

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

FERNANDA URBAN LINS

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO
TÉRMICO DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL
EM FACE DA NORMA BRASILEIRA 15.575**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2012

FERNANDA URBAN LINS

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO
TÉRMICO DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL
EM FACE DA NORMA BRASILEIRA 15.575**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Gerenciamento de Obras, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof., Eduardo Quiza, Esp

CURITIBA

2012

Dedico este trabalho à minha mãe Silmara, exemplo de força e determinação, à minha irmã Andressa pelo amor e carinho e ao meu avó Raul (*in memoriam*) por ter estado sempre ao meu lado.

“As ideias novas não se impõem às ideias velhas por convencimento daqueles que defendem as ideias velhas. As ideias novas se impõem porque, com elas, se impõem às novas gerações.”

Max Planck – Físico

FERNANDA URBAN LINS

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIA DO DESEMPENHO
TÉRMICO DE EDIFÍCIOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL
EM FACE DA NORMA BRASILEIRA 15.575**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Rodrigo Eduardo Catai, Dr.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Adalberto Matoski, Dr.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba, 06 de julho de 2012.



AGRADECIMENTOS

Aproveito esse espaço para agradecer em primeiro lugar a Deus.

Ao meu orientador Eduardo Quiza pelos ensinamentos, pelo seu exemplo profissional, pela inspiração, pela sua atenção, compreensão e simpatia com a qual sempre me recebeu.

Aos profissionais entrevistados das construtoras e incorporadoras (alguns deles colegas e ex-colegas de trabalho, professores, ex-chefes e demais colegas de profissão), que contribuíram com seus conhecimentos e experiência profissional.

A todos os professores e colaboradores do curso de Especialização em Gerenciamento de Obras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela competência, comprometimento e dedicação.

Aos meus queridos colegas de curso Anderson, Guilherme, Maristela e Vanessa, pelo companheirismo, amizade, troca de conhecimento, força e incentivo.

RESUMO

Esta dissertação procura analisar alternativas para melhorar o desempenho térmico de edifício construído em alvenaria estrutural, em face da norma brasileira de desempenho – NBR 15.575. O trabalho foi estruturado em diversas etapas: 1. Embasamento teórico: apresentados as referências bibliográficas com relação aos temas NBR 15.575, Conforto térmico e alvenaria estrutural em bloco de concreto, com base em normas, artigos e opiniões de profissionais envolvidos nos debates sobre os assuntos abordados; 2. Aplicação de Formulário: aplicado um questionário aos profissionais envolvidos; 3. Análise do objeto de estudo: características do empreendimento estudado; 4. Implementação: análise das alternativas pesquisadas; 5. Conclusão: resultado final com os materiais mais indicados para aplicação. O trabalho proposto é importante para disponibilizar aos profissionais, opções e alternativas para melhorar o desempenho térmico de edificações concebidas em alvenaria estrutural em bloco de concreto. Esses materiais, se aplicados a construções com este método construtivo, conseguem aumentar os níveis de desempenho das edificações, oferecendo ambientes mais agradáveis, confortáveis e econômicos energeticamente.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, norma brasileira, desempenho térmico, alternativas.

ABSTRACT

This thesis seeks to analyze alternatives to improve the thermal performance of building built in structural masonry, faced with the Brazilian standard of performance - NBR 15.575. The work was divided into several steps: 1. Theoretical basis: the references submitted on the issues NBR 15575, Thermal comfort and masonry structural concrete block, based on standards, articles and opinions of professionals involved in discussions on the topics discussed; 2. Application Form: a questionnaire for professionals involved; 3. Analysis of the object of study: characteristics of the project studied; 4. Implementation: analysis of the alternatives studied; 5. Conclusion: the end result with the materials most suitable for application. The proposed work is important to make available to professionals, options and alternatives to improve the thermal performance of buildings designed in structural masonry concrete block. These materials are applied to buildings with this construction method, can increase the performance levels of buildings, offering environments more pleasant, comfortable, economical energy.

