 15 de Outubro em Guaraniaçu	34
Figura 11: Variação de temperatura no dia 18 de Outubro em Guaraniaçu.....	34
Figura 12: Variação de temperatura no dia 22 de Outubro em Guaraniaçu	34
Figura 13: Variação de temperatura no dia 24 de Outubro em Guaraniaçu.....	35
Figura 14: Variação de temperatura no dia 26 de Outubro em Guaraniaçu.....	35
Figura 15: Variação de temperatura no dia 27 de Outubro em Guaraniaçu.....	35
Figura 16: Variação de temperatura no dia 01 de Novembro em Campo Bonito.....	38
Figura 17: Variação de temperatura no dia 02 de Novembro em Campo Bonito.....	38
Figura 18: Variação de temperatura no dia 02 de Novembro em Campo Bonito.....	38
Figura 19: Variação de temperatura no dia 03 de Novembro em Campo Bonito.....	39
Figura 20: Variação de temperatura no dia 03 de Novembro em Campo Bonito.....	39
Figura 21: Variação de temperatura no dia 04 de Novembro em Campo Bonito.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medição de temperatura matutino..... 31

Tabela 2: Medição de temperatura vespertino.....31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C – Antes de Cristo

NBR – Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas

C – Graus Celsius

PR – Rodovia Estadual

BR – Rodovia Federal

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO.....	12
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	12
1.2.1 Objetivo geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	13
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	14
2 CAPÍTULO	15
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.2 MÉTODO CONSTRUTIVO.....	15
2.3 CONFORTO TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
2.3.1 Índice de conforto térmico	19
2.3.2 Carta bioclimática	20
2.3.3 Índice de temperatura efetiva.....	20
2.3.4 Índice de conforto equatorial.....	20
2.3.5 Variáveis climáticas.....	20
2.3.6 Mecanismo de troca de calor.....	21
2.3.7 Variáveis Arquitetônicas.....	21
2.4 FECHAMENTOS.....	22
2.4.1 Fechamentos opacos.....	22
2.4.2 Fechamentos transparentes.....	23
3 CAPÍTULO	24
3.1 METODOLOGIA.....	24
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa.....	24
3.1.2 Caracterização da amostra.....	24
3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coletas de dados.....	30
3.1.4 Análise dos dados.....	31
4 CAPÍTULO	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1.1 Resultados e discussões	32
5 CAPÍTULO.....	41

5.1 RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
5.1.1 Resultados esperados.....	41
5.1.2 Considerações finais	41
6 CAPÍTULO	42
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO A.....	45
ANEXO B.....	46
ANEXO C.....	47
ANEXO D.....	47
ANEXO E.....	48
ANEXO F.....	48

1 CAPÍTULO

1.1 - INTRODUÇÃO

O ser humano no decorrer de sua existência tem procurado a busca contínua de novas formas e técnicas que possam contribuir com sua interação entre organismo e o ambiente, e por seu bem estar, assim refletindo diretamente no aperfeiçoamento de sua morada, onde ao longo dos séculos as mudanças e a forma de construir foram se alterando desde a caverna a luxuosos apartamentos em aranha céus a mais de 200 metros de altura.

Assim ao longo tempo a construção civil foi passando por mudanças significativas na forma de construir, da pedra ao aço, do barro ao concreto. Hoje as construções predominantes são em alvenaria convencional, mas novas técnicas vêm tomando espaço, e ganhando mercado, e uma delas é a construção de residências em placas de concreto armado, um novo método construtivo que propicia uma série de vantagens, entre elas maior rapidez no tempo de execução da obra.

Este estudo pretende apresentar essa técnica construtiva, bem como os índices de conforto térmico nessas edificações, para isso se faz necessário compreendermos conforto térmico, e quais fatores influenciam no mesmo, como a exemplo, a arquitetura escolhida e a vegetação no entorno do projeto.

Assim será apresentado de forma teórica os principais fatores inerentes ao assunto em estudo, e também uma pesquisa *in loco* com os resultados e índices térmicos colhidos em residências construídas na região oeste do Paraná.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 – Objetivo geral

Analisar o conforto térmico em residências fabricadas em placas de concreto armado na região oeste do Paraná.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Caracterizar o método construtivo e os materiais utilizados.
- Identificar os índices térmicos nas residências construídas em concreto armado.
- Analisar os índices obtidos junto às normas de desempenho de edificações.

1.3 - JUSTIFICATIVA

A construção civil tem passado por várias mudanças, o surgimento de novas técnicas construtivas vem ganhando espaço nos dias atuais. Novos materiais estão sendo utilizados, além disso, a utilização destes tem reduzido o tempo de construção e resíduos na obra.

Dentre elas, as construções industrializadas vêm tomando espaço em novas obras, e competindo com a alvenaria convencional, neste sentido o objeto deste estudo são as construções residenciais confeccionadas em concreto armado.

No Brasil, ainda há um certo receio de adquirir e construir este tipo de obra, pois a alvenaria convencional ainda se sobrepõe, e o novo gera dúvidas, e uma das principais, é a respeito do conforto térmico no interior dessas residências.

Neste sentido essa pesquisa busca o levantamento de dados a respeito deste método construtivo e se seus respectivos índices estão de acordo com padrão de conforto térmico e normas de desempenho das edificações.

1.4 - FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são os índices de temperatura de residências construídas em placas de concreto armado na região oeste do estado do Paraná? E os mesmos atende o solicitado nas normas de desempenho?

1.5 - FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

O conforto térmico é um fator indispensável na hora de projetar e escolher materiais utilizados nas construções nos dias atuais. Cada vez mais novos métodos construtivos estão

sendo utilizados, e casas de placas de concreto armado vêm cada vez sendo construídas. Neste sentido, este estudo busca analisar, por meio de aparelhos específicos para este fim os índices de conforto térmico dessas residências construídas em concreto armado, assim espera-se obter desempenho mínimo exigido por norma.

1.6 - DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa será limitada ao levantamento de índices térmicos *in loco* de residências construídas com placas em concreto armado, na região oeste do Paraná.

O levantamento desses índices será realizado por medições feitas por aparelho específico capaz de indicar índices térmicos nas residências.

2 CAPÍTULO

2.1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo será abordado o método construtivo, conceitos de conforto térmico, suas variações e seus índices.

2.2 - Método construtivo

Segundo Bastos (2014), o concreto armado emergiu na França em 1849, tendo como primeiro objeto construído um barco, pelo Frances Joseph Louis Lambot, mas apenas em 1855 foi reconhecido oficialmente. De acordo com Bastos, o material usado para construção do barco foi telas de fios finos de ferro cheias de argamassa.

Por volta de 1850, o paisagista Francês Joseph Mounier construiu “tubos reforçados com ferro, vasos de flores com argamassa de cimento e armadura de arame, e depois reservatórios, escadas e uma ponte com vão de 16,5 m”, sendo assim o começo do que hoje conhecemos como “concreto armado” (BASTOS, 2014, p.5). No entanto, há registros de que argamassa já era usada 2000 A.C na ilha de creta.

De acordo com Bastos (2014), foi Edward Morsch, engenheiro alemão em 1922 o responsável pela teoria na qual se constatou que o dimensionamento das peças de concreto armado eram sólidos e verdadeiros. Após essa descoberta e os ensaios experimentais realizados originou-se as primeiras normas para o cálculo e construção em concreto armado.

Outras datas registradas marcaram a descoberta do concreto armado.

Em 1880. primeira laje com barras de aço de seção circular, 1897 primeiro curso sobre concreto armado, na França, 1902 E. Morsch publica a primeira edição de seu livro de concreto armado, com resultados de numerosas experiências, 1902 a 1908 publicados os trabalhos experimentais realizados por Wayss e Freytag (BASTOS, 2014, p.6).

Conforme Bastos (2014), o desenvolvimento desse diferente método construtivo se fez necessário regulamentar a execução e projeto, assim iniciou-se as primeiras normas, 1904 na Alemanha, 1906 na França e 1909 na Suíça. O concreto armado no Brasil começou no Rio de Janeiro em 1901, inicialmente com construção de galerias de água, após com casas e sobrados

em 1904. No decorrer dos próximos anos outras construções foram despontando, a primeira ponte com 9 m de vão em 1908, em 1910 foi construída primeira ponte com 28 m de comprimento em São Paulo, o primeiro e um dos mais antigos edifícios também foi erguido em São Paulo em 1907, com três pavimentos em “concreto armado”, no entanto, os cálculos estruturais passaram a ser realizados a partir de 1924 no Brasil.

Para Cruz (2012), ao longo dos tempos aumentou-se a preocupação em conseguir materiais com uma durabilidade maior, facilitando a questão referente à mão de obra, custo e tempo na construção.

Segundo a NBR 6118-2014, há requisitos mínimos de qualidade nas construções com as estruturas de concreto, a preocupação com a qualidade estendem-se também para o responsável pelo projeto estrutural, assim como o contratante, esses requisitos são classificados conforme sua capacidade resistente que consiste basicamente na segurança à ruptura, ao desempenho em serviço e a capacidade da estrutura manter-se em condições plenas durante sua vida útil, não podendo assim, apresentar danos que danifique em parte ou totalmente o uso para qual foi projetada. Além disso, é preciso que a durabilidade da estrutura definidas pelo projetista e o contratante esteja vinculada a capacidade de resistir às influências ambientais.

