



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Wanderson Pereira Dias

ESTUDO E APLICABILIDADE DA NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR
15575: ANÁLISES DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS E CONFORTO TÉRMICO
EM UNIDADES HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
PALMAS - TO

Palmas – TO

2021

Wanderson Pereira Dias

ESTUDO E APLICABILIDADE DA NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR
15575: ANÁLISES DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS E CONFORTO TÉRMICO
EM UNIDADES HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Hider Cordeiro de Morais.

Palmas – TO

2021

Wanderson Pereira Dias
ESTUDO E APLICABILIDADE DA NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR
15575: ANÁLISES DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS E CONFORTO TÉRMICO
EM UNIDADES HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Hider Cordeiro de Moraes.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Hider Cordeiro de Moraes
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desempenho sem manutenção e com manutenção.....	19
Figura 2 – Métodos de avaliação e desempenho térmico Zonas Bioclimáticas do Brasil.....	23
Figura 3 – Zonas bioclimáticas do Brasil.....	24
Figura 4 – Localização das Unidades Habitacionais.....	36
Figura 5 – Localização das Unidades Habitacionais.....	36
Figura 6 – Método Construtivo.....	37
Figura 7 – Planta baixa.....	38
Figura 8 – Instalação do Aparelho.....	39
Figura 9 – Smart Gadget Sensirion SHT31.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Intervenientes e incumbências descritas na NBR 15575:2013.....	18
Quadro 2 - Transmitância térmica, capacidade térmica da parede e atraso térmico para parede de concreto maciço	41
Quadro 3 - Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para cobertura.....	18

44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vida Útil de Projeto mínima e superior (VUP)	17
Tabela 2 – Tipos de vedações externas.....	25
Tabela 3 – Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas	25
Tabela 4 - Estratégias de condicionamento térmico passivo.....	25
Tabela 5 – Valores máximos admitidos para a transmitância térmica de paredes externas.....	32
Tabela 6 – Valores mínimos admitidos para a Capacidade Térmica de Paredes Externas.....	33
Tabela 7 – Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar	34
Tabela 8 – Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica.....	35
Tabela 9 – Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão.	35
Tabela 10 – Aberturas para ventilação.....	42
Tabela 11 – Aberturas para ventilação	43
Tabela 12 – Valores mínimos, máximos, médios e amplitudes aferidos para Temperatura, considerando os dois dias de Coleta (09/05, 10/05 e 11/05).....	45
Tabela 13 – Valores mínimos, máximos, médios e amplitudes aferidos para Temperatura, considerando o ultimo dia de Coleta.....	47
Tabela 14 – Temperaturas máximas e um comparativo entre todos os sensores.....	47
Tabela 15 – desempenho térmico – Procedimento 2 (Medição in loco) – Resultados.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação de temperatura em todos os sensores durante os dois dias de medição.....	45
Gráfico 2 - Variação de temperatura em todos os sensores durante o último dia de medição.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 A CONCEPÇÃO DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
2.1.1 O Progresso Histórico da Concepção de Desempenho no Brasil	13
2.1.2 Desempenho e o Foco ligado: Carência dos Usuários e Condições de Utilização e Exposição.....	15
2.1.3 Vida Útil	16
2.1.4 Durabilidade.....	19
2.1.5 Prazo de Garantia	20
2.1.6 Desempenho Térmico	21
2.1.6.1 Conforto Térmico.....	22
2.1.6.2 Planejamento Bioclimático Brasileiro.....	23
2.2 ABNT NBR 15575/2013 - NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO.....	26
2.2.1 A ABNT e o Processo de Normatização	26
2.2.1.1 Definição	26
2.2.1.2 Constituição de uma Norma - ABNT	26
2.2.2 A Norma de Desempenho e suas Partes Constituintes	27
2.2.2.1 Requisitos Gerais - ABNT NBR 15575: 2013	27
2.2.2.2 Requisitos para os sistemas estruturais - ABNT NBR 15575: 2013.....	28
2.2.2.3 Quesitos para os sistemas de pisos - ABNT NBR 15575: 2013.....	28
2.2.2.4 Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - ABNT NBR 15575: 2013	28
2.2.2.5 Requisitos para os sistemas de coberturas - ABNT NBR 15575: 2013.....	29
2.2.2.6 Requisitos para os sistemas hidrossanitários - ABNT NBR 15575: 2013.....	29
3 METODOLOGIA.....	30

3.1	NBR 15575 - DESEMPENHO TÉRMICO: MÉTODO DE AVALIAÇÃO	30
3.1.1	Desempenho Térmico – Método Simplificado	32
3.1.1.1	Sistemas de Vedações Verticais Interna e Externas	32
3.1.1.2	Sistemas de Coberturas	34
3.1.2	Desempenho térmico - Procedimento 2 (Medição <i>in loco</i>)	35
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO ESTUDADO	36
3.3	COLETA DE DADOS	368
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Desempenho Térmico-Método Simplificado	40
4.1.1	Sistema de Vedações Verticais Internas e Externas-SVVIE	40
4.1.1.1	Transmitânciatérmica e Capacidade térmica de paredes externas	40
4.1.1.2	Abertura para ventilação	41
4.1.2	Sistemas de Cobertura	43
4.2	Procedimento 2 – Medição <i>in loco</i>	44
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

No período final do Estado Novo, em 1945 o governo brasileiro começou a atuar no setor de habitação popular, segundo Bonduki (1998). Nesse período, houve um crescimento das grandes cidades e com isso, optaram por ações que objetivavam expandir a construção de casas que fomentasse a gestão de aluguéis, na maioria para as unidades habitacionais de interesse social. No entanto, como esse objetivo não foi atingido e os rendimentos não se fizeram satisfatórios, tanto para proprietários, construtoras e o Estado, acarretou uma lesão para a classe dos operários que, ficando sem opções, muitos trabalhadores mudaram para as periferias na década de 40, originando as primeiras favelas.

Com o apoio do Banco Nacional de Habitação (BNH), foi criado o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), no ano de 1964 (BOLAFFI, 1979, p.50). Tendo seu ápice na década de 70. Porém a inflação conduziu esse Sistema à um meio de declive prolongado, mesmo posterior a extinção do BNH, devido ao corte dos privilégios de créditos para o âmbito da habitação.

Isso ajudou na melhoria de novas organizações no âmbito de habitações, por meio do Plano Nacional de Habitação (PNH) e do projeto de moradia, que visam centrar mais as políticas do setor, em particular referente às habitações de benefício social. O Programa Minha Casa Minha vida, O Boom Imobiliário e o PAC resultaram em um instante oportuno para o progresso dessas novas organizações.

Tais fatores combinados fizeram o Brasil priorizar, através de uma política social, alguns setores específicos da economia buscando, assim, diminuir a desigualdade do país. Neste contexto se estabeleceu um olhar mais criterioso na indústria da construção civil, com o intuito no primeiro momento de diminuir sistematicamente a falta de emprego e renda. E no segundo momento com a finalidade de acabar com as diferenças de realidade da população de acesso aos financiamentos e zerar o déficit de habitação.

As baixas taxas de juros também favoreceram grandemente a construção civil, pois beneficia os financiamentos de longo prazo. Como exemplo, o financiamento da casa própria que é disponibilizada por meio de diversas fontes de financiamento, tornando mais acessíveis à todas as classes sociais e priorizando à

classe de baixo poder aquisitivo havendo notoriedade do Programa Minha Casa Minha Vida, um programa específico com subsídio do governo.

Conseqüentemente esses programas, contribuíram para a atenuação do déficit habitacional, que em 2010 apontou uma carência de 6,49 milhões de unidades, correspondendo a 12,1 % das moradias do país, referentes à população de baixa renda, pois as classes mais favorecidas sempre foram contempladas com bancos de financiamentos, construtoras e incorporadoras. Então, para evitar o problema do déficit habitacional o Governo investiu em programas sociais, fundamentados na autorização de financiamentos com recursos do FGTS, dando prioridade às famílias com até três salários-mínimos (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, CENTRO DE ESTATÍSTICAS E INFORMAÇÕES, 2013).

O déficit habitacional está relacionado ao investimento no setor da construção civil e por seguinte em relação à necessidade de construção de unidades habitacionais. Independente das características e modelo dessas unidades, sejam para população com baixo poder aquisitivo ou padrões mais elevados, deve-se, tanto para os agentes envolvidos, quanto para o governo, uma visão mais atenta na qualidade e o desempenho mínimo requerido para essas habitações. É imprescindível a solução do déficit habitacional, porém acima de tudo tem de ser resolvido de forma técnica, zelando os padrões mínimos de exigências, que em todo o processo construtivo devem ser considerados. À frente dessa necessidade, a norma ABNT NBR 15575/2013 estabelece os critérios e requisitos de desempenho que se aplicam às edificações habitacionais.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da realidade de soluções que levam em consideração os fatores de sustentabilidade. Assim, como o desejo de alcançar padrões de conforto ambiental, surge a necessidade cada vez mais progressiva de análises sobre o desempenho, com olhar dirigido à adequação de técnicas e produtos inovadores.

Nesse âmbito, o desempenho térmico tem sido abundantemente debatido, precisamente com os fatores que atendam melhor os consumidores, permitindo assim, uma melhor condição de conforto e sanidade.

Em 2005, a primeira norma de desempenho térmico foi desenvolvida no Brasil, a NBR 15220/2005, porém com limitações. Em razão dessa limitação, no qual só poderia atender edificações unifamiliares de interesse social, sobreveio o início do processo de desenvolvimento da norma de desempenho para edificações residenciais em 2008, a NBR 15575. Entrando em vigor somente em 2012, com requisitos mínimos de desempenho, vida útil e de garantia para os sistemas da edificação. Porém houve uma forte pressão do setor da construção civil, para que a norma fosse revisada quanto à aplicabilidade. Sendo então publicada sua versão final em fevereiro de 2013, entrando em vigor no mês de julho do mesmo ano (SORGATO, M, J.; MELO, A. P. e LAMBERTS, R., 2013).

Desde a primeira publicação da norma NBR 15575 até sua versão final em 2013, houve grandes mudanças e diferentes linhas de pesquisa, no entanto o objetivo de avaliar a adequabilidade da norma de desempenho para diversas condições é estável. Condições que variam entre as diferentes composições climáticas e diferentes tipos de materiais. No estudo de Márcio José Sorgato, et al., sobre desempenho térmico foram abordadas críticas e sugestões para a NBR 15575. Uma crítica por não analisar a influência da variação anual da temperatura na edificação e por não fazer uso real da edificação sob análise.

Conforme for ajustado os dias típicos de inverno e verão, o que não é antevisto pela norma, a análise pode apresentar diferentes resultados (SORGATO, M, J.; MELO, A. P. e LAMBERTS, R., 2013). Tendo como objetivo a relevância de aplicação da norma de desempenho e diante de tais questionamentos, levanta-se uma indagação: os parâmetros e procedimentos sobre a determinação de desempenho térmico referidos pela norma NBR 15575/2013, é capaz de ser aplicado e atendido em unidades habitacionais de interesse social na cidade de Palmas -TO?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Considerando a relevância da averiguação do atendimento dos critérios e requisitos da NBR 15575/2013, os fundamentos nas argumentações retratadas e a temperatura na cidade de Palmas com 26.7º de média anual, segundo o CLIMATE-DATA, no qual tem uma grande relevância quanto aos critérios de conforto e

desempenho térmico. O atual estudo tem como objetivo analisar e avaliar o desempenho térmico e dar clareza sobre a norma NBR 15575/2013 em unidades habitacionais de interesse social na cidade de Palmas-TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Fazer um estudo sobre os principais autores que abordam o tema desempenho térmico;
- Averiguar os métodos de avaliação sobre desempenho térmico detalhado pela NBR 15575;
- Examinar a aplicabilidade da NBR 15575 em unidades habitacionais de interesse social na cidade de Palmas –TO;
- Debater os resultados de desempenho térmico encontrados.