Keywords: structural masonry, Brazilian standard, thermal performance, alternatives.

LISTA DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNH: Banco Nacional da Habitação

CEF: Caixa Econômica Federal

COBRACON: Comitê Brasileiro da Construção Civil

CREA: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DML: Depósito de material de limpeza

EOTA: European Organization for Technical Approvals

FINEP: Financiadora de Estudos e Projetos

IBAPE: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

Inmetro: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

MCMV: Programa Minha Casa, Minha Vida

NBR: Norma Brasileira

PROCON: Agência de Proteção e Defesa do Consumidor

PVA: Polivinila

SINAT: Sistema Nacional de Aprovações Técnicas

Sinduscon: Sindicato da Indústria da Construção Civil

UNICAMP: Universidade de Campinas

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: Estrutura da Norma Brasileira de Desempenho
- FIGURA 2: Norma Brasileira de Desempenho e suas partes
- FIGURA 3: Detalhe de corte transversal ao bloco
- FIGURA 4: Detalhe de corte longitudinal ao bloco
- FIGURA 5: Planta do banheiro, piso cerâmico
- FIGURA 6: Elevação “A” – Banheiro, parede cerâmica
- FIGURA 7: Fachada do empreendimento
- FIGURA 8: Radiação solar - cobertura
- FIGURA 9: Radiação solar - fachada
- FIGURA 10: Esquema da fachada ventilada

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão

QUADRO 2: Cidades utilizadas para as simulações de desempenho térmico

QUADRO 3: Tabela de esquadrias

QUADRO 4: Vidros

QUADRO 5: Tabela de revestimentos

QUADRO 6: Critérios de avaliação convencionados para a análise

QUADRO 7: Análise de dados coletados

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
1.4 DELIMITAÇÕES	17
1.5 FATORES LIMITANTES	17
2. EMBASAMENTO TEÓRICO	18
2.1 NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15.575	18
2.1.1 DEFINIÇÃO DA NORMA	18
2.1.2 CRIAÇÃO DA NORMA	19
2.1.3 OBJETIVOS	20
2.1.4 ESTRUTURA DA NORMA	20
2.1.5 RAZÕES PARA TORNAR A NORMA VIGENTE	23
2.1.6 INCUMBÊNCIAS DOS INTERMITENTES	24
2.1.6.1 Incorporadores e construtores	24
2.1.6.2 Projetistas (arquitetos e engenheiros)	25
2.1.6.3 Fabricantes e fornecedores de materiais e insumos	25
2.1.6.4 Laboratórios	26
2.1.6.5 Consumidores e administradores pós obra	27
2.1.7 PARÂMETROS PARA O CUMPRIMENTO DA NORMA	27
2.1.8 IMPACTO DA NBR 15.575 AOS CONSUMIDORES	29
2.1.8.1 MELHORIA NA QUALIDADE DOS EMPREENDIMENTOS	29
2.1.8.2 IMPACTO NO PREÇO DOS IMÓVEIS	30
2.1.9 IMPACTO NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS E NA EXECUÇÃO DAS OBRAS	31
2.1.9.1 ADAPTAÇÃO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS	31
2.1.9.2 NECESSIDADE DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA	32
2.1.9.3 TEMPO PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS	33
2.2 CONFORTO TÉRMICO	34
2.2.1 DEFINIÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO	34