As residências a serem analisadas que fazem parte desta pesquisa, são construídas de forma industrializadas, fabricadas na indústria e montadas *in loco* no terreno do cliente, nesse sentido o sistema consiste em locação da obra, confecção da fundação, montagem das placas de concreto e posterior acabamento, o tipo de fundação utilizada é fundação superficial tipo radier, conforme a NBR 6122 – 1996, a fundação superficial são elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuída na qual a profundidade de assentamento em relação ao terreno é inferior as duas vezes a menor dimensão da fundação, ainda fazem parte do processo de construção nesse tipo de fundação as sapatas associadas as vigas de fundação e as sapatas corridas, os blocos os radier.

Radier é um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos.

A construção hora estudada é um elemento pré-fabricado, de acordo com a NBR 9062 – 2006

Estes são pré-moldado e executado industrialmente, em instalações permanentes da empresa, destinada para este fim, nesse sentido os elementos devem ser inspecionados individualmente, ou por lotes, através de inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas. Esse controle de qualidade aplica-se já na inspeção dos materiais, observando-se a existência de ensaios decepção, respeitando os requisitos especificados nesta norma, também devem ser verificados os pelos métodos de ensaios estabelecidos nestas respectivas especificações e também no decorrer do processo produtivo (NBR 9062, 2006, p.4).

De acordo com Acker (2002), na pré-fabricação do concreto são utilizadas equipamentos controlados por computador. “aditivos e adições são empregados para conseguir os desempenhos mecânicos específicos, para cada classe do concreto” (ACKER, 2002, p.3).

Ainda, o tempo gasto do início ao final de uma obra é menos da metade comparado à construção convencional, não há empecilhos quanto às condições do clima no processo de pré-fabricação, e mais a busca por qualidade abrange inúmeros quesitos conforme Acker.

Segundo Acker 2002:

A garantia da qualidade se baseia em quatro pontos, mão de obra; instalações e equipamentos na fábrica; matéria prima; e processos operacionais; controle de qualidade na execução. Geralmente, a supervisão da qualidade é baseada num sistema de autocontrole, podendo haver ou não a supervisão de uma terceira parte. O sistema de controle de produção da fábrica consiste de procedimentos, instruções, inspeções, regulares, teste e utilização dos resultados dos equipamentos de controle, matéria prima, outros insumos, processos de produção e produtos (ACKER, 2002, p. 4).

Na maior parte os projetos podem ser adaptados de acordo com o fabricante ou arquiteto, os resultados são mais satisfatórios quando em conjunto com trabalho especializado arquitetônico, portanto, Acker (2002), afirma que na busca por eficiência estrutural, o concreto pré-moldado oferece inúmeras alternativas, proporcionando eficiência e agilidade, em longo prazo uma durabilidade maior. Ainda segundo o autor, menciona exemplos com base nas afirmações acima, é possível nas construções comerciais e industriais fazer pisos com vãos que podem chegar a 40m ou além, ou quando os vãos são grandes usa-se concreto pretendido para elementos de vigas e lajes, no intuito reduzir a altura efetiva.

É importante salientar, outras vantagens segundo Acker (2002), em relação à preocupação ao fazer demolições, nas quais há inúmeras desvantagens, como a poeira, custos altos, barulho, prejudica o tráfego, neste sentido, a busca por soluções nas quais possa se evitar todos estes problemas está cada vez mais evidente. Desde uma pequena reforma na fachada, permitindo outra aparência para seu imóvel, sendo assim, as construções devem buscar adaptar-se a fim de facilitar mudanças e exigências que vêm se tornando cada vez mais

procuradas pelo mercado em geral.

A construção com pré-moldados permite “uso reduzido de materiais, ate 45%, redução do consumo de energia de até 30%, diminuição do desperdício com demolição de ate 40%” (ACKER, 2002 p.5). O objetivo quanto ao desperdício espera-se que em um futuro próximo, as fábricas reciclem todo material gasto para ser reutilizado.

Para NBR 15575-1 uma edificação deve reunir características que satisfaçam as exigências de desempenho térmico, levando em conta a região onde a obra esta inserida e sua região bioclimatica conforme NBR 15220-3, o qual no anexo A trás o mapa das zonas bioclimaticas do país, o qual deve ser utilizado para verificação de norma, o desempenho térmico depende do comportamento e interação entre fachada, cobertura e piso.

Assim esta norma NBR 15575 estabelece três procedimentos sendo um normativo e dois informativos, sendo:

Procedimento 1 – procedimento normativo, sendo a verificação do atendimento aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas nas ABNT NBR15575-4 e NBR15575-5 para os sistemas de vedação de cobertura.

Procedimento 2 – simulação computacional para verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos nessa norma.

Procedimento 3 – realização de medições em edificações para verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos nesta norma.

Para este trabalho foi utilizado o procedimento numero 3, que se deu através de medições *in loco* conforme a normativa descreve.

Para NBR 15575-1 no requisito A.2 descreve que o ambiente deve apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional, melhores ou iguais as do ambiente externo, à sombra, para dias típicos de verão. Para esta norma uns dos critérios e de que o valor máximo de temperatura do ar interior de recintos de permanencia prolongada (salas e dormitórios) sendo este classificado como requisito M (mínimo) para conformidade da edificação em relação a norma, o anexo B contém informações relativas a outros níveis de desempenho.

De acordo com a NBR 15575-1 a medição de temperatura *in loco* devem obedecer as especificações dos equipamentos utilizado para medir a temperatura, ser feita ao centro e a 1,2 metros de altura do piso nos recintos a serem analisados. Recomenda-se trabalhar com uma sequencia de três dias e analisar os dados do terceiro dia.

2.3 – CONFORTO TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Frota (2003), o organismo humano mantém uma temperatura interna contínua de 37°, com limite de 32° C inferior, e 42° C superior, sendo, portanto um ser homeotérmico. A temperatura interna do organismo humano mantém-se constante independente das condições climáticas.

Conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico envolvendo a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que o corpo está submetido for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Entende-se por conforto térmico não sentir calor e nem frio. (LAMBERTS, 2003, p 41).

2.3.1 - Índice de conforto térmico

De acordo com Frota e Shiffer (2003), com advindo da revolução industrial e das guerras, fez com que a preocupação com índices de conforto térmico, tivesse atenção devido ao rendimento do trabalho, principalmente dos operários que exerciam trabalhos físicos, e também de tropas que se deslocavam para regiões com diferentes tipos de clima. As pesquisas da comissão americana da ventilação em 1916, procurou encontrar a influência dessas condições no rendimento do trabalho.

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos com base em diferentes aspectos do conforto e podem ser classificados como:

- Índices Biofísicos: que se baseiam na troca de calor entre o corpo e ambiente, correlacionando os elementos de conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos.
- Índices fisiológicos: se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e a velocidade do ar.
- Índices subjetivos: que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

Ainda para Frota e Shiffer (2003), a escolha de um outro índice precisa estar relacionado com as condições do ambiente e pelas atividades desenvolvidas pelo indivíduo, e também pela sua importância referente ao aspecto de conforto.

Para as condições climáticas brasileiras serão apresentadas apenas três: Carta bioclimática, temperatura efetiva, índice de conforto equatorial ou índice de Cingapura.

2.3.2 - Carta Bioclimática

Para Frota e Shiffer (2003), a carta bioclimática, foi desenvolvida por meio de estudo sobre os efeitos do clima sobre o homem, ele estando protegido ou não independente de zonas de conforto e de relações entre elementos de clima e conforto. Foi construída tendo como ordenada a temperatura de bulbo seco abscissa à umidade relativa do ar. Na região central da carta está delimitada a zona de conforto.

Assim podem ser determinadas sobre a carta, as condições de temperatura seca e de umidade é relativa. Uma vez que os pontos determinados destas variáveis estejam localizadas na zona de conforto, as condições apresentadas serão consideradas como de conforto. Se caírem fora da zona de conforto, devem ser tomadas medidas corretivas.

2.3.3 - Índice de temperatura efetiva

Para Frota e Shiffer (2003), este índice foi definido pela correlação entre as sensações de conforto e as condições de temperatura umidade e velocidade do ar, procurando concluir quais são as condições de conforto térmico.

2.3.4 - Índice de conforto Equatorial

Frota e Shiffer (2003), basearam-se em observações feitas em habitações correntes em Cingapura e a partir daí desenvolveu-se uma escala climática especialmente para condições tropicais , procurando correlacionar valores dessa escala com sensação de calor.

2.3.5 - Variáveis climáticas

Para Lamberts (2004) os fatores climáticos atuam de forma intrínseca na natureza, as variações climáticas agem de forma simultânea influenciando no espaço construído. Desta forma deve analisar de forma mais clara e organizada, assim o clima é dividido em três escalas distintas:

- Macroclima: estas variáveis são quantificadas em estações meteorológicas, onde pode descrever as características gerais de uma região, o conhecimento dessas variáveis é fundamental para projetar uma edificação.
- Mesoclima e Microclima: estas variáveis estão ligadas mais próximas a edificação, como

topografia, tipo de solo, vegetação, onde é o local da obra, se é litoral, campo, cidade, floresta; sendo que o estudo das variáveis desta escala é fundamental para o lançamento do projeto, pois uma série de particularidades podem ser alteradas com soluções arquitetônicas.