1.3 JUSTIFICATIVA

A descrição do conforto térmico acarreta analisar uma série de aspectos técnicos, sendo, a umidade relativa, a radiação solar incidente, a temperatura e velocidade do ar. No entanto, esses aspectos técnicos dependem e agem mutuamente com a vegetação, águas superficiais e subterrâneas, regime de chuvas, topografia, permeabilidade do solo e a presença do homem. Logo, sua definição de especificidade depende das condições físicas do local para atender os critérios, demandas e exigências do cliente.

Sendo assim facilmente determinadas através de um projeto, com antevisto dos materiais específicos que podem assegurar o atendimento das demandas especificadas para conforto do cliente. Ou seja, a avaliação do desempenho térmico, é precisamente compreender se as condições da obra estão em consenso, ou não, com às exigências do usuário, sendo consideradas as variáveis controláveis e as não controláveis, que são as questões climáticas. Essas condições, são dadas, pela norma NBR 15575, sobre desempenho térmico.

Diante desta averiguação da dependência do desempenho térmico em relação ao clima, e sendo considerados uma variável não controlável, a cidade de Palmas consta-se com uma característica muito forte que é o registro de altas temperaturas no decorrer do ano. Portanto uma visão mais criteriosa sobre desempenho térmico deve ser priorizada nas edificações, visando o clima e acima de tudo a temperatura ambiente. Neste caso, a solução deve ser um projeto que

leve em consideração os materiais e técnicas que possam colaborar com o atendimento e os quesitos mínimos de conforto térmico.

E por fim, considerar a exigência do atendimento da norma de desempenho que estabelece as condições, critérios e métodos para a avaliação do desempenho térmico da edificação. Portanto, a justificativa deste trabalho é baseada necessariamente na análise e atendimento do conforto e desempenho térmico em unidades habitacionais de interesse social e, o clima na cidade de Palmas, como condição limitante ao atendimento dos padrões mínimos de exigência e ao atendimento à norma de desempenho NBR 15575.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CONCEPÇÃO DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1.1 O Progresso Histórico da Concepção de Desempenho no Brasil

Na década de 70, Borges (2008) denota que por influência de estudos realizados no mundo sobre aplicações da concepção de desempenho na construção civil, foram realizados os primeiros trabalhos no Brasil. Porém, de natureza unicamente acadêmica e abordando a racionalização na construção civil e em momento posterior abordando a durabilidade, sendo assim, a primeira iniciativa ao aprimoramento do conceito de desempenho no Brasil.

A inserção de tal conceito no Brasil, deu-se por razões internas também, no qual desempenharam uma atuação ainda mais relevante. Em razão da melhoria da economia brasileira na década de 70, houve um desenvolvimento de setores específicos e estratégicos para continuidade do crescimento. Dentro desse conceito, a construção civil foi fortemente beneficiada por meio dos recursos para financiamento do setor. Consequentemente, houve uma preocupação na questão das inovações, isto é, o governo estava com dificuldades em prover os instrumentos necessários para a construção civil avançar. Sob outra perspectiva, tinha-se também a indispensabilidade em desenvolver um setor de forma tecnológica, com uso de materiais favoráveis, duráveis e que atendessem a um padrão mínimo de qualidade. Em vista disso, houve o surgimento de novas técnicas construtivas, modificando as técnicas convencionais e uma série de propostas sobre uso de novos materiais, até este momento, consideradas inovadoras por Borges (2008).

Devido a utilização desses novos materiais e métodos, Soares (2006) aborda sobre o surgimento de novos acidentes, patologias e grandes prejuízos devido à falta de estudos e experimentos que validariam a aplicabilidade dessas novas tecnologias e do uso descontrolado de materiais de baixa qualidade para que houvesse redução de custo. Ou seja, havia uma carência quanto a regulamentação e validação do uso tanto das tecnologias quanto dos novos materiais empregados. Acarretando assim, o sucesso de algumas dessas tecnologias e a inadequada prática do uso corrente dessas inovações.

Devido essas ocorrências, no qual, acabaram sendo benéficas, teve como consequências a necessidade de implementar estudos que pudessem avaliar e validar de forma técnica o uso e a qualidade ao longo do tempo, desses novos materiais e métodos, nos quais, utilizados sem qualquer restrição nas construções civis.

De acordo com Borges (2008), na década de 80, inúmeros trabalhos foram feitos sobre desempenho na construção civil, tendo como instituição de destaque o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, com a publicação do relatório 16277. Além de contribuições de trabalhos acadêmicos, como a contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes de Souza (1983); durabilidade de materiais e componentes das edificações de Flauzino (1983) e a avaliação da durabilidade de materiais e componentes da edificação de John (1987).

Podendo considerar o trabalho de IPT (1981), como o primeiro documento que antecipa uma norma regulamentadora, exercendo assim, como definidor de parâmetros máximos e mínimos a serem atendidos quanto ao financiamento para o Banco da Habitação, pois foi a própria instituição quem contratou o IPT. Tendo como principal objetivo solucionar os problemas de técnicas e materiais inovadores, que ainda não eram submetidos ao estudo de validação, ou seja, não obedeciam aos padrões mínimos de desempenho.

Assim sendo, foi considerado um trabalho primordial e específico sobre o conceito de desempenho no Brasil. Sendo um documento que se mantém até hoje como um marco, tendo um avanço na implantação de termos mínimos de condições quanto a qualidade de tais produtos. Depois de sua publicação, com grande influência do relatório, o país começou a determinar normas de natureza

semelhante, tendo o desempenho avaliado com critérios técnicos, mensuráveis e práticos.

2.1.2 Desempenho e o Foco ligado: Carência dos Usuários e Condições de Utilização e Exposição

Segundo a Norma NBR 15575 (2013), logo na introdução é estabelecido a prevalência dos objetivos da norma, estabelecendo que os critérios de desempenho atendam unicamente às condições dos utilizadores. Com isso, vê-se duas situações problemáticas no atendimento dos critérios de desempenho relacionados à norma, sendo o primeiro, no que diz respeito às necessidades dos usuários, levando em consideração a região, o clima, fator socioeconômico, cultural e psicológico. A segunda situação levada em consideração é a condição de utilização e exposição ligadas a realidade de cada usuário. Ficando evidente o cunho de qualidade para as condições de desempenho, no qual, têm de ser referidos em termos quantitativos, com prática de um método único, podendo expor e verificar de forma direta tais critérios.

Com relação ao fato das condições de uso e exposição, no que diz respeito às condições externas que a edificação será submetida, o desempenho para o comportamento de tais condições, devem ser determinadas em projetos conforme descrito em Norma NBR 15575 (2013). Caso haja uso impróprio, terá risco de uma interferência direta à vida útil e o desempenho do edifício. Diante disto, é de grande importância ter um olhar especial às possíveis mudanças de características climáticas da região, porém sem afetar às necessidades dos usuários e principalmente a segurança da obra.

Há uma dificuldade clara na definição desses fatores de mudanças climáticas, pois são fatores subjetivos, em razão justamente das necessidades dos usuários aliados às condições do clima. Neste caso, Borges (2008) sugere uma análise geral da condição preexistente dos fatores ambientais existentes, relacionados às necessidades dos usuários, não deixando de analisar os fatores econômicos e técnicos do projeto.

Até então, averiguando esse foco subjetivo da análise de desempenho baseado nas condições externas que interferem diretamente no desempenho das edificações, não pode ter uma desconsideração da imposição da inserção desse conteúdo sobre os conceitos de meio ambiente e sustentabilidade. É inegável a

mediação que os fatores bioclimáticos realizam na projeção de desempenho de uma edificação, com isso, há uma contribuição para avaliação in loco do empreendimento e perduram o conceito de sustentabilidade nos setores de economia. Findando as emissões excessivas como são as do setor da construção civil.

Nesta perspectiva, autores como Souza, Pereira e Soares, (2006), retratam a importância das decisões baseadas nos requisitos de sustentabilidade, deixando evidente um ambiente de decisões e escolhas capazes de promover o desenvolvimento sustentável. Ficando claro a iminência na constituição de ferramentas que possam garantir tal desenvolvimento. Surgindo assim, o conceito de durabilidade, vida útil, e prazo de garantia, tudo de acordo com as necessidades dos usuários na construção civil. Isto é, durabilidade, e prazo de garantia colaboram com desempenho da edificação, pois fornece níveis de qualidade a serem atendidos, sendo assim, níveis de desempenho exigidos.

2.1.3 Vida Útil

Na construção civil vida, útil se centraliza na análise temporal de desempenho de uma edificação. No entanto a ISO 13823 (2008), determina que vida útil, como período durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações de reparo. Ou seja, referente ao período que a edificação mantenha padrões de desempenho mínimos.

Duas definições de vida útil são trazidas pela norma, a primeira, é sobre a verificação in loco, e a segunda é sobre valores estimados de tempo em razão da projeção de projeto.

De acordo com as operações de manutenção, a configuração bioclimática da região, as características e qualidades dos materiais utilizados, a realidade da cidade e fatores de poluição exercem uma influência na vida útil (VU) da obra (NBR 15575-1 2013). Sendo assim o valor final verificado de vida útil será averiguado a partir da composição do VUP e todas as mediações que poderão ter influência das ações de uso, manutenção e fatores de exposição.

A norma de desempenho (NBR 15575-1 2013) estabelece para a vida Útil de Projeto, a necessidade de considerar dois níveis, sendo eles mínimo e superior, no qual a obrigatoriedade do atendimento mínimo sendo óbvia. Já o estabelecimento do nível superior, pela norma de desempenho brasileira, adquiriu este nível em razão de servir como um idealizador do que é possível de ser tecnicamente obtido. Dando

assim, estímulo à concorrência e competição no empreendedorismo, pois passou a existir a opção de minimizar o custo de manutenção e operações ao longo do tempo através da vida útil do projeto maior, induzindo o mercado a buscar soluções que atendam a VUP mínima e melhore o custo-benefício.

Então de forma objetiva, a norma traz os valores para cada nível de Vida Útil do projeto, relacionados aos sistemas de edificações.

Tabela 1 - Vida Útil de Projeto mínima e superior (VUP)

Sistema	VUP (anos)	
	Mínimo	Superior
Estruturas	≥ 50	≥ 75
Pisos Internos	≥ 13	≥ 20
Vedação Vertical Externa	≥ 40	≥ 60
Vedação Vertical Interna	≥ 20	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 30

Fonte: ABNT, 2013a, p. 46.