2.3.6 - Mecanismo de troca de calor

Segundo Frota e Shiffer (2003), para se compreender o comportamento térmico das edificações é necessária uma base conceitual de fenômenos de trocas térmicas, permitindo o melhor entendimento acerca do clima e do relacionamento do organismo do homem com o ambiente. Para haver trocas térmicas devem-se haver duas condições básicas:

- Existência de corpos que estejam a temperaturas diferentes;
- Mudança de estado de agregação.

Os corpos com temperatura diferentes trocam calor, os mais quentes perdem e os mais frios ganham, sendo esse calor denominado calor sensível.

As trocas térmicas que mudam por estado de agregação, sem mudança de temperatura, a exemplo a água que muda de estado líquido para o gasoso.

Segundo Frota e Shiffer (2003) as trocas térmicas podem ser separadas em:

Trocas térmicas secas: estas envolvem variações de temperatura são denominadas trocas secas, estas utilizam mecanismo de convecção, radiação e condução.

- Convecção: troca de calor entre dois corpos, sendo um deles sólidos e outro um fluido, esta troca de calor é ativada pela velocidade do ar, quando se trata de superfícies verticais.
- Radiação: mecanismo de troca de calor que guardam entre si uma distância qualquer, através de sua capacidade de emitir e de absorver energia.
- Condução: troca de calor entre dois corpos que se tocam ou mesmo partes do corpo que esteja a temperaturas diferentes.

Trocas Térmicas Úmidas: as trocas térmicas que advêm de mudança de estado de agregação da água, do estado líquido para o estado de vapor e vice versa.

- Evaporação: troca térmica úmida proveniente da mudança do estado líquido para gasoso.
- Condensação: troca térmica úmida decorrente da mudança do estado gasoso do vapor d'água contido no ar para o estado líquido.

2.3.7 - Variáveis Arquitetônicas

Para Lamberts (2004), a arquitetura de uma construção pode facilitar e possibilitar as

trocas de calor, e também defender as hostilidades climáticas do meio, para que isto seja possível, é necessário o estudo de variáveis arquitetônicas como a forma, função, tipos de fechamento e o sistema de condicionamento.

Conforme Lamberts (2004), a forma arquitetônica pode ter influência no conforto de uma edificação e também no seu consumo de energia, por que interfere diretamente nos fluxos de ar do interior, e do exterior da edificação, e também a quantidade de luz e calor solar recebido pelo edifício. A forma arquitetônica influencia no conforto térmico, como já é evidenciada em vários locais do mundo, onde edificações são construídas de forma a canalizar para interior da edificação, a quantidade de radiação solar, incidente em cada superfície externa de uma construção, e é variável segundo a orientação da luz, e a época do ano.

Assim a forma arquitetônica, é uma importante variável para as condições interiores de conforto, em consequência para o desempenho energético da edificação. Assim em várias partes do mundo podemos observar que, a forma arquitetônica pode ou não trazer conforto térmico na edificação sendo na absorção de energia solar como o desvio de vento da construção.

Para Lamberts (2004) a observação dos detalhes construtivos é possível através da forma, e a função do edifício escolher alternativas, considerando os meios externos e adequando o arquitetônico. A função arquitetônica interage com a forma e eficiência energética de um edifício, e dependendo da destinação da edificação esta pode resultar em um comportamento energético diferente.

2.4 - FECHAMENTOS

Para Lamberts (2004), na construção as trocas de energia entre os meios exterior e interior, tem como cerne, os fechamentos, estes, são responsáveis pela transmissão da radiação solar, ou seja, interfere diretamente no conforto térmico da edificação. Neste sentido podemos distinguir fechamento construtivo em duas partes: fechamentos opacos, e fechamento transparente.

2.4.1 - Fechamentos opacos

Segundo Lamberts (2004), a transmissão de calor acontece quando há uma diferença de temperatura entre o interior e o exterior os sentidos, será sempre da superfície mais quente

para a mais fria. A radiação incidente no fechamento opaco terá uma parcela refletida e outra absorvida cujo valor dependerá respectivamente da refletividade e da absortividade.

Outra variável importante nesse processo é a espessura do fechamento que deve ser medido em metros através da espessura da parede pode-se calcular o valor da resistência térmica, que é a propriedade do material de resistir à passagem de calor, pode-se reduzir as trocas de calor empregando materiais com baixas condutividades. O fluxo térmico deve ser observado para o tipo de fechamento escolhido, evitar perdas de calor excessivos no inverno, e obter ganhos elevados no verão, neste sentido o ambiente se mantém em conflito.

Para Lamberts (2004), outra característica importante dos fechamentos, e sua inércia térmica porque os fechamentos absorvem calor, tanto com o exterior, quanto interior dependendo de onde o ar tem a maior temperatura, ao conduzir esse calor para o outro extremo material, e quanto maior a massa térmica do fechamento, maior o calor retido, e este pode ser desenvolvido, ao anterior quando a temperatura do ar for menor que a da superfície.

2.4.2 - Fechamentos transparentes

Fechamentos transparentes são as janelas e aberturas, local onde as principais trocas térmicas de uma edificação acontecem. Segundo Lamberts (2004) nesses fechamentos podem ocorrer três tipos de trocas térmicas: condução, convecção e radiação. As duas primeiras acontecem da mesma forma nos fechamentos opacos, a diferença é que nesse tipo de fechamento as trocas de ar em seu interior e exterior pode acontecer ao abrir e fechar a abertura.

A orientação e o tamanho dessa abertura vão determinar sua exposição ao sol, quanto maior a abertura maior a quantidade de calor dentro do ambiente, e outro fator é orientação solar, pois ilumina o ambiente, podendo diminuir o consumo energético. O tipo de vidro também pode ter uma função importante na transmitância de calor, pois pode permitir ou bloquear a luz assim como as perdas de calor do interior, também pode permitir o contato visual entre o interior e o exterior.

O vidro tem geralmente alta transmitância térmica são bons condutores de calor, radiação solar incidente, em um fechamento transparente pode ser absorvida refletida ou transmitida para o interior, dependendo da gravidade e refletividade e transmissividade do vidro, essa parcela pode se converter em calor, o que pode ser emitida tanto para o exterior quanto para o interior da edificação, LAMBERTS (2004).

3 CAPÍTULO

3.1- METODOLOGIA

Neste Capítulo será abordado o método utilizado para realização do estudo, local da pesquisa e resultados obtidos.

3.1.1 - Tipo de estudo e local da pesquisa

Neste trabalho de conclusão de curso, as informações e conceitos são fundamentados em livros, artigos, teses de mestrados e dissertações, onde foi estudado os índices de temperatura interno e externo de residências construídas em painéis de concreto armado.

Ainda neste, são abordadas algumas características no método construtivo, quais as qualidades, vantagens e desvantagens de sua utilização, esta aproximação se dá por meio de informações em dissertações e estudos disponíveis sobre o assunto.

Para Gil (2008) a pesquisa se define como um processo formal e ordenado de desenvolvimento do método científico, buscando assim descobrir respostas para problemas, mediante a utilização de procedimentos científicos.

Assim a pesquisa se divide em métodos, sendo pesquisa qualitativa e quantitativa. Segundo Engel (2009) a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização.

Para Richardeson (2015) o método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação dos dados coletados e quanto ao tratamento dessas informações, assim o método quantitativo representa a intenção de garantir a precisão dos resultados.

Desta forma os índices de temperatura foram coletados (*in loco*) através de aparelhos específicos a este fim, o *Fiel Logger*¹ que define a temperatura ambiente o qual ele esta inserido.

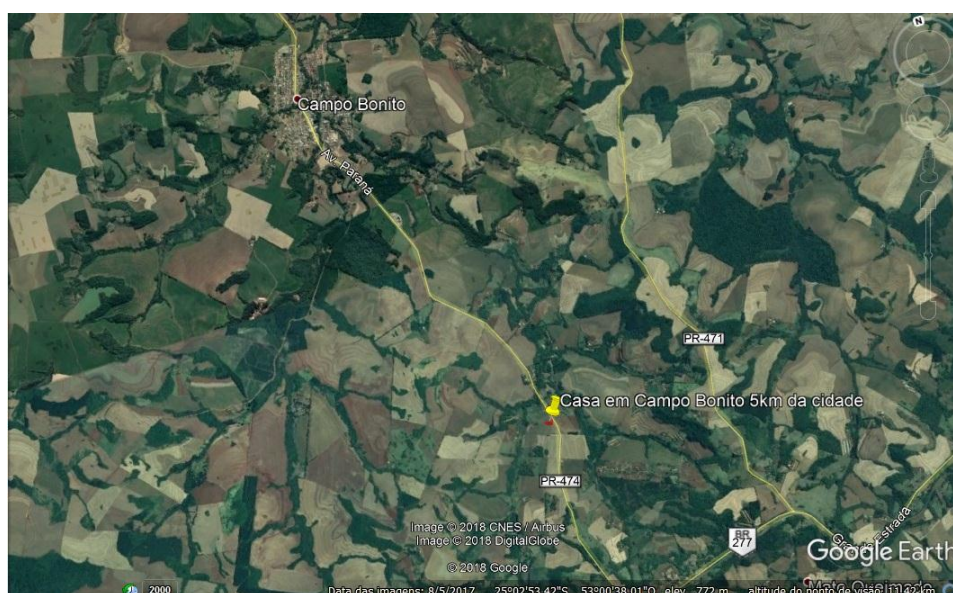
3.1.2 - Caracterização da amostra

O estudo de caso foi realizado em duas residências não habitadas em fase final de acabamento, construídas em placas de concreto armado pré-fabricado, com espessura de 10 cm (dez centímetros), sendo estas localizadas na região oeste do Paraná, uma no município de

¹Field Logger modelo RS485 – com dois termopares para captação da temperatura ambiente.

Campo Bonito, PR 474 km 2,6 conforme figura 01. Nesta residência não há nenhum obstáculo natural como observado na figura 02, e a incidência solar é efetiva em todos os horários do dia como mostra o perfil topográfico da figura 03, conforme planta baixa na figura 04, a construção possui 50 m² (cinquenta metros quadrados), sendo formada por dois quartos ambos com janelas em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), de dimensões de 120 x 120 (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e portas de acesso de 70 x 210 cm (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros), um banheiro com janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), de 40 x 40 cm (quarenta centímetros por quarenta centímetros) e uma porta de acesso de 70 x 210 cm (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros), sala de estar com uma janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), com dimensões de 120 x 120 (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e uma porta de acesso de 80 x 210 cm (oitenta centímetros por duzentos e dez centímetros), a cozinha possui uma janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), com dimensões de 120 x 120 cm (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e portas de acesso de 70 x 210 m (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros) e varanda, esta residência possui pé direito de 270 m(duzentos e setenta centímetros), piso com revestimento cerâmico, forro composto por laje, e cobertura em fibrocimento 6mm (seis milímetros de espessura).

Figura 01: Imagem via satélite da localização da residência de Campo Bonito - PR



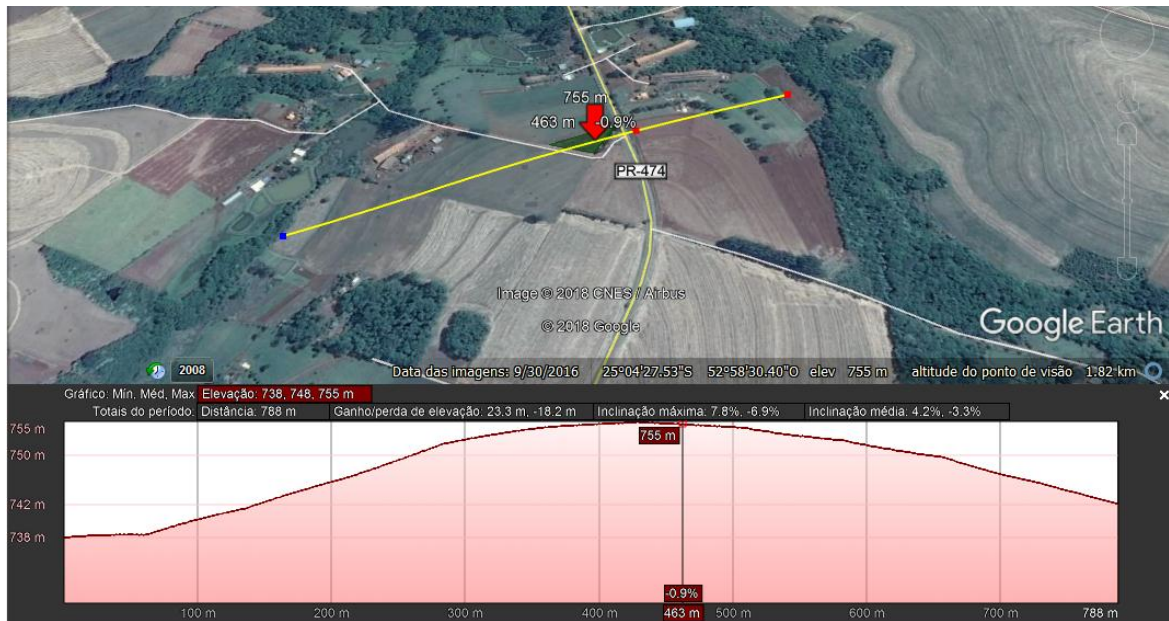
Fonte: Autor (2018).

Figura 02: Imagem via satélite do terreno (sem obstáculos naturais)



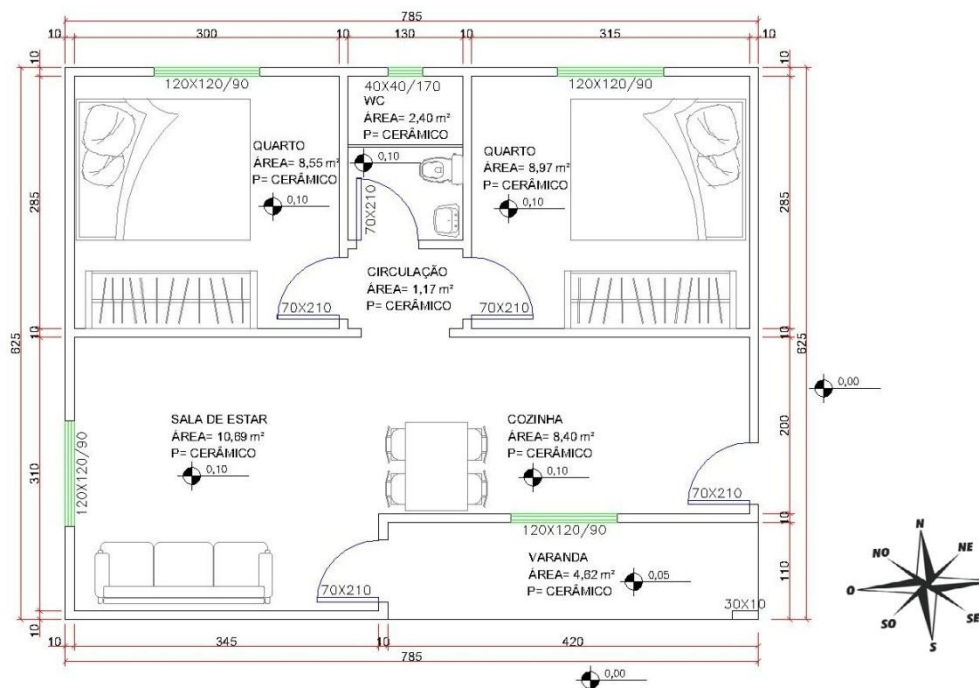
Fonte: Autor (2018)

Figura 03: Imagem do perfil topográfico do terreno em relação ao nascer e pôr do sol.



Fonte: Autor (2018)

Figura 04: Planta baixa residência Campo Bonito

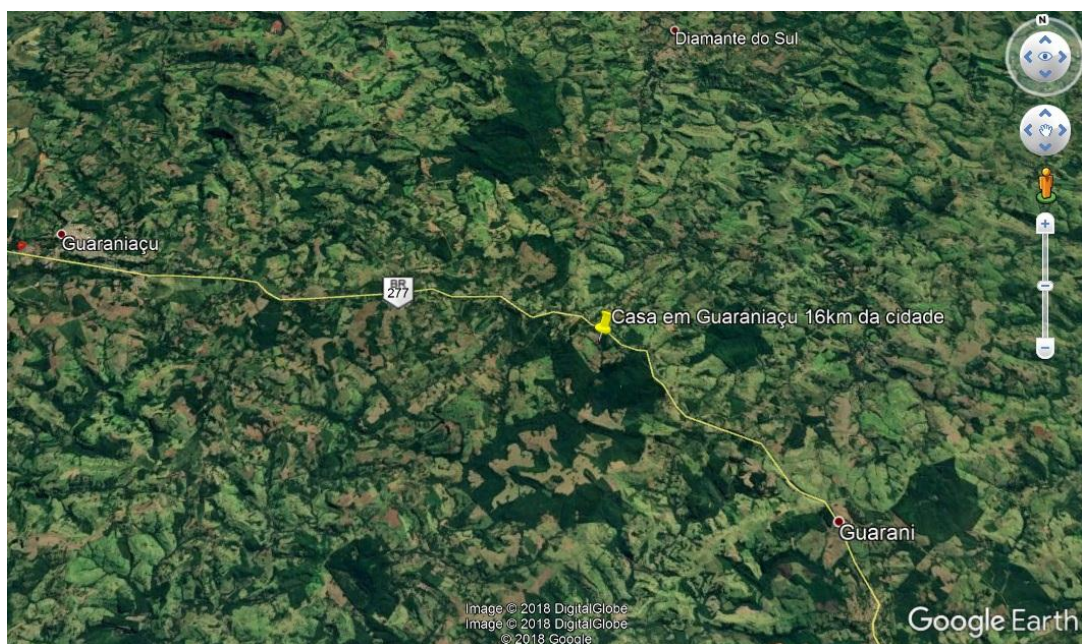


Fonte: Autor (2018)

E outra no município de Guaraniaçu - PR, BR 277 km 503 conforme figura 05, esta com fatores externos influenciando na temperatura interna, ou seja, o microclima, a vegetação se dá em duas faces, conforme figura 06, o que influencia na insolação e na temperatura interna, e também o perfil topográfico sendo outro fator de influencia como mostra a figura 07, a planta baixa é mostrada na figura 08, a construção possui 67 m² (sessenta e sete metros quadrados), sendo formada por três quartos ambos com janelas em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), de dimensões de 120 x 120 (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e portas de acesso de 70 x 210 cm (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros), um banheiro com janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), de 40 x 40 cm (quarenta centímetros por quarenta centímetros) e uma porta de acesso de 70 x 210 cm (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros), sala de estar com uma janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), com dimensões de 120 x 120 (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e uma porta de acesso de 80 x 210 cm (oitenta centímetros por duzentos e dez centímetros), a cozinha e lavanderia no mesmo ambiente, possuem uma janela em vidro temperado de 8mm (oito milímetros), com dimensões de 120 x 120 cm (cento e vinte centímetros por cento e vinte centímetros) e portas de acesso de 70 x 210 m (setenta centímetros por duzentos e dez centímetros) e varanda, esta residência possui pé direito de 270 m(duzentos e setenta centímetros), piso com revestimento cerâmico, forro composto por

laje, e cobertura em fibrocimento 6mm (seis milímetros de espessura).