Conforme podemos perceber, a NBR 15575-1 (2013) determina para cada tipo de sistemas da edificação, condicionantes diferentes para a Vida Útil de projeto. Além de determinar esses parâmetros a serem atendidos, a norma de desempenho especifica os caminhos a serem seguidos, para o cumprimento completo dos valores de VUP, fomentando cinco pontos para serem seguidos de acordo com o atendimento e cumprimento da vida útil do projeto:

1. Aplicação de componentes e materiais de qualidade compatível com a VUP;
2. Execução com técnicas e métodos que possibilitem a obtenção da VUP;
3. Realização em sua totalidade dos programas de manutenção preventiva e corretiva;
4. Auxílio aos cuidados predeterminados para se fazer um uso correto do edifício;
5. Utilização do edifício em uniformidade ao que foi previsto em projeto.

O 1º e 2º ponto descrevem as ações indispensáveis pertencentes ao projetista, incorporador e construtor, já os pontos 3º, 4º e 5º, falam sobre as ações necessárias dos usuários. O atendimento íntegro por parte dos construtores,

projetistas e incorporadores garantem a efetividade da VUP. No entanto, por não ser uma tarefa cotidiana para os usuários é necessário um manual de uso para manutenção e operação do edifício, para assim terem clareza de suas obrigações no intuito de garantir que o empreendimento cumpra os aspectos mínimos de desempenho e firme a Vida Útil da obra projetada.

Um resumo dos deveres e responsabilidades de cada agente no processo construtivo, está representado no quadro 1 abaixo. Com especificações das atividades, com descrições da norma 15575/2013, que garantem, caso sejam seguidos, o atendimento dos requisitos mínimos de desempenho.

Quadro 1 – Intervenientes e incumbências descritas na NBR 15575:2013

Intervenientes	Incumbências (responsabilidades)
Fornecedor de insumo, material, componente e/ou sistemas	1. Caracterizar o desempenho de acordo com a NBR 15575 (2013) e fornecer produtos que atendam pelo menos a VUP mínima obrigatória. 2. Informar em documentação técnica específica as recomendações para manutenção corretiva e preventiva necessárias para que a VUP seja atingida.
Projetistas	3. Estabelecer a Vida útil de projeto de cada sistema da NBR 15575 (2013). 4. Especificar materiais, produtos e processos que atendem o desempenho mínimo estabelecido na NBR 15575 (2013), com base em normas prescritivas vigentes e com base no desempenho declarado pelo fabricante dos produtos a serem empregados no projeto.
Construtor e incorporador	5. É da incumbência do incorporador, de seus prepostos e/ou dos projetistas envolvidos, dentro de suas respectivas competências, e não da empresa construtora, a identificação dos riscos previsíveis na época do projeto, devendo o incorporador, neste caso, providenciar os estudos técnicos requeridos e alimentar os diferentes projetistas com as informações necessárias. 6. elaborar o manual de operação uso e manutenção, ou documento similar, atendendo à NBR 14037 (2011) e NBR 5674 (2012), o qual deve ser entregue ao proprietário da edificação ou unidade habitacional.
Usuário	7. Realizar as ações de manutenção de acordo com o estabelecido na NBR 5674 (2012) e o manual de uso, operação e manutenção e recomendações técnicas das inspeções prediais.

Fonte: POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A., 2014, p. 14.

Uma atribuição à ação de manutenção, feita pela norma, tem um papel de grande importância, pois afirma que estas ações poderão prolongar a vida útil da edificação. Ações que devem estar prescritas na Vida Útil de Projeto. A figura 1

abaixo, informa o papel da manutenção, visando o desempenho e vida útil da edificação.

Figura 1 – Desempenho sem manutenção e com manutenção

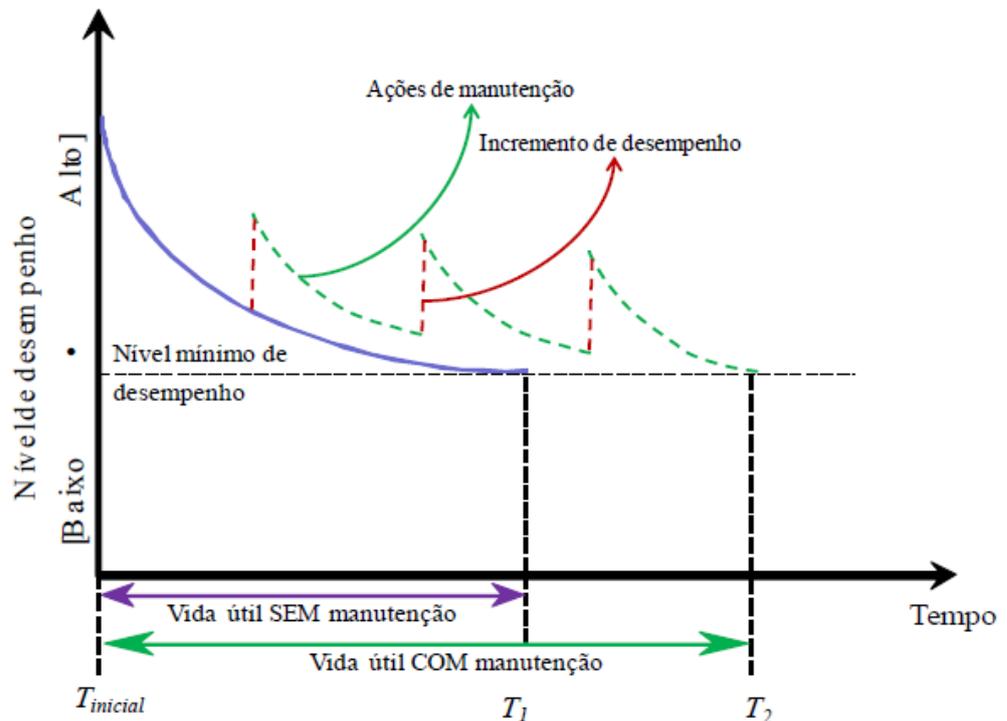


Figura 3: desempenho com e sem manutenção

Fonte: POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A., (2014, p. 10)

2.1.4 Durabilidade

A ABNT, norma de desempenho traz o conceito de durabilidade afirmando ser uma capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas. Já a isso 13823 (2008), define durabilidade como a capacidade de uma estrutura ou componentes de satisfazer, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico sob influência das ações ambientais. Resumidamente, é uma unidade de avaliação aplicada com caráter qualitativo, utilizada para expressar a condição em que a edificação foi capaz de manter os níveis de desempenho requerido durante sua vida útil.

Portanto está tratando de uma exigência de economia para usuários, por estar diretamente ligada ao custo global do imóvel. Ou seja, diretamente ligado ao

conceito de vida útil do empreendimento, quanto mais durável for, maior será sua vida útil segundo borges (2008).

Assim sendo, para que haja essa interação de durabilidade e vida útil, é importante que os projetistas tenham conhecimento dos materiais utilizados e das demandas mínimas para cada sistema da edificação. De acordo com John e Sato (2006), durabilidade é resultado da interação entre o material e o ambiente que o cerca, incluindo aspectos climáticos.

Desta forma, deve haver critérios suficientes que possam definir a durabilidade dos componentes de uma edificação. Assim, a norma NBR 15575 (2013, p.28) descreveu cinco métodos para avaliar a durabilidade:

- Através da verificação do cumprimento das exigências estabelecidas em Normas Brasileiras que estejam relacionadas com a durabilidade dos sistemas do edifício;
- Pela comprovação da durabilidade dos elementos e componentes dos sistemas, bem como de sua correta utilização;
- Na inexistência de Normas Brasileiras, através do cumprimento das exigências estabelecidas em Normas estrangeiras específicas e coerentes com os componentes empregados na construção e sua aplicação;
- Por análise de campo do sistema através de inspeção em protótipos e edificações, que possibilite a avaliação da durabilidade por conhecimento das características do sistema obedecendo ao tempo mínimo de comprovação da durabilidade e considerando a vida útil pretendida;
- Pela análise dos resultados obtidos em estações de ensaios de durabilidade do sistema, desde que seja possível comprovar sua eficácia;

Então é necessário entender que a durabilidade está vinculada ao desempenho sob determinadas condições de uso e exposição, além do próprio envelhecimento, propriedades químicas, físicas e mecânicas. Portanto há uma necessidade de entendimento que as construções podem se tornar inadequadas para cumprimento das funções ao qual foram projetadas. Isso de acordo com as necessidades dos usuários que mudam, interferindo assim, no desejo de adaptação.

2.1.5 Prazo de Garantia

É tido como uma análise temporal de acordo com os conceitos específicos de vida útil e durabilidade, sendo descritos de duas formas. A primeira é o prazo de

garantia legal, tido como tempo previsto em lei para que o consumidor reclame dos defeitos, já o segundo, sendo o prazo de garantia certificada é um tempo acima do prazo de garantia legal oferecido pelo fornecedor na forma de um certificado ou termo de garantia ou contrato.

Para os dois conceitos acima, há uma necessidade de avaliação de aspectos jurídicos para sua obtenção. Caso em questão, para transcrever o prazo legal de garantia das construções que estão contidos no Código Civil Brasileiro, no qual determina um tempo mínimo de 5 anos para garantia de edificações.

Com base nos conceitos estabelecidos acima, a garantia também é considerada um contrato com obrigações de reparar, repor e oferecer a assistência necessária em caso de não atendimento do desempenho prescrito em serviços e produtos, especificados de acordo com a necessidade do usuário ao longo de um determinado tempo.

Por conseguinte, podemos observar, que são dois os componentes do prazo de garantia, sendo o primeiro sobre aspecto jurídico, que gera obrigações aos agentes, já o segundo conceitua um aspecto técnico, ligado ao desempenho estabelecido para um determinado prazo dos sistemas e componentes da edificação.

2.1.6 Desempenho Térmico

O desempenho térmico, diz respeito aos requisitos e parâmetros térmicos da edificação, podendo ser verificado através do fruto da interação proporcionada pelas características técnicas da edificação (orientação das fachadas, pé direito, materiais constituintes, números de pavimentos etc.) com as características bioclimáticas da região (temperatura e umidade, topografia, direção e velocidade do vento etc.). Essa combinação traz uma repercussão adequando desempenho térmico que por sua vez repercute no conforto das pessoas.

Para melhor entendimento do tema, é indispensável o entendimento dos principais conceitos que se relacionam diretamente com o desempenho térmico e que fornecem parâmetros para verificação do atendimento do atendimento dos requisitos mínimos.

2.1.6.1 Conforto Térmico

Na definição da ABNT 15220, conforto térmico refere-se a uma grandeza psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente. Portanto, no ato de preparar, percebe-se uma alteração das hierarquias climáticas locais proporcionadas pelo ato humana e exercitada pelo revide térmico da edificação que por sua vez se relaciona com as características climáticas que influenciam para o reduto térmico, como: temperatura, garoa, velocidade do ar e feixe solar incidente, que também por sua vez guardam relações com os preceitos de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas e topografia. Ou seja, as bases de conforto térmico, estão definidos através de uma longa cadeia de fatores controláveis e não controláveis, que tem em seu débil degrau, a própria importância da presença humana.

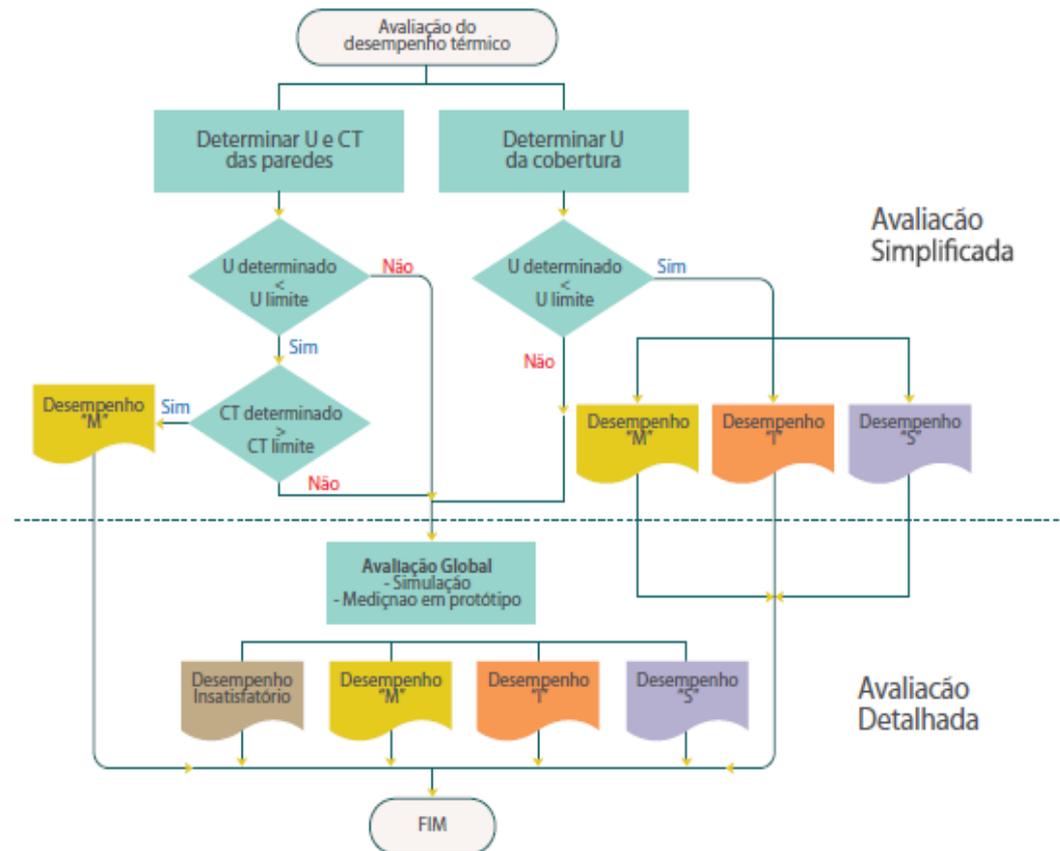
Deste modo, de acordo com Schiffer & Frota (2001), o conforto térmico é tido como uma imposição humana relacionada ao apropriado funcionamento de sua composição. Assim, percebe-se a influência das particularidades do clima, sobretudo a temperatura sobre as condições decisórios de conforto térmico. Ou seja, conforme as autoras, para o atendimento das tabelas que configurem um conforto térmico adequado às situações humanas, é necessário calcular a carga térmica que sofrerá uma determinada edificação ao alongado das diversas horas do dia e em cada estação anual.

A definição destas cargas térmicas, acarretam diversos fatores importantes, como, a proximidade, que neste caso pode impedir, que raios solares incidam diretamente perante a edificação, projetando sombra sobre o edifício; a opinião das aberturas; a formação dos materiais de blindagem, devendo-se considerar materiais transparentes; construções com quebra sol, além de elementos que podem influenciar e promover a contenção térmico da edificação.

Portanto, todos estes critérios técnicos do edifício, coligados com as necessidades operacionais e fisiológicas, influenciados pela configuração bioclimática, representam a necessidade de intercessão que proporciona um clima termicamente adequado com os quesitos de desempenho a serem atendidos. Com isso, o nível de satisfação ou desapontamento dos indivíduos em conexão ao conforto térmico de uma estabelecida edificação, se relaciona com a compleição global entre fatores climáticos, características da obra e aos fatores humanos.

A figura 2 descreve os procedimentos necessários para obtenção do nível de desempenho térmico conforme o método simplificado.

Figura 2 – Métodos de avaliação de desempenho térmico



Fonte: Adaptado de CBIC (2013).

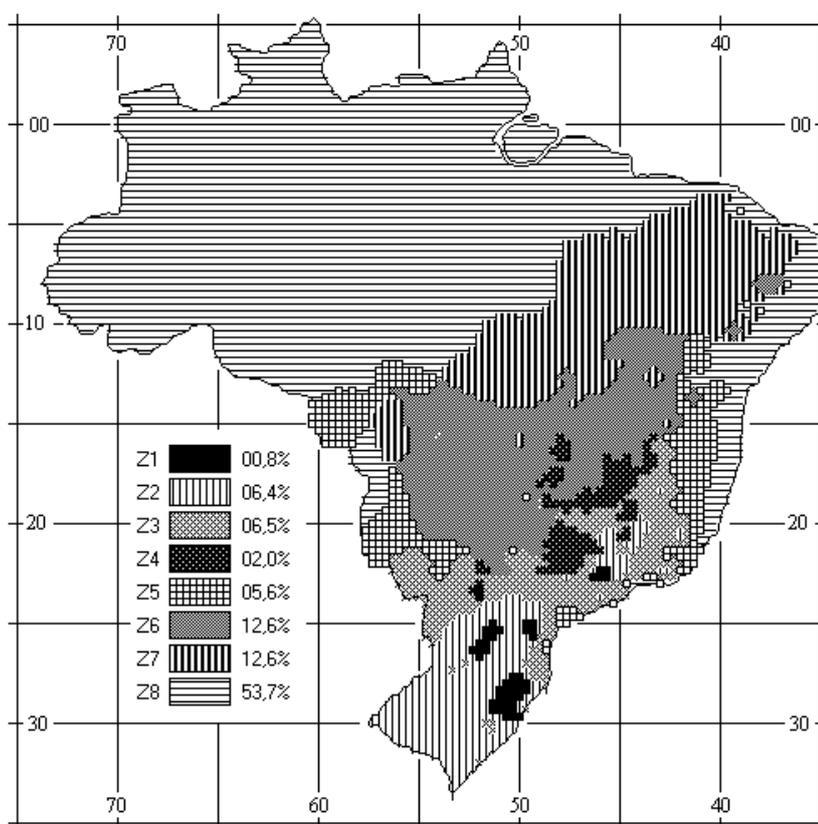
2.1.6.2 Planejamento Bioclimático Brasileiro

À frente das discussões, é compreensível o valor dos fatores bioclimáticos na verificação do comportamento térmico das edificações, pois a especificação de conforto térmico é dada em finalidade, da configuração bioclimática em que a obra se compõe. Desse modo, tal configuração, faz parte dos critérios de análise para que se obtenha o desempenho térmico de um imóvel, no entanto, em propósito disso, os projetistas devem trabalhar com base nestas informações de enquadrar os padrões intrínsecos, como posição geográfica, dimensões e materiais, de modo que o desfecho final seja a conformidade das necessidades humanas. Assim, percebemos que o embasamento bioclimático deve influenciar os diferentes usos do território, sendo que uma vez que a inserção de indústrias e obras, podem

indevidamente influenciar os parâmetros bioclimáticos. Ou seja, merece uma grande atenção no estudo desses parâmetros.

Neste seguimento, a NBR 15220-3, dividiu o Brasil em oito zonas bioclimáticas (Figura 3), definidas com base nos dados de umidade relativa do ar, temperatura do ar, radiação solar incidente para dia mais quente e frio do ano e velocidade do vento, definidas com dados históricos.

Figura 3 – Zonas Bioclimáticas do Brasil



Fonte: NBR 15220-3:2005.

Para a divisão das zonas, o clima foi o critério único, utilizando da homogeneidade para definição e adequação das cidades. Após essas divisões, a NBR 15575 e NBR 15220 estabeleceram um conjunto de recomendações técnico construtivas para a obtenção do desempenho térmico da edificação.

Com base na análise da Figura 2, a cidade de Palmas está na Zona Bioclimática 7, então quanto aos aspectos técnicos construtivos, são definidas as recomendações observadas nas tabelas 2,3 e 4.

Tabela 2 - Tipos de vedações externas

Vedações Externas
Paredes: Pesada*
Cobertura: Pesada*

Fonte: NBR 15220-3:2005

Paredes pesadas são aquelas que se enquadram na transmitância térmica $\leq 2,2$, atraso térmico $\geq 6,5$ e fator solar $\leq 3,5$. No entanto, as coberturas pesadas são aquelas que a transmitância térmica $\leq 2,0$, atraso térmico $\geq 6,5$ e fator solar $\leq 6,5$.

Tabela 3 - Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Pequenas*	Sombrear aberturas

Fonte: NBR 15220-3:2005

Aberturas pequenas são aquelas no qual a área da abertura para ventilação está entre 10 % e 15 % em relação a área do piso.

Tabela 4 - Estratégias de condicionamento térmico passivo

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)

Fonte: NBR 15220-3:2005

É necessário para a Tabela 4, esclarecer que a NBR 15575 considera para o atendimento dos critérios e requisitos mínimos de desempenho térmico, uma análise constituída em condições naturais de insolação, ventilação etc.

2.2 ABNT NBR 15575/2013 - NORMA BRASILEIRA DE DESEMPENHO

Conforme descrito pelos objetivos da pesquisa, pretende-se neste estudo, avaliar o desempenho térmico de unidades habitacionais na cidade de Palmas atendendo à NBR 15575. Com isso, foi buscado deixar claro a citada norma, com o fim de introduzir o leitor no meio da normatização brasileira em notável à norma. A ideia é relatar de forma geral quais são seus objetivos, excetuando-se os que tratam do estudo de desempenho térmico, já que este ponto será analisado no procedimento do trabalho. Pretendendo-se também, analisar os aspectos histórico que influenciaram para a construção da norma.

2.2.1 A ABNT e o Processo de Normatização

2.2.1.1 Definição

Para este estudo, a definição de normatização, diz respeito às prescrições, estabelecidas em razão da existência de problemas e potencialidade de que ocorram. A normatização trata de um método científico e tecnológico no qual são formuladas e definidas, como o apropriado nome sugere, normas ou regras, aplicadas na resolução e até ainda na prevenção de problemas.

Através uma metodologia característica, essas regras visam o imóvel, sempre de forma concreta, de métodos com o qual um projeto, produto, processo, sistema, bem e serviço possa atender às funções para o qual foi elaborado.

Então, pode-se presumir, que a norma traz consigo a definição do funcionamento ou características desejadas de determinados produtos e serviços, e a sua classificação de confiabilidade nos permitir ter uma conclusão de que o atendimento total ao conteúdo de uma regra, quer dizer que o item ou serviço está de consenso com as demandas dos clientes.

2.2.1.2 Constituição de uma Norma - ABNT

Primeiramente para a realização de uma norma, é encontrar-se a necessidade de constitui-la e está necessidade deve ser de se resolver um problema ou como já se afirmou, ao menos da possibilidade. Após a constituição ou possibilidade, tem com isso uma demanda para a elaboração de norma que pode ter sua orientação de discussão iniciado com a simbologia de qualquer pessoa, empresa, entidade, organismo regulamentador, que sejam e estejam envolvidos com o tema a ser normalizado.