Figura 05: Imagem via satélite da localização da residência de Guaraniáçu - PR



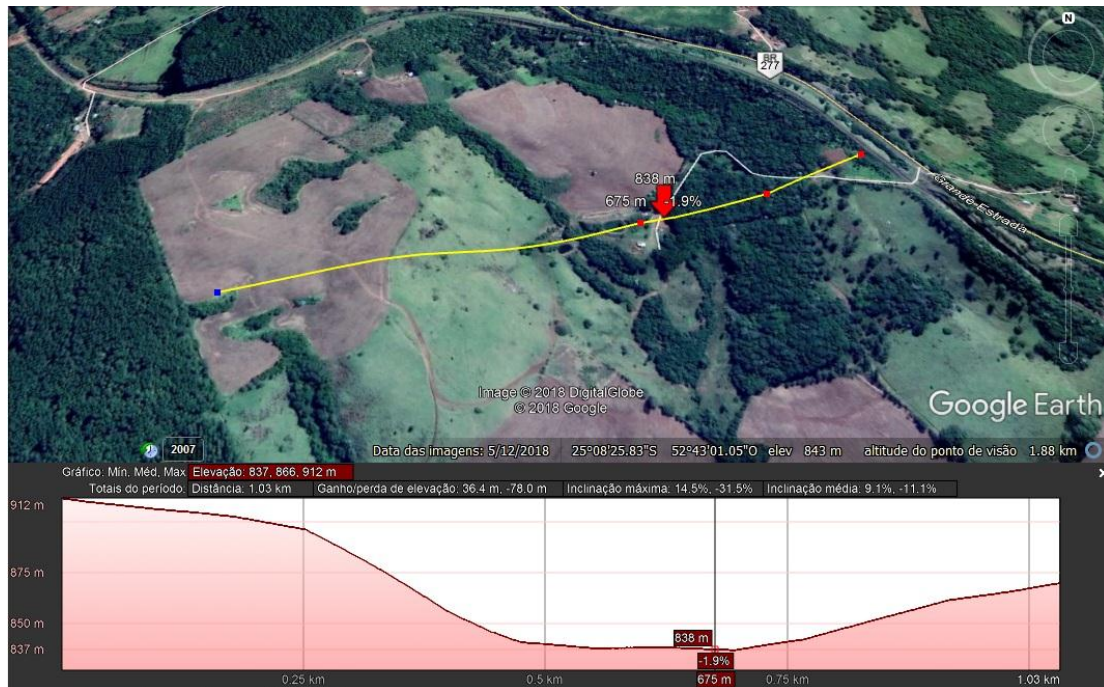
Fonte: Autor (2018)

Figura 06: Vegetação em torno da residência



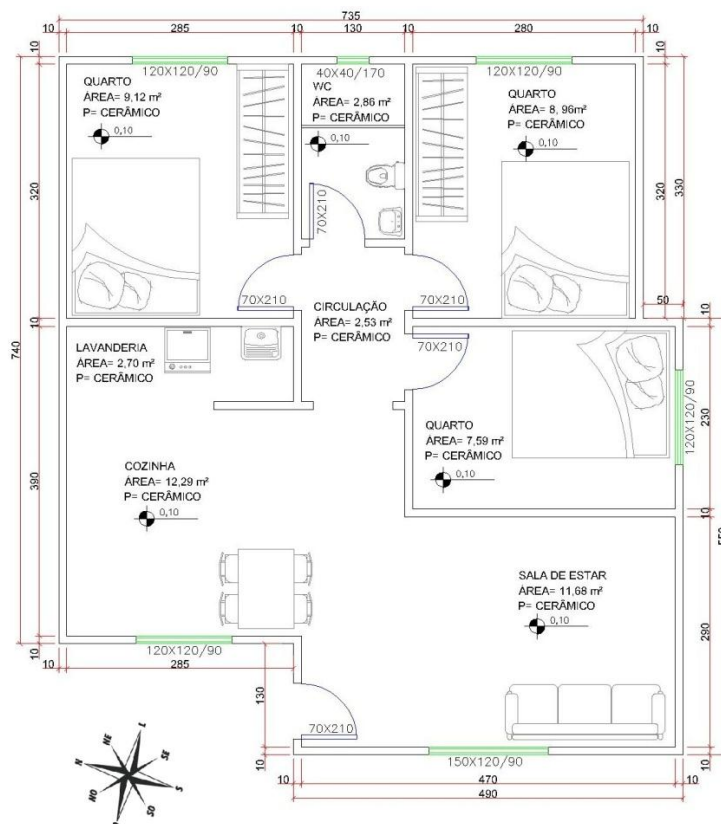
Fonte: Autor (2018)

Figura 07: Perfil Topográfico do entorno da residência



Fonte: Autor (2018)

Figura 08: Planta baixa residência em Guaraniaçu – PR



Fonte: Autor (2018)

Tabela 01: Medição de temperatura casa de Guaraniaçu - PR

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de Temperatura	Condição Climática

Fonte: Autor (2018)

Tabela 02 – Medição de temperatura casa de Campo Bonito -PR

Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado a o norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de Temperatura	Condição Climática

Fonte: Autor (2018)

3.1.4 - Análise dos dados

Após a coleta de dados, foi realizado a respectiva análise por meio da revisão bibliográfica relacionando a diferença de temperatura entre o ambiente interno e externo da residência, e verificando se a obra obedece aos parâmetros da norma NBR 15575 de 2013 onde normatiza o desempenho das edificações.

Como pode ser observado na coleta de dados, as diferenças de temperatura nos dias de sol, onde o comportamento de temperatura interna das amostras foram menor ou igual a externa, conforme demonstrado no item 4.1.2, assim poderemos dizer conforme NBR 15575-1 no requisito A.2 (constante no anexo B deste trabalho), descreve que o ambiente deve apresentar condições térmicas no interior do edifício habitacional, melhores ou iguais as do ambiente externo, para zona bioclimática da amostra em dias de verão. Assim, comparando os resultados obtidos o sistema de construção em placas de concreto com espessura de 10 cm, tem um desempenho M (mínimo) junto à norma.

4 CAPÍTULO

4.1 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 - Resultados e discussões

Com a realização do levantamento das temperaturas nas residências estudadas, podemos identificar os índices de temperatura e compara-los as normas de desempenho vigentes, e assim chegar ao resultado onde se identifique se estas obras estão ou não de acordo, e assim oportunizar à aqueles que tem interesse em construir através dessa alternativa construtiva, conhecer o desempenho térmico dessas edificações.

Na sequência podemos observar a coleta da residência de Guaraniaçu, onde é possível ver as medições feitas em dias e horários diferentes:

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
15/10/2018	15:41:23	24,7	24,5	0,2	Tempo Nublado mas houve sol pela Manhã
15/10/2018	15:51:23	24,2	24,1	0,1	
15/10/2018	16:01:23	24,3	24,0	0,3	
15/10/2018	16:11:23	24,5	24,5	0	
15/10/2018	16:21:23	24,3	24,5	-0,2	
15/10/2018	16:31:23	24,5	24,9	-0,4	

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
18/10/2018	10:19:11	22,7	22,2	0,5	Chuva Forte
18/10/2018	10:29:11	23,2	23,0	0,2	
18/10/2018	10:39:11	23,3	23,4	-0,1	
18/10/2018	10:49:11	23,4	23,8	-0,4	
18/10/2018	10:59:11	23,3	24,1	-0,8	
18/10/2018	11:09:11	23,6	24,6	-1	

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
22/10/2018	13:30:10	24,5	24,2	0,3	sol o dia Todo
22/10/2018	13:40:10	23,6	23,4	0,2	
22/10/2018	13:50:10	23,4	23,5	-0,1	
22/10/2018	14:00:10	23,9	23,6	0,3	
22/10/2018	14:10:10	24,2	23,8	0,4	
22/10/2018	14:20:10	24,3	24,1	0,2	

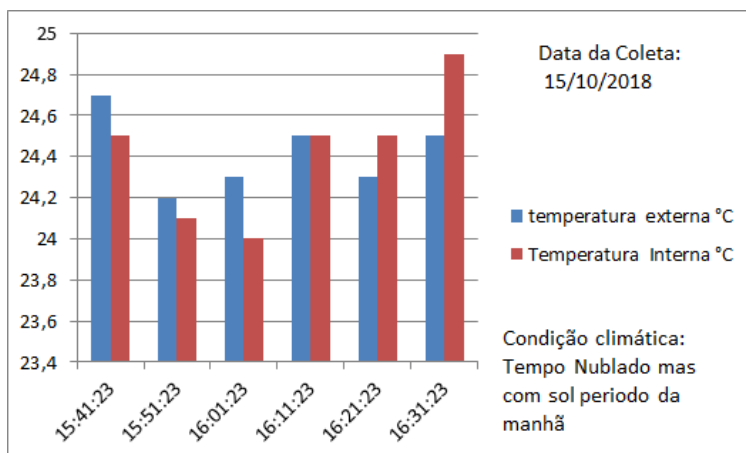
Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
24/10/2018	13:30:37	21,7	22,9	-1,2	tempo Fechado com Chuva durante toda Medição
24/10/2018	13:40:37	21,5	23,1	-1,6	
24/10/2018	13:50:37	21,6	23,3	-1,7	
24/10/2018	14:00:37	21,8	23,6	-1,8	
24/10/2018	14:10:37	22,0	23,9	-1,9	
24/10/2018	14:20:37	22,0	23,9	-1,9	