Esta demanda é analisada pela ABNT, para ter uma verificação da possibilidade da constituição da norma, com baseamento no problema proposto. Sendo viável, o tema é levado para o Comitê Técnico do respectivo setor, e se não houver um comitê constituído para a área em questão é proposto a origem de um novo comitê que possa ser habilitado de detalhar a solicitação desejada.

Nesta etapa, qualquer pessoa pode interferir das discussões que tem uma identidade pública, independentemente de ser aderido à ABNT ou não, ou seja, basta ter interesse em participar e debater. O objetivo dessa etapa é elaborar um projeto de norma, como consequência das discussões no comitê específico, com que assim haja uma conformidade em torno do trabalho a ser encaminhado como efetuação.

Atendidos todos estes requisitos, o projeto de Norma é sujeito à Consulta Nacional, gerando oportunidade para que um limite maior de interessados possa examinar o conteúdo do projeto e conseqüentemente possam enunciar sua opinião e considerações a respeito, ainda que estas sejam no sentido de reprovação total ou parcial ou mesmo sugestões de inclusão de conceituação não abordado.

2.2.2 A Norma de Desempenho e suas Partes Constituintes

A seguir será explicado como a norma está organizada, de modo que facilite o entendimento de cada uma de suas partes constituintes e seus temas abordados. Será visto aqui, que a norma define requisitos mínimos identificados a partir das necessidades dos usuários, divididos em três pontos: habitabilidade, sustentabilidade e segurança. Com isso, vale ressaltar que até que existam normas que tratam destes temas de forma específica, a norma de desempenho é a primeira a usar o conceito de realização aplicado aos diversos regulamentos, tratando-os como requisitos de obrigatoriedade, além disso, insere concepções antes não abordados, como a manutenibilidade, conforto tátil e antropo dinâmico dos clientes e durabilidade.

2.2.2.1 Requisitos Gerais - ABNT NBR 15575: 2013

De modo geral, esta parte da norma estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais. Sendo assim, definindo as diretrizes gerais, trazendo especificamente sobre as diretrizes aqui encaminhadas.

Além do mais, fornece as exigências de durabilidade e desenvolvimento, prazos de garantia e vida útil em nível de exigências na normatização brasileira.

2.2.2.2 Requisitos para os sistemas estruturais - ABNT NBR 15575: 2013

A NBR 15575-2 além da caracterização dos requisitos mínimos para cada constituinte estrutural, traz ainda medidas de manifestações patológicas que podem influenciar na estabilidade integral da estrutura, definindo para este caso o estado-limite último, como sendo o estado crítico em que o conceito de vedações verticais e externas não mais atendem as medidas de desempenho relativos à segurança. Também, são relatados na norma os quesitos e critérios de duração, manutenibilidade e vida útil para o sistema da estrutura.

2.2.2.3 Quesitos para os sistemas de pisos - ABNT NBR 15575: 2013

São definidos os critérios e quesitos de desempenho que se aplicam ao sistema de pisos da edificação habitacional, destinados a área de uso privativo ou comum. Estabilidade e resistência estrutural do piso; limitação dos deslocamentos verticais; resistência a impactos de corpo mole e corpo duro; cargas verticais concentradas são os quesitos tratados pela norma. Também, tem o critério de desempenho relativo à resistência ao fogo, segurança em uso e operações e estanqueidade.

2.2.2.4 Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - ABNT NBR 15575: 2013

Estabilidade e resistência; deslocamentos, fissuras e ocorrências de falhas, solicitação de cargas provenientes de peças suspensas; impacto de corpo mole e corpo com e sem função estrutural; ações transmitidas por portas; cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas são considerações para os requisitos e critérios de desempenho para sistemas de vedações verticais e externas. Também são considerados o desempenho contra incêndio; segurança e uso na edificação; estanqueidade; desempenho acústico; desempenho lumínico e desempenho térmico, no qual, guardam uma relação específica com os conceitos e o próprio objetivo do trabalho, já que os parâmetros aqui definidos são os que serão analisados para desenvolvimento do trabalho.

2.2.2.5 Requisitos para os sistemas de coberturas - ABNT NBR 15575: 2013

Os quesitos para desempenho dos sistemas de coberturas – SC, descritos nesta norma, são: desempenho estrutural: resistência e deformabilidade, solicitações de montagem ou manutenção, solicitações dinâmicas e solicitações em forros, ação de granizo e outras cargas acidentais em telhados; segurança contra incêndio: reação do fogo aos materiais de revestimento e acabamento, resistência ao fogo do sistema de cobertura; segurança no uso e operação: integridade do sistema de cobertura, manutenção e operação; Estanqueidade: critério de impermeabilidade, estanqueidade das aberturas de ventilação, captação e escoamento de águas pluviais, estanqueidade para sistema de cobertura impermeabilizado; desempenho térmico; desempenho acústico; durabilidade e manutenibilidade; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; acessibilidade e funcionalidade.

2.2.2.6 Requisitos para os sistemas hidrossanitários - ABNT NBR 15575: 2013

São consideradas exigências para os sistemas hidrossanitários, considerando partes integrantes do sistema que necessitavam de serem esboçados parâmetros de abrigo mínimo quanto as exigências dos usuários, sobretudo de saúde e segurança. Portanto, tem-se a definição de requisitos de atendimento como estanqueidade (água fria, água quente e esgoto), segurança (estrutural, uso e operação, combate ao incêndio, etc.), durabilidade e estanqueidade.

3 METODOLOGIA

O método descrito para este estudo foi o desenvolvimento a começar da realização da revisão bibliográfica, de forma que esclareça as concepções de desempenho e suas variadas ligações, implicando também, em entender o ambiente de análise e conseqüentemente permitir que este ambiente seja analisado com base em critérios que mais se aproximam dos objetivos do trabalho.

Essas ligações do conceito de desempenho, não se pode desfazer-se do ambiente normativo, no qual, pode ser considerado a garantia e a exigência da aplicação de embasamentos mínimos de exigências de clientes, que neste caso restrito do estudo se traduzem no atendimento integral dos critérios e requisitos mínimos para que o cliente possa ser favorecido com o conforto térmico.

Portanto, o propósito é a verificação e elucidação dos critérios e requisitos mínimos de conforto e desempenho térmico determinados pela Norma de Desempenho, de uma unidade habitacional de interesse social na Cidade de Palmas, para assim ser aplicado a metodologia prescrita pela NBR 15575/2013.

3.1 NBR 15575 - Desempenho Térmico: Método de Avaliação

De acordo com a NBR 15575, a obra deve unir particularidades que possam atender às exigências de desempenho térmico, considerando a zona bioclimática em que está implantada. Assim, deve haver um esclarecimento condizente inclusive com o Guia de edificações Habitacionais, estabelecido pela câmara Brasileira da Indústria da construção – CBIC e criado com o propósito de dar como orientação ao atendimento da norma de desempenho, que a norma em questão não trata de condicionamento artificial (refrigeração ou calefação), logo, os critérios a serem verificados foram estabelecidos com base nas condições naturais da edificação.

Portanto, a avaliação de desempenho, pode ser considerada o modo no qual busca-se estudar e verificar o uso favorável de um sistema ou de um processo construtivo destinado a seguir à função para qual foi projetado, independentemente do método adotado.

A Norma de Desempenho estabelece dois procedimentos de avaliação de desempenho térmico, sendo o primeiro, o procedimento 1 – simplificado, que atende os requisitos e critérios para sistema de vedação e cobertura. O segundo, chamado de procedimento 2 – medição, verifica o atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos por meio da medição em edificações ou protótipos construídos.

Este estudo optou por desenvolver a análise com base no procedimento 1 e 2. O procedimento 1, chamado de simplificado, onde valores de transmitância e capacitância térmica devem ser atendidos. Se ocorrer o não atendimento destes parâmetros a norma prescreve a utilização da análise através de simulação computacional. Porém, mesmo diante de um desempenho térmico insatisfatório, optou-se pela não utilização do método computacional, em virtude da falta de informações climáticas para a cidade de Palmas, já que mesmo a norma recomendando, na falta de informação sobre a cidade em estudo, a utilização de dados climáticos de uma cidade com características climáticas semelhantes e na mesma zona bioclimática, ainda assim, não seria suficiente para garantir resultados próximos da realidade de Palmas, já que a interface do programa exige informações adicionais e variações para estas informações adicionais, como nebulosidade, data, modelo solar (tipo de céu), taxa metabólica para atividade desenvolvida, pressão atmosférica e velocidade e direção do vento.

Não se trata apenas da aplicação dos métodos descritos pela norma e sim objetivando verificar o método de aplicação e sua funcionalidade para Palmas-TO, mais especificamente ao estudo de caso realizado.

Enfim, os procedimentos descritos não estão classificados segundo uma ordem hierárquica, na verdade o procedimento 1 (simplificado) é recomendado para utilização ainda na fase de projeto, sendo a obrigatoriedade de desempenho térmico atendida na medida em que se encontre resultados satisfatórios, não impedindo que estudos posteriores sejam realizados. Já o procedimento 2 (estudo *in loco*), como pode-se supor, deve ser realizado, obrigatoriamente, quando a edificação já está totalmente pronta, já que o acabamento da obra influencia significativamente no resultado para análise de desempenho.

Em conclusão, será feita a análise de desempenho térmico, para um caso exato, utilizando-se a metodologia simplificada e a verificação *in loco*, descrita pela norma. Nesse mesmo estudo, serão realizadas, independente do atendimento ou não requisitos, avaliações de variabilidade dos parâmetros que influenciam na avaliação do desempenho, como por exemplo, espessuras dos revestimentos, tipo de alvenaria utilizada e materiais.

3.1.1 Desempenho Térmico – Método Simplificado

Este método, verifica-se a conformidade aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas, estabelecidos na NBR 15575-4 e NBR 15575-5 para os sistemas de vedação vertical interna e externa - SVVIE e para os conceitos de coberturas.

3.1.1.1 Sistemas de Vedações Verticais Interna e Externas

Para esse sistema será necessário o atendimento de três critérios: sendo eles a transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e aberturas para ventilação. Os valores dos dois primeiros critérios (U e CT), serão obtidos de acordo com a metodologia expressa pela NBR 15220-2. Já o critério aberturas para ventilação é calculado conforme um procedimento descrito pela NBR 15575.

A transmitância térmica é a transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo. Assim, os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das paredes externas são apresentados na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 – Valores máximos admitidos para a transmitância térmica de paredes externas.

Transmitância Térmica (U)		
W/m².K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α^a ≤ 0,6	α^a > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

Fonte: ABNT, 2013d, p. 28.

Onde: α^a é a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede

Assim, a transmitância é obtida através da equação:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Onde:

U [W/(m².K)] é Transmitância térmica;

R_T [(m².K)/W] é resistência térmica total, sendo o somatório do conjunto de

resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa.

A capacidade térmica segundo a NBR 15220 é a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema, os valores mínimos admissíveis para capacidade térmica das paredes externas são apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 – Valores mínimos admitidos para a Capacidade Térmica de Paredes Externas.

Capacidade Térmica (CT)	
KJ/m².K	
Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Zona 8
≥ 130	Sem requisito

Fonte: ABNT, 2005d, p. 27.

O cálculo para a capacidade térmica das paredes externas da unidade em estudo é realizado seguindo os procedimentos da NBR 15220-2, que determina a capacidade térmica através da seguinte equação:

$$C_T = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot R_i \cdot c_i \cdot \rho_i = C_T = \sum_{i=1}^n e_i \cdot c_i \cdot \rho_i$$

Onde:

λ_i [w/(m.k)] é a condutividade térmica do material da camada i^a ;

R_i [(m².K)/W] é a resistência térmica da camada i^a ;

e_i (m) é a espessura da camada i^a ;

c_i [kJ/(kg.K)] é o calor específico do material da camada i^a , dado pelo quociente da capacidade térmica pela massa;

ρ_i (kg/m³) é a densidade de massa aparente do material da camada i^a , dada pelo quociente da massa pelo volume aparente de um corpo;

Segundo a norma de desempenho, os ambientes de longa permanência (salas e dormitórios), devem apresentar aberturas com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes. Quando não houver requisitos

estabelecidos pela legislação local do empreendimento, devem ser atendidos os seguintes requisitos:

Tabela 7 – Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área de piso	<ul style="list-style-type: none"> • $A \geq 12\%$ da área de piso – região norte do Brasil. • $A \geq 8\%$ da área de piso – região nordeste e sudeste do Brasil.

Fonte: ABNT, 2013d, p.28.

Considerando, para cada ambiente de longa permanência, a seguinte relação:

$$A = 100 \times (A_A/A_P)$$

Onde:

A_A é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitem a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada da edificação, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada.

A_P é a área de piso do ambiente.

3.1.1.2 Sistemas de Coberturas

Para esse sistema há apenas um quesito de atendimento: transmitância térmica. Com valores contidos na Tabela 8:

Tabela 8 – Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica.

Transmitância Térmica (U)					Nível de desempenho
W/m ² K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8		
U ≤ 2,3	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$	$\alpha^a \leq 0,4$	$\alpha^a > 0,4$	M
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FV	U ≤ 1,5 FV	
U ≤ 1,5	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$	$\alpha^a \leq 0,4$	$\alpha^a > 0,4$	I
	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	U ≤ 1,5 FV	U ≤ 1,0 FV	
U ≤ 1,0	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$	$\alpha^a > 0,4$	$\alpha^a > 0,4$	S
	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	U ≤ 1,0 FV	U ≤ 0,5 FV	

Fonte: ABNT, 2013e, p. 52.

Na tabelados acima, considerando como exigência o nível mínimo de desempenho requerido, calcula-se a transmitância térmica do edifício em análise utilizando o mesmo método descrito para Sistemas de Vedações Verticais Interna e Externas.

3.1.2 Desempenho térmico - Procedimento 2 (Medição *in loco*)

Esse procedimento prevê a verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos na NBR 15575 por meio da realização de medições de temperatura com o aparelho Smart Gadget Sensirion SHT31, em edificações existentes ou mesmo em protótipos construídos para esta finalidade.

A tabela 9 a seguir, especifica os critérios de avaliação de desempenho térmico para condições de verão:

Tabela 9 – 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	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2C^\circ)$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 1^\circ C)$
S	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4C^\circ)$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ C)$ e $T_{i,max} \leq (T_{e,max} + 1^\circ C)$

Fonte: ABNT, 2013, p. 52.

Os critérios apresentados na tabela acima são considerados para um dia típico de verão com medições à sombra. Para as condições de inverno, a norma não especifica a necessidade de adotar critérios de desempenho térmico para as zonas 6, 7 e 8.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO ESTUDADO

As unidades habitacionais de interesse social, estão situadas no setor Jardim Vitória, Módulo I, Palmas-TO, tendo 44,58 m² cada unidade, conforme mostra as figuras 4 e 5.

Figura 4 – Localização das Unidades Habitacionais



Fonte: Google Earth, 2019.

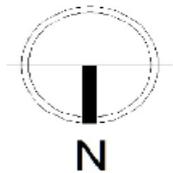
Figura 5 – Localização das Unidades Habitacionais



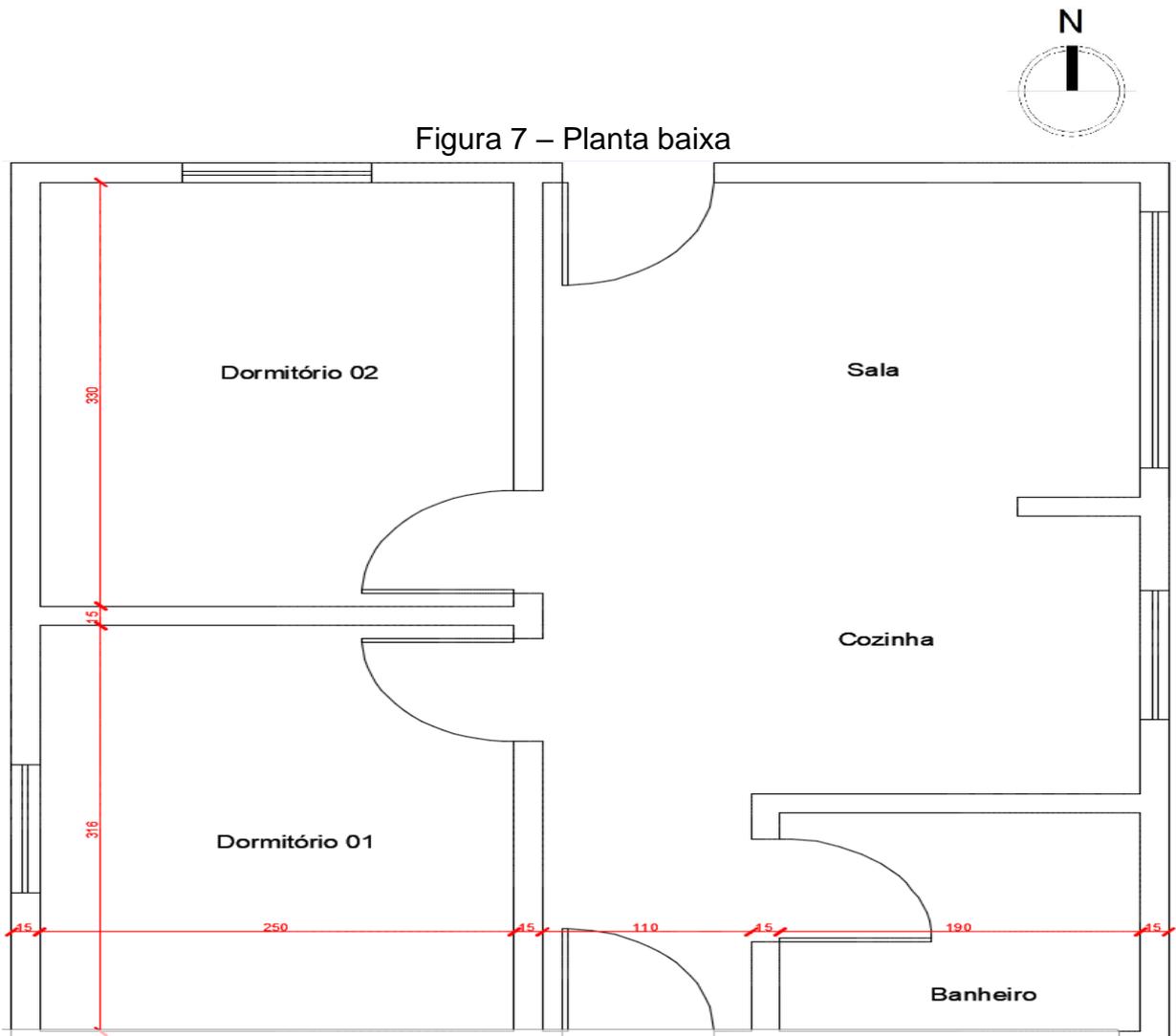
Fonte: Google Earth, 2019.

As unidades habitacionais possuem dois quartos, um banheiro social e sala conjugada com a cozinha. O sistema construtivo utilizado se baseia em paredes de concreto moldadas no local, este método facilita a produção em larga escala e reduz custos (figura 6).

Figura 6 – Método Construtivo



O estudo será feito em 3 cômodos (figura 7), sendo Dormitório 1 com 7,9 m², Dormitório 2 com 8,25 m² e Sala com 7,96 m².



3.3 COLETA DE DADOS

Com finalidade de analisar o desempenho térmico de acordo com o procedimento simplificado, devido a edificação já estar pronta, os dados foram disponibilizados pela empresa. Portanto, baseando-se no memorial descritivo, é possível calcular os valores de transmitância e capacidade térmica para os sistemas de vedação e cobertura.

Seguindo o procedimento 2 para a análise de desempenho térmico, a norma orienta que o tempo de medição deve corresponder a análise de um dia característico de projeto, de inverno ou verão, antecedido por pelo menos um dia com características afins. E como regra geral, é recomendado trabalhar com três dias seguidos, para ser feita a análise dos dados no terceiro dia, porém, devido a

disponibilidade da construtora foi necessário trabalhar com dois dias. Assim, os dias avaliados, foram 09/05 (quinta-feira) às 11h29 h até o dia 11/05 (sábado) às 11h29, com um total de 48h. Portanto, conforme especificações da norma, foram medidos a temperatura a 1,20 do piso (figura 8), sendo que, as orientações quanto à forma e aos equipamentos a serem utilizados, estão contidos na norma ISSO 7726.

Logo, as temperaturas dos ambientes internos (sala e quartos) foram medidas com a utilização do Smart Gadget Sensirion SHT31 (figura 9), dispositivo sensor de temperatura e umidade com comunicação via Bluetooth.

Figura 8 – Instalação do Aparelho

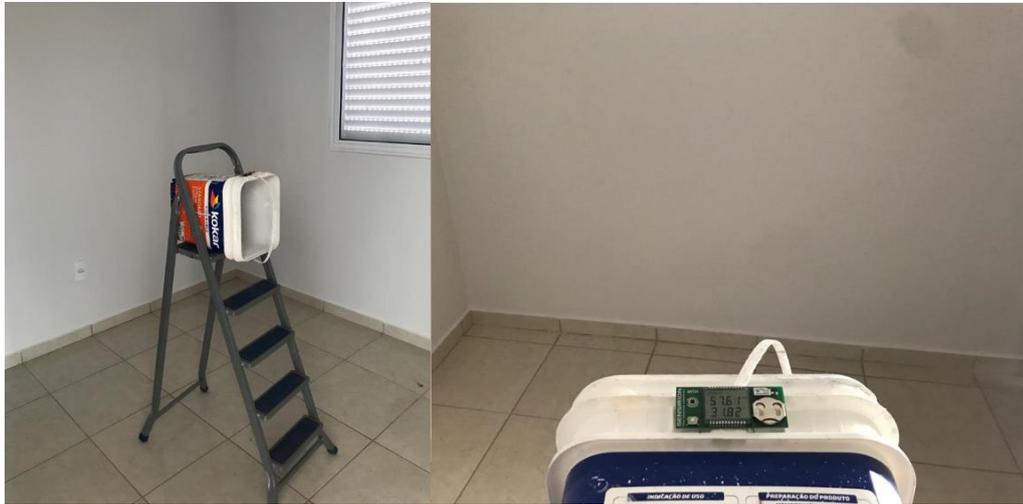
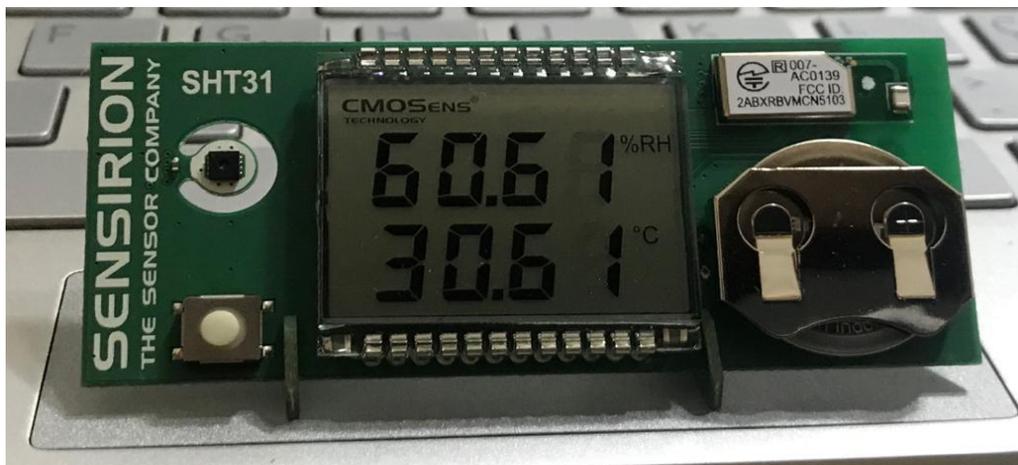