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
26/10/2018	11:20:54	21,3	22,5	-1,2	tempo Nublado com Pancadas de chuva durante o dia
26/10/2018	11:30:54	21,4	22,6	-1,2	
26/10/2018	11:40:54	21,8	23,2	-1,4	
26/10/2018	11:50:54	21,9	23,4	-1,5	
26/10/2018	12:00:54	22,2	23,9	-1,7	
26/10/2018	12:10:54	22,2	23,7	-1,5	

Localização Guaraniaçu - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
27/10/2018	15:50:54	23,1	24,7	-1,6	sol o dia Todo sem renovação de ar no interior
27/10/2018	15:55:54	23,3	24,7	-1,4	
27/10/2018	16:05:54	23,2	24,7	-1,5	
27/10/2018	16:15:54	23,0	24,5	-1,5	
27/10/2018	16:25:54	23,0	24,5	-1,5	
27/10/2018	16:35:54	23,2	24,7	-1,5	

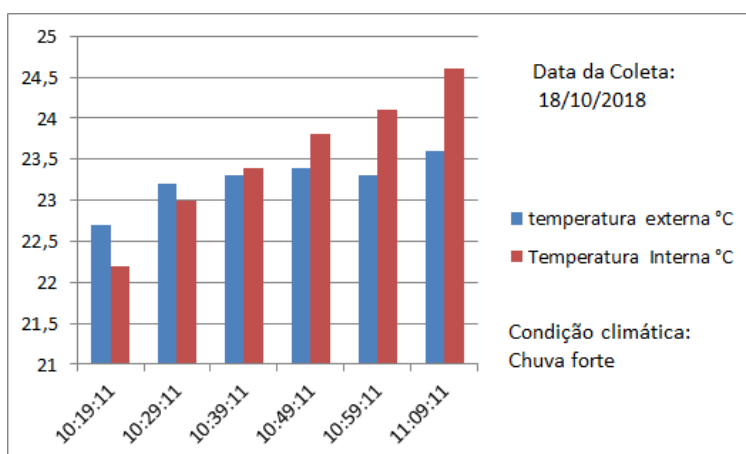
Na sequência podemos observar em gráficos o comportamento de temperatura na residência de Guaraniaçu.

Figura 10 – Variação de temperatura no dia 15 de Outubro em Guaraniaçu.



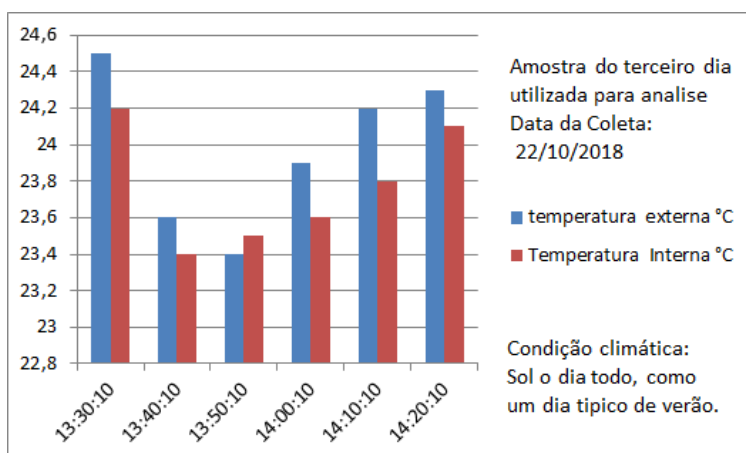
Fonte: Autor (2018)

Figura 11 – Variação de temperatura no dia 18 de Outubro em Guaraniaçu.

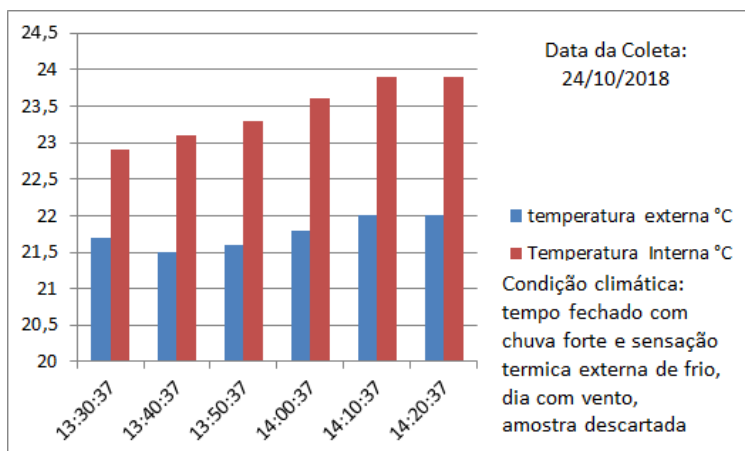


Fonte: Autor (2018)

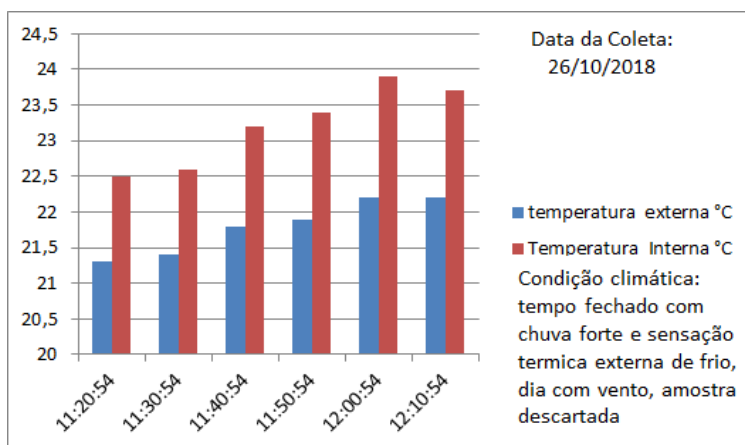
Figura 12 – Variação de temperatura no dia 22 de Outubro em Guaraniaçu.



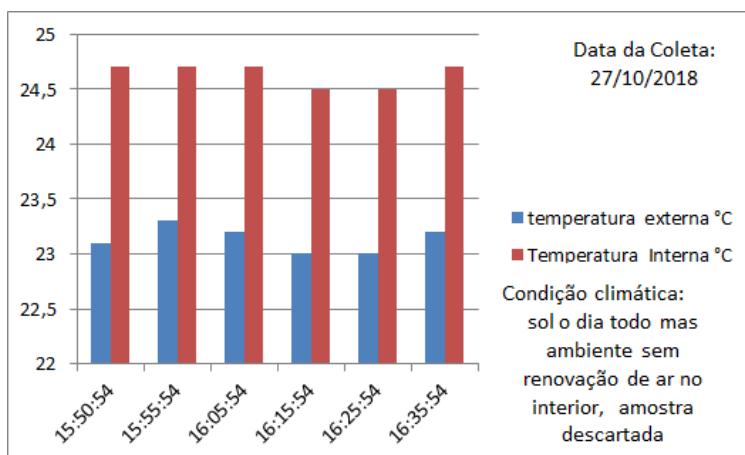
Fonte: Autor (2018)

Figura 13 – Variação de temperatura no dia 24 de Outubro em Guaraniaçu.

Fonte: Autor (2018)

Figura 14 – Variação de temperatura no dia 26 de Outubro em Guaraniaçu.

Fonte: Autor (2018)

Figura 15 – Variação de temperatura no dia 27 de Outubro em Guaraniaçu.

Fonte: Autor (2018)

Após a coleta de dados pode observar uma detalhe interessante, nos dias 24,26 e 27 de outubro a temperatura ambiente interna sempre se mostrou mais alta que a externa, o que aconteceu que nas datas de 24 e 26 de outubro a condição climática estava chovendo e com sensação térmica de frio, sendo todas as temperaturas externas abaixo do 22,5 °C, já no dia 27 de outubro apesar de haver sol, não houve renovação de ar no interior da edificação, desta forma descartaram-se as amostras destas datas. Já nos dias de sol, que seria um dia típico de verão as temperaturas internas ficaram menores, nesse sentido a edificação se enquadra na norma NBR 15575-1 com desempenho M(mínimo).

As medições de temperatura de Campo Bonito, pode-se observar na sequência.

Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de Temperatura	Condição Climática
01/11/2018	16:47:47	23,5	23,4	0,1	tempo nublado
01/11/2018	16:57:47	23,4	23,4	0	
01/11/2018	17:07:47	23,1	23,3	-0,2	
01/11/2018	17:17:47	23,5	23,3	0,2	
01/11/2018	17:27:47	23,7	23,4	0,3	
01/11/2018	17:37:47	23,9	23,5	0,4	

Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
02/11/2018	10:00:11	23,7	23,6	0,1	tempo nublado
02/11/2018	10:10:11	23,6	23,5	0,1	
02/11/2018	10:20:11	23,6	23,5	0,1	
02/11/2018	10:30:11	24,1	23,7	0,4	
02/11/2018	10:40:11	24,0	23,7	0,3	
02/11/2018	10:50:11	24,0	23,6	0,4	

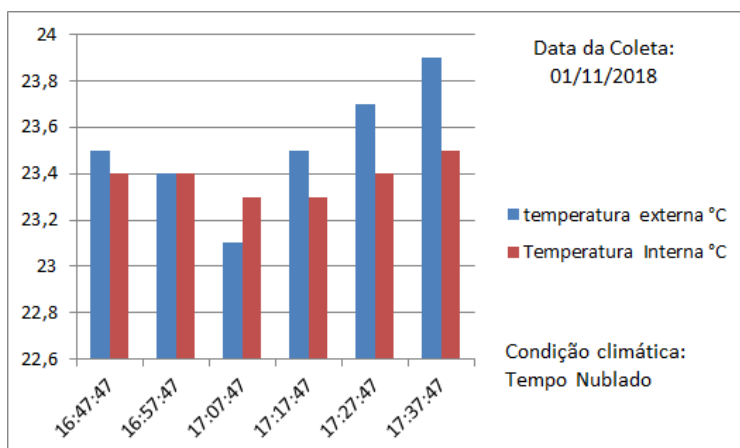
Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
02/11/2018	15:10:11	26,0	25,8	0,2	tempo nublado com pancadas De chuva
02/11/2018	15:20:11	25,7	25,8	-0,1	
02/11/2018	15:30:11	26,3	25,9	0,4	
02/11/2018	15:40:11	26,0	25,7	0,3	
02/11/2018	15:50:11	26,1	25,8	0,3	
02/11/2018	16:00:11	26,5	25,9	0,6	

Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
03/11/2018	10:20:11	26,8	25,8	1	tempo com sol durante a Manhã
03/11/2018	10:30:11	26,9	25,9	1	
03/11/2018	10:40:11	27,0	26	1	
03/11/2018	10:50:11	27,2	26,1	1,1	
03/11/2018	11:00:11	27,7	26,5	1,2	
03/11/2018	11:10:11	27,3	26,4	0,9	

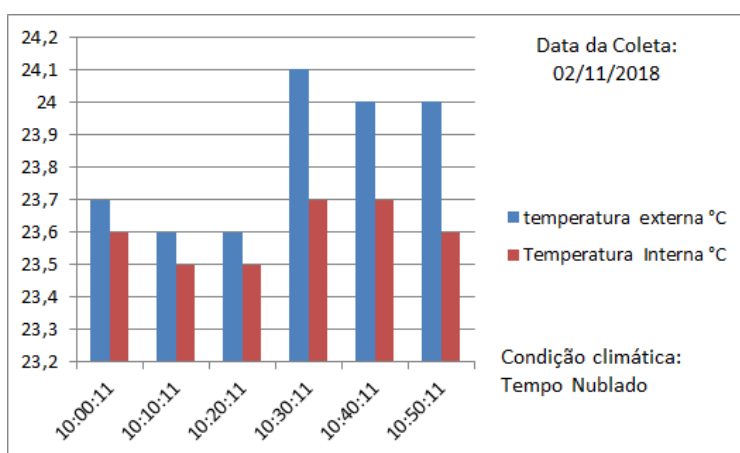
Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de Temperatura	Condição Climática
03/11/2018	15:00:11	28,3	27,4	0,9	tempo com sol durante a tarde
03/11/2018	15:10:11	28,3	27,4	0,9	
03/11/2018	15:20:11	28,6	27,5	1,1	
03/11/2018	15:30:11	28,7	27,5	1,2	
03/11/2018	15:40:11	28,6	27,5	1,1	
03/11/2018	15:50:11	28,7	27,6	1,1	

Localização Campo Bonito - PR medição cômodo localizado ao norte					
Data	Hora	temperatura externa °C	Temperatura Interna °C	Diferença de temperatura	Condição Climática
04/11/2018	10:00:11	25,5	25,3	0,2	tempo com sol durante a Manhã
04/11/2018	10:10:11	25,4	25,3	0,1	
04/11/2018	10:20:11	25,8	25,4	0,4	
04/11/2018	10:30:11	26,0	25,5	0,5	
04/11/2018	10:40:11	25,8	25,4	0,4	
04/11/2018	10:50:11	26,0	25,5	0,5	

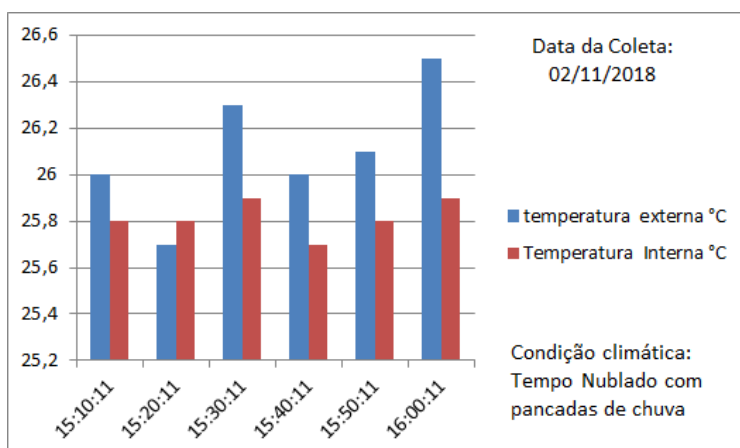
Na sequencia uma representação gráfica dos resultados obtidos onde é possível observar o comportamento térmico da amostra estudada.

Figura 16 – Variação de temperatura no dia 01 de novembro em Campo Bonito.

Fonte: Autor (2018)

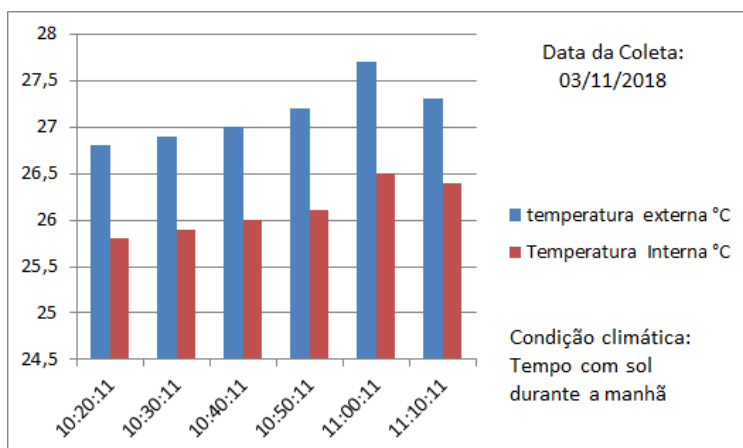
Figura 17 – Variação de temperatura no dia 02 de novembro em Campo Bonito.

Fonte: Autor (2018)

Figura 18 – Variação de temperatura no dia 02 de novembro em Campo Bonito.

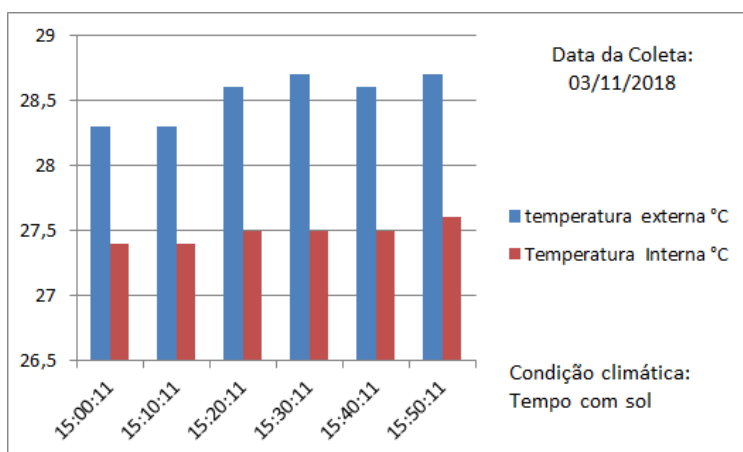
Fonte: Autor (2018)

Figura 19 – Variação de temperatura no dia 03 de novembro em Campo Bonito.



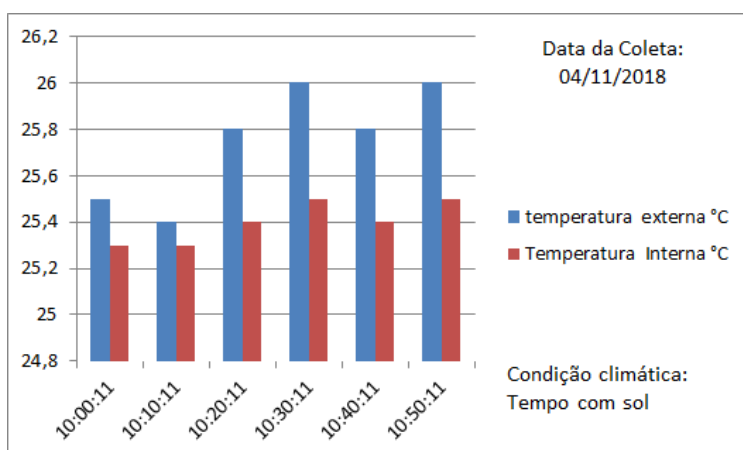
Fonte: Autor (2018)

Figura 20 – Variação de temperatura no dia 03 de novembro em Campo Bonito.



Fonte: Autor (2018)

Figura 21 – Variação de temperatura no dia 04 de novembro em Campo Bonito.