Figura 9 - Smart Gadget Sensirion SHT31



O visor mostra a temperatura e porcentagem de umidade relativa no visor LCD, com uma resolução de 0,01 e uma taxa de atualização de cerca de 1 segundo. Porém, para esse trabalho a configuração de taxa de atualização foi de 10 min.

O display superior mostra % de umidade relativa e pressionando brevemente a chave, isso muda para o valor do ponto de orvalho em graus Celsius. Graus Fahrenheit também podem ser configurados como uma alternativa pressionando o botão à medida que a bateria é inserida.

Sua principal característica é o modo Bluetooth SMART, que é ativado pressionando o botão por mais de 1 segundo. O visor mostra momentaneamente RFON e o ícone Bluetooth começa a piscar com o Smart Gadget ID temporariamente mostrado na tela também. Agora é visível para dominar dispositivos em Bluetooth.

Portanto, a transferência dos dados do Smart Gadget Sensirion para o computador foi feita via Bluetooth, por meio do aplicativo MyAmbience.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão analisados os resultados dos dois procedimentos descritos pela norma.

4.1 Desempenho Térmico – Método Simplificado

De acordo com a metodologia, este método, averigua o atendimento aos requisitos e critérios para coberturas e fachadas, determinados pela NBR 15575-4 e NBR 15575-5 para os sistemas de vedação vertical interna e externa (SVVIE) e para as coberturas.

4.1.1 Sistema de Vedações Verticais Internas e Externas - SVVIE

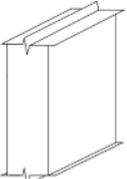
Para este sistema é verificado o atendimento de três critérios: Transmitância Térmica (U) de paredes externas, Capacidade Térmica (CT) de paredes externas e aberturas para ventilação.

4.1.1.1 Transmitância térmica e Capacidade térmica de paredes externas

A transmitância é calculada levando em consideração as dimensões e composições dos blocos de vedação, espessura das argamassas e posteriormente a

espessura total da parede. Assim, a NBR 15220-3, para parametrizar e simplificar a avaliação de desempenho para diversas configurações do edifício, fornece um quadro, em que consta resultados de Transmitância Térmica, Capacidade Térmica e Atraso Térmico para as diversas geometrias de blocos e espessuras de argamassas (Quadro 2).

Quadro 2 – Transmitância térmica, capacidade térmica da parede de concreto maciço

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	CT [kJ/(m ² .K)]	φ (horas)
	<ul style="list-style-type: none"> • Parede de concreto maciço; • Espessura total da parede: 10,0 cm. 	4,40	240	2,7

Fonte: ABNT, 2005C, p. 19.

Portanto, baseando-se nessas informações do Quadro 2, com os valores de Transmitância Térmica e Capacidade Térmica para os sistemas de vedações verticais interna e externa, podemos analisar o desempenho térmico da edificação com base nos critérios definidos pela norma.

Com a transmitância térmica igual a 4,40 [W/(m².K)] e a norma definindo a necessidade deste valor ser menor que 3,7 caso tenha-se uma absorvância à radiação solar (α) menor ou igual a 0,6 e menor ou igual a 2,5 para uma absorvância maior que 0,6, pode-se concluir que a habitação de interesse social, não atende ao critério mínimo de desempenho térmico para transmitância térmica das paredes externas igual a 4,40 [W/(m².K)].

Com a capacidade térmica das paredes externas igual a 240 [kJ/(m².K)], e a norma definindo a necessidade, para a zona bioclimática 7, deste valor ser maior ou igual a 130, pode-se concluir que, segundo os critérios estabelecidos pela NBR 15575/2013, a habitação de interesse social atende ao critério estabelecido já que o valor encontrado (240) é superior ao mínimo necessário.

4.1.1.2 Abertura para ventilação

De acordo com a norma de desempenho, os ambientes de longa permanência (sala e dormitórios), tem de apresentar aberturas com dimensões adequadas, que proporcionem ventilação interna dos ambientes.

Tendo como base a afirmativa acima e com os dados do memorial descritivo do centro educacional infantil é possível analisar o atendimento dos critérios para a definida sala. O primeiro passo é a definição das áreas efetivas e de piso do cômodo, para assim, determinar a abertura de ventilação para o ambiente (sala) com a equação $A = 100 \times \left(\frac{A_A}{A_P}\right)$, definida na metodologia.

Onde:

- A_A é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente, sendo que para o cálculo desta área somente são consideradas as aberturas que permitem a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada da edificação, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada.
- A_P é a área de piso do ambiente.

Tendo como base essa equação e nos dados de projeto, é possível calcular as áreas de aberturas para ventilação (tabela 10).

Tabela 10 – Aberturas para ventilação

Cômodo	Área efetiva de ventilação (A_A)	Área de piso (A_P)	Abertura de ventilação (A)
Sala	$(1,94 \times 0,9) \times 45\% = 0,8 \text{ m}^2$	7,96 m ²	10,05%
Quarto 1	$(0,94 \times 0,94) \times 45\% = 0,4 \text{ m}^2$	7,9 m ²	5,06 %
Quarto 2	$(0,94 \times 0,94) \times 45\% = 0,4 \text{ m}^2$	8,25 m ²	4,85 %

Os percentuais de aberturas para ventilação (AA) foram adotados de acordo com a tabela de desconto das esquadrias da portaria do INMETRO Nº 018/ 2012.

Após a determinação das áreas de ventilação, o passo seguinte é verificar se os dados encontrados estão de acordo com os critérios definidos pela norma. Para a zona bioclimática 7, onde a cidade de Palmas está localizada, a exigência é que os valores destas aberturas sejam maiores ou iguais a 7% da área de piso. Para os valores encontrados em cada ambiente, apenas um ambiente (sala) atende ao critério mínimo exigido pela norma (tabela 11).

Tabela 11 - Aberturas para ventilação

Cômodo	Área efetiva de ventilação (A_A)	Área do piso (A_P)	7% da área do piso	Abertura de ventilação (A)	Resultado
Sala	$(1,94 \times 0,9) \times 45\% = 0,8 \text{ m}^2$	7,96 m ²	0,56 m ²	10,05%	Atende
Quarto 1	$(0,94 \times 0,94) \times 45\% = 0,4 \text{ m}^2$	7,9 m ²	0,55 m ²	5,06 %	Não atende
Quarto 2	$(0,94 \times 0,94) \times 45\% = 0,4 \text{ m}^2$	8,25 m ²	0,58 m ²	4,85 %	Não atende

Fonte: ABNT, 2005c.

4.1.2 Sistemas de Cobertura

Para o sistema de coberturas, só há um requisito de atendimento: transmitância térmica. Assim como nos sistemas de coberturas internas e externas, a norma 15220-3, traz, a fim de parametrizar e facilitar a avaliação de desempenho, um quadro para as diferentes coberturas, em que consta resultados de transmitância, capacidade e atraso térmico.

Quadro 3 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para coberturas

Cobertura	Descrição	U [W/(m ² .K)]	CT [kJ/(m ² .K)]	φ (horas)
	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de telha de barro com forro de concreto • Espessura da telha: 1,0 cm; • Espessura do concreto: 8,0 cm; 	2,24	84	2,6

Fonte: ABNT, 2005c, p.22.

A absorvância térmica é dada em razão da cor do edifício, sendo de cor clara, tem-se que o valor da absorvância é de 0,40, de acordo com a tabela B.2 do anexo B da norma 15220. Portanto, para a zona bioclimática 7 a transmitância térmica para os sistemas de coberturas deve ser menor ou igual a 2,3 W/m²K. Ou seja, como U calculado = 2,24 W/m²K é menor que U critério = 2,3 W/m²K, pode-se concluir que a unidade habitacional de interesse social atende aos critérios de desempenho térmico para os sistemas de coberturas.

4.2 Procedimento 2 – Medição in loco

Os valores de temperatura foram alcançados por meio da utilização do dispositivo Smart Gadget Sensirion SHT31, sensor de temperatura e umidade por dois dias seguidos, 1 dia a menos que a exigência da norma devido a disponibilidade da construtora. Tendo início no dia 09/05 (quinta-feira) às 11h29 até o dia 11/05 (sábado) às 11h29. Apesar disso, para as avaliações e classificações de desempenho, serão de acordo com a norma, sendo avaliados apenas os resultados do último dia e no primeiro momento uma análise dos valores alcançados para os dois dias (tabela 10).

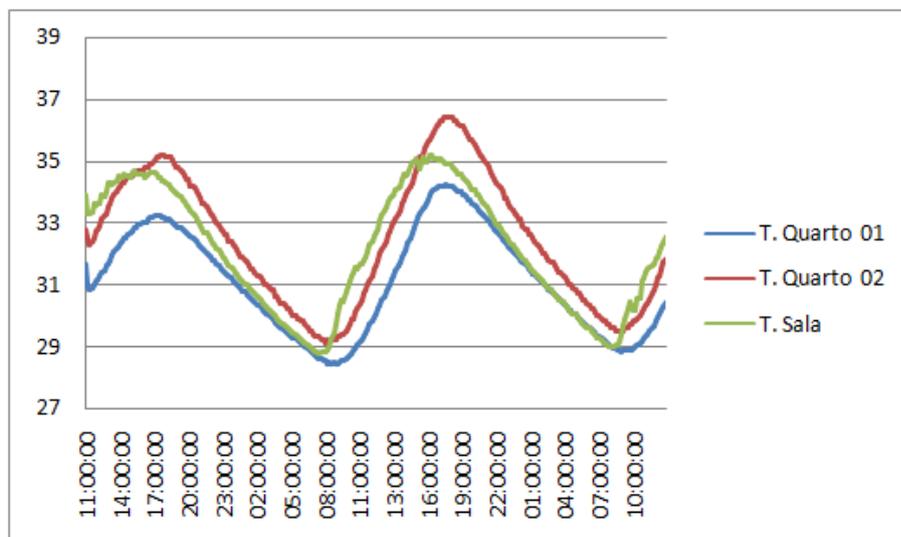
Tabela 12 - Valores mínimos, máximos, médios e amplitudes aferidos para Temperatura, considerando os dois dias de Coleta (09/05, 10/05 e 11/05)

Sensores	Temperatura dos dois dias – T (°C)					
	T mínima	Hora	T máxima	Hora	T média	Amplitude
Sala	28,78	06:50	35,19	16:00	31,99	6,41
Quarto 1	28,41	08:09	34,21	17:19	31,31	5,80
Quarto 2	29,13	07:40	36,42	17:20	32,78	7,29
Externo	22,00	05:45	32,00	14:45	27,00	10,00

Na tabela acima podemos perceber as ocorrências das temperaturas máximas em cada cômodo. A maior temperatura foi de (36,42 °C) que ocorreu no segundo dia às 17h20.