Fonte: Autor (2018)

Na residência localizada em Campo Bonito, pode-se observar que o desempenho térmico se manteve semelhantes aos da outra amostra, apesar de todos os fatores externos a edificação serem diferentes. No entanto, podemos dizer que esta residência se enquadra na norma de desempenho, atingindo desempenho M(mínimo).

5 CAPITULO

5.1 RESULTADOS ESPERADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1.1 – Resultados esperados

A norma de desempenho NBR 15575-1 descreve a necessidade de medição de temperatura em três dias consecutivos e análise dos dados do terceiro dia, aonde a amostra deve possuir temperatura interna igual à externa, levando em consideração a zona bioclimática onde está inserida a edificação, assim obtendo desempenho mínimo exigido por norma, ela prevê ainda outros níveis de desempenho, como apresentado no anexo B.

Ao analisar os índices de temperatura das residências estudadas e compara-las com a norma de desempenho, chegou-se ao resultado de que esse método construtivo atinge o desempenho mínimo esperado da NBR 15575-1.

5.1.2 – Considerações Finais

A construção civil por meio da utilização de paredes em placas de concreto armado tem ganhado espaço como opção construtiva, no entanto gera muita dúvida no que tange a conforto térmico no interior da edificação.

Hoje a construção Civil é regida por diversas normas, sendo cada uma responsável por um quesito construtivo, e para avaliar o conforto térmico há a necessidade de se enquadrar na norma de desempenho de edificações, tema este abordado neste trabalho.

Neste sentido foram escolhidas residências construídas nesse sistema construtivo para ser feito a medição de temperatura de forma individual, sendo que cada amostra possui localizações diferentes e particularidades distintas, como topografia e vegetação no entorno.

Assim este estudo identificou e analisou os índices de conforto térmico, coletando e comparando os dados colhidos junto à norma de desempenho de edificações, e diante dos resultados obtidos, o método construtivo teve o seu desempenho comprovado, atingindo assim objetivo desta pesquisa.

6 CAPITULO

6.1 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer desta pesquisa observou-se a possibilidade de análise de diversos temas relacionados a este estudo, na sequência estão apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

- Coleta de dados período de inverno, para comprovação se o método construtivo se enquadra na norma de desempenho em todos os períodos do ano.
- Coleta de índices acústicos em paredes de concreto armado de mesma espessura para análise junto à norma de desempenho de edificações.
- Qual espessura de parede ideal, para obter um desempenho intermediário de paredes de concreto armado junto a norma de desempenho de edificações.

REFERÊNCIAS

ACKER, Arnold Van, **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**, TRADUÇÃO: Marcelo de Araújo Ferreira, São Paulo – SP, 2002. Disponível em: http://apoioididatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf

ALMEIDA, Marília Corrêa, **Fachadas com painéis pre-fabricados arquitetonicos de concreto**, Porto Alegre – RS. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26059/000755703.pdf?sequence=1>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações** - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

BASTOS, Prof. Dr. Paulo Sergio Dos Santos, **Estruturas de Concreto Armado**, Bauru – SP, 2014. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>

BRUMATTI, Dioni O. **Uso de pré-moldados – Estudo e Viabilidade**, Vitória – ES. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Dioni%20O.%20Brumatti.pdf>

CRUZ, Hugo da Silva, **Painel Pré-moldado em Concreto Convencional Vibrado e Auto-Adensável**. São Carlos – SP, 2012. Disponível em: http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa_files/tcc2012-hugocruz.pdf

ENGEL, Tatiana Gerhardt , **Métodos de pesquisa**; Denise Tolfo Silveira ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica –

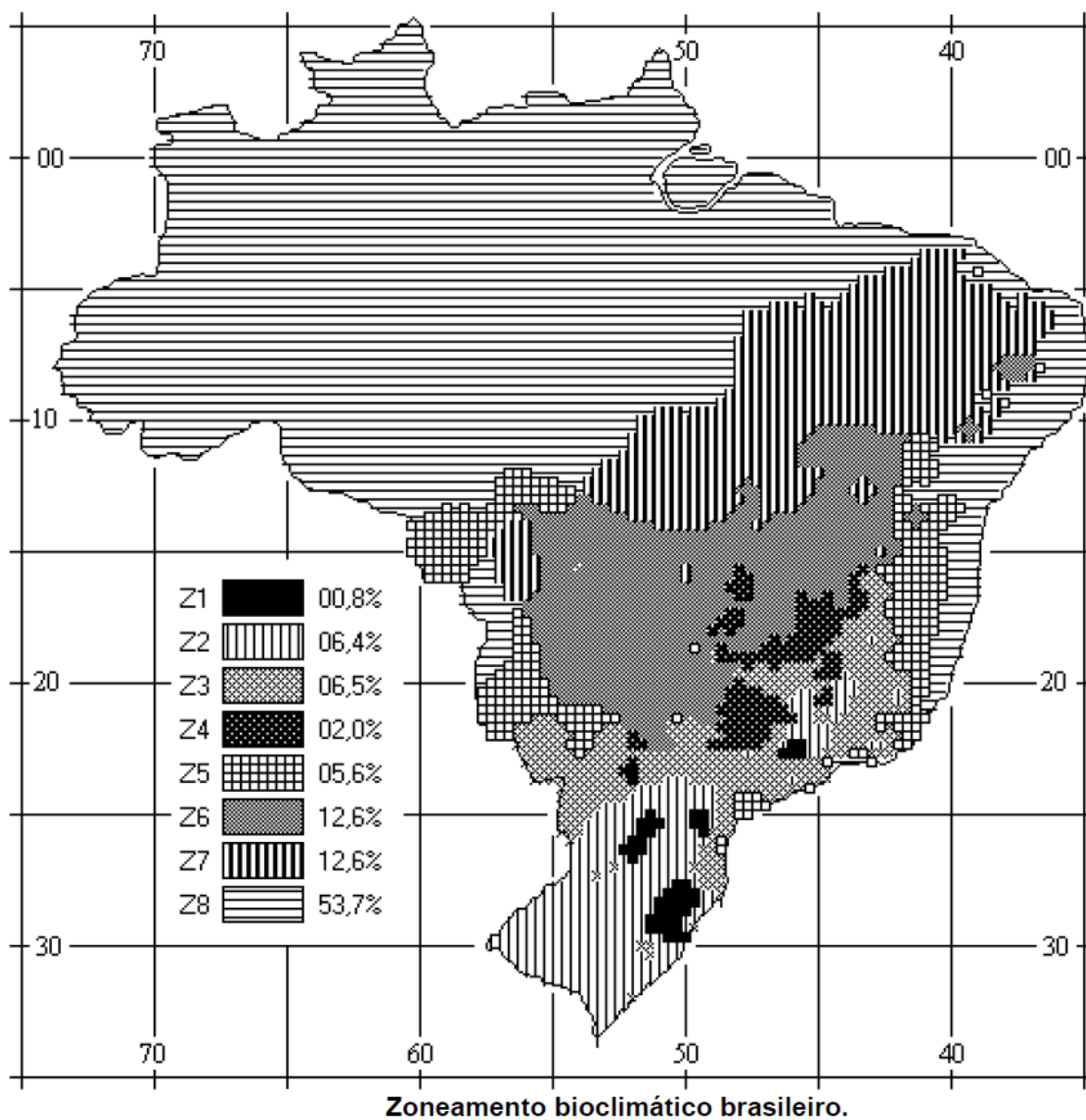
Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>

FROTA, Anesia Barros, **Manual do conforto térmico**; arquitetura, urbanismo/ Anesia Barro Frota, Sueli Ramos Schiffer: - 8. Ed, São Paulo : Studio Nobel. 2003.

LAMBERTS, Roberto, **Eficiência energética na arquitetura**; Luciano Dutra/Fernando Oscar Ruttkay Pereira. 2º edição, revisada. São Paulo: Prolivros 2004.

ANEXO A – ZONA BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS



Fonte: ABNT NBR 15220 (2003)

ANEXO B – CRITÉRIOS DE DESEMPENHO TÉRMICO

E.3 Valores máximos de temperatura

O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como, por exemplo, salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor que o estabelecido em 11.2.1. Para maior conforto dos usuários, recomenda-se para os níveis intermediário (I) e superior (S) os valores apresentados na Tabela E.1.

Tabela E.1 — Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
M	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$
I	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 10^\circ \text{C})$
S	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 20^\circ \text{C})$ e $T_{i,min} \leq (T_{e,min} + 10^\circ \text{C})$
$T_{i,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; $T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; NOTA Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.		

Fonte: ABNT NBR 15575-1 (2010)

Tabela E.2 — Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 51)	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 3^{\circ} \text{C})$	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado
I	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 5^{\circ} \text{C})$	
S	$T_{i,min} \geq (T_{e,min} + 7^{\circ} \text{C})$	
$T_{i,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius; $T_{e,min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus Celsius; NOTA Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.		

Fonte: ABNT NBR 15575-1 (2010)

ANEXO C – IMAGEM CASA DE CAMPO BONITO - PR



Fonte: Autor (2018)

ANEXO D – IMAGEM CASA DE GUARANIAÇU - PR



Fonte: Autor (2018)

ANEXO E – MEDIÇÃO DE TEMPERATURA EXTERNA



Fonte: Autor (2018)

ANEXO F – MEDIÇÃO DE TEMPERATURA INTERNA



Fonte: Autor (2018)