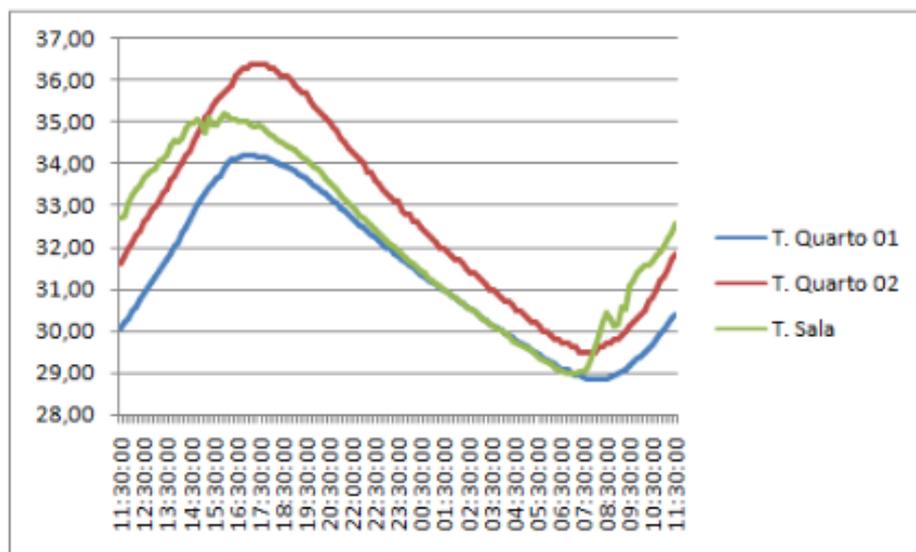
O gráfico 1, apresenta todas as variações descritas acima para todos os 3 sensores durante os dois dias de medição, com o Smart Gadget Sensirion SHT31 programado para registrar a cada 10 minutos.

Gráfico 1 - Variação de temperatura em todos os sensores durante os dois dias de medição



A partir desta comprovação de variação constante dos dados, como mostra no gráfico acima, podemos analisar a validação para utilização dos dados do último dia, onde a avaliação de desempenho será cometida. Com isso, o próximo gráfico (gráfico 2) contém todos os dados do registro do último dia para todos os três sensores.

Gráfico 2 - Temperatura em todos os sensores durante o último dia de medição



Portanto as temperaturas máximas para os ambientes internos, são: Sala com 35,19 °C, Quarto 1 com 34,21 °C e Quarto 2 com 36,40 °C.

Tabela 13 - Valores mínimos, máximos, médios e amplitudes aferidos para Temperatura, considerando o último dia de Coleta

Cômodos	Temperatura do Último dia – T (°C)					
	T mínima	Hrs	T máxima	Hrs	T média	Amplitude
Sala	28,98	06:50	35,19	16:00	32,09	6,21
Quarto 1	28,83	07:50	34,21	17:20	31,52	5,38
Quarto 2	29,50	07:30	36,40	17:30	32,95	6,90
Externo	22,00	05:45	32,00	14:45	27,00	10,00

Para o critério de avaliação de desempenho térmico, a norma define como requisito mínimo de desempenho que a temperatura interna máxima seja menor ou igual à temperatura externa máxima. Assim, logo abaixo será apresentado uma tabela (14) contendo os valores de temperatura máximas e o horário de sua ocorrência, com um comparativo.

Tabela 14 – Temperaturas máximas e um comparativo entre todos os sensores.

Hora	Cômodo	T. máxima	Comparativo	Temperatura	Amplitude
16:00	Sala	35,19	Quarto 1	33,71	1,48
			Quarto 2	35,80	0,61
			Externo	32,00	3,19
17:20	Quarto 1	34,21	Sala	34,89	0,68
			Quarto 2	36,39	2,18
			Externo	32,00	2,21
17:30	Quarto 2	36,40	Sala	34,91	1,49
			Quarto 1	34,21	2,19
			Externo	32,00	4,40
14:45	Externo	32,00	Sala	35,08	3,08
			Quarto 1	32,83	0,83
			Quarto 2	34,88	2,88
			Externo	32,00	0,00

De acordo com os critérios de desempenho a ser analisado, a tabela 15 seguinte, evidencia os resultados encontrados:

Tabela 15 – desempenho térmico – Procedimento 2 (Medição in loco) – Resultados

Ambiente	Temperatura máxima	Temperatura máxima externa	Amplitude	Resultado	Critério utilizado
Sala	35,19	32,00	3,19	Não atende ao nível de desempenho	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2C^\circ)$
Quarto 1	34,21		2,21	Não atende ao nível de desempenho	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2C^\circ)$
Quarto 2	36,40		4,4	Não atende ao nível de desempenho	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2C^\circ)$

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a importância da NBR 15575 (ABNT, 2013), e através da necessidade de cumprir as exigências dos usuários relacionados a habitabilidade, os profissionais, fornecedores e construtores devem agir na direção da produção de melhores habitações, especialmente através do atendimento ao quesito de desempenho térmico.

Quanto à análise através do método simplificado é tida como muito importante, pois permite uma rápida avaliação da edificação com certa facilidade, principalmente com o auxílio através do uso de dados das diretrizes construtivas disponíveis na NBR 15220 Parte 3 e na plataforma do Projeteer. Caso o sistema construtivo utilizado não se encontre disponível através da norma e site, será necessário calcular transmitância térmica e capacidade térmica através da NBR 15220 Parte 2, sendo está a maior dificuldade que poderia ocorrer nesse método.

Tendo como base os objetivos propostos e as exigências da norma, foram considerados insatisfatórios os resultados encontrados no estudo. Portanto, sugere-se a realização de trabalhos futuros que possam considerar a utilização de materiais que possam amenizar o efeito da absorção à radiação solar, considerando, assim, o método construtivo como muito relevante, já que acredita ser este o motivo deste fenômeno insatisfatório, uma vez que as paredes absorvem a temperatura externa, prejudicando o ambiente interno nos períodos de pico externo. Ou seja, quando a temperatura externa é maior, as paredes são capazes de realizar troca de calor e acompanhando assim o aumento ou a queda de temperatura do ambiente externo.

Com isso, percebe-se a necessidade de divulgação e esclarecimento quanto a norma de desempenho e sua obrigatoriedade.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15575-3 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de pisos, Rio de Janeiro, 2013c.

ABNT NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, Rio de Janeiro, 2013d.

ABNT NBR 15575-5 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de coberturas, Rio de Janeiro, 2013e.

ABNT NBR 15575-6 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas hidrossanitários, Rio de Janeiro, 2013f

ABNT NBR 15575 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT NBR 15220-1 - Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e Unidades. Rio de Janeiro, 2005a.

ABNT NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005b.

ABNT NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005c.

ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais, Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT NBR 15575-2 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas estruturais, Rio de Janeiro, 2013b.

BOLAFFI, G. **Questão Urbana: Produção de habitação, construção civil e mercado de trabalho**. São Paulo: Ed. Estação Liberdade, 1998. p. 158

BONDUKI, N. G. **Origens de Habitação Social no Brasil**. vol. xxix (127), 1994 (3.º), p. 718

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e sua importância para o setor de construção civil no Brasil**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – 2008, p.263.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação **Avanços e Desafios: Política Nacional de Habitação** – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, 2010, 96 p.

BRITO, A. C. *et al.* Contribuições Para o Aprimoramento da NBR 15575 Referente ao Método Simplificado de Avaliação de Desempenho Térmico de Edifícios.

FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 5. ed. — São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional municipal no Brasil**. Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações – Belo Horizonte, 2013.

GRIGOLETTI, G. C.; SATTLER, M. A. Método de Avaliação Global de Desempenho Higrotérmico de Habitações de Interesse Social Para Porto Alegre, RS, Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 101-114, abr./jun. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. **ISO 13823**. Geneva: ISO/TC, 2008.

JOHN, V.M & SATO, N. M. N. Durabilidade de Componentes da Construção. In: Construção e Meio Ambiente / Editores Miguel Aloysio Sattler [e] Fernando Oscar Ruttkay Pereira. — Porto Alegre: ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 7).

KAPPAUN, K. **Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona Bioclimática 2 brasileiras**. Dissertação (Mestrado). 125 f. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 2012.

LORENZI, L. S. Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações de interesse social térreas. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 245f.

LOURA, R. M.; ASSIS, E. S.; BASTOS, L. E. G. Análise Comparativa Entre Resultados de Desempenho Térmico de Envoltórias de Edifício Residencial Gerados Por Diferentes Normas Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Búzios, 2011. **Anais...** Búzios, 2011.

MARQUES, T. H. T.; CHVATAL, K. M. S. **A Review of the Brazilian NBR15575 Norm**: applying the simulation and simplified methods for evaluating a social house thermal performance. In: SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN, 4., San Diego, 2013. **Proceedings...** San Diego, 2013.

OLIVEIRA, R. D.; SOUZA, R. V. G.; SILVA, R. M. **Desempenho Térmico**: qual valor devemos atender para a legislação brasileira? In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Brasília, 2013. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013.

PAZ, Luis Hildebrando Ferreira. A Influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas – TO. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília- DF, 2009. 169 f.

PERALTA, G. **Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2006, p.130.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, Durabilidade E Vida Útil Das Edificações: Abordagem Geral**. Revista científica, 2014.

ROSSO, T. **Racionalização na construção civil**. São Paulo, FAU/USP, 1980.

ROTTA, R. **Desempenho térmico de edificações multifamiliares de interesse social em conjuntos habitacionais na cidade de Santa Maria – RS**. Dissertação (Mestrado). 134 f. Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M. E PEREIRA, S. W. A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. In: *Construção e Meio Ambiente / Editores Miguel Aloysio Sattler [e] Fernando Oscar Ruttkay Pereira*. — Porto Alegre : ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 7).

SITE CLIMATE-DATA.ORG. Data de acesso: 10/09/2018

SITE PROJETEEE.MMA.GOV.BR. Data de acesso: 24/04/2021

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. Análise do procedimento de simulação da NBR 15575 Para avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 83-101, out./dez. 2014.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575. In: **ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 12., Brasília, 2013. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013.

SORGATO, M. J. et al. **Nota técnica referente à avaliação para a norma de desempenho NBR 15575 em consulta pública**. Universidade Federal de Santa Catarina. LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. 2012.