2.2.2 TROCAS TÉRMICAS	34
2.2.3 ELEMENTOS QUE INTERFEREM NO CONFORTO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO	35
2.2.2.1 VENTILAÇÃO NATURAL	35
2.2.2.2 RADIAÇÃO SOLAR	35
2.2.4 O CONFORTO TÉRMICO NA NORMA DE DESEMPENHO	36
2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL: BLOCO DE CONCRETO	37
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO	37
2.3.2 O DESEMPENHO TÉRMICO DO BLOCO DE CONCRETO	38
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	39
3.1 QUESTÕES DE PESQUISA	39
3.2 FASES DA PESQUISA	40
3.3 FORMULÁRIO APLICADO PARA COLETA DE DADOS	40
4. ESTUDO DE CASO	41
4.1 DIAGNÓSTICO: OBJETO DE ESTUDO	42
4.1.1 INFRAESTRUTURA: FUNDAÇÕES	42
4.1.2 SUPRAESTRUTURA	42
4.1.2.1 PAREDES E PAINÉIS EM ALVENARIA	42
4.1.2.2 ESQUADRIAS	43
4.1.2.3 VIDROS	44
4.1.3 COBERTURA E PROTEÇÕES	44
4.1.3.1 TELHADO	44
4.1.3.2 IMPERMEABILIZAÇÃO	46
4.1.4 REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA	46
4.1.4.1 INTERIORES	46
4.1.4.2 EXTERIORES E FACHADAS	48
4.2 IMPLEMENTAÇÃO	47
4.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
4.3.1 PARA O REVESTIMENTOS EXTERNO E INTERNO DE FACHADA	52
4.3.2 PARA O SISTEMA ESQUADRIA-VIDRO	54
4.3.3 PARA O SISTEMA DE COBERTURA	56
5. CONCLUSÕES	57

REFERÊNCIAS	58
ANEXO A – Questionário entregue aos profissionais	61
ANEXO B – NBR 15.575, páginas 26 e 27	62

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil sofreu um aumento considerável no déficit habitacional, principalmente para as classes média e baixa. Fonte: Cartilha de Demanda Habitacional no Brasil – Caixa Econômica Federal (2012).

Diversos programas habitacionais foram surgindo e, entre eles, pode-se destacar o programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal, com o objetivo de facilitar o acesso das famílias à casa própria e diminuir o déficit habitacional no país.

Mesmo com as facilidades oferecidas também aos construtores, a maioria das habitações vem sendo construídas com o mínimo de gastos, deixando de lado preocupações com a qualidade e o desempenho das edificações.

A norma brasileira de desempenho – NBR 15.575, vem sendo discutida para estabelecer parâmetros mínimos de desempenho para as edificações, e como consequência fará com que os projetos priorizem questões de conforto, durabilidade, segurança, acessibilidade e sustentabilidade.

A principal motivação dos agentes para a elaboração da Norma Brasileira de Desempenho de Edifícios é a criação de um ambiente técnico mais claro para o setor da construção, tornando a concorrência mais saudável, e proteger os usuários das habitações populares (BORGES, 2006).

Projetistas, incorporadores, construtores, fornecedores e demais agentes são os principais responsáveis pelo cumprimento de um desempenho mínimo para as edificações e, alguns deles, precisaram revisar seus conhecimentos e se adaptar às novas normas sob pena de perder mercado para seus concorrentes que estiverem mais preparados. Os consumidores irão exigir.

O desempenho térmico é um item muito importante a ser levado em consideração pelo consumidor, no momento da compra. Alguns quesitos influenciam diretamente o desempenho térmico de uma edificação, como por exemplo, a orientação solar (face norte, face leste, face sul, face oeste), as aberturas, o método construtivo utilizado, revestimentos, etc.

Uma edificação que demonstre bom ou mau desempenho térmico impactará diretamente na saúde do morador (condições mínimas de salubridade), na economia de energia (eficiência energética), entre outros benefícios.

1.1 OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é analisar qual material (dentre os sugeridos) apresenta uma melhoria no desempenho térmico da edificação, se aplicado ao sistema construtivo de alvenaria estrutural – blocos de concreto.

1.2 JUSTIFICATIVA

O fato de este trabalho ter optado pelo conforto térmico foi por ele ser um quesito muito importante (entre tantos) e que exerce grande influência no conforto de uma edificação.

A escolha do método construtivo se justifica pelo fato de ser o sistema mais empregado em edificações do programa habitacional Minha Casa Minha Vida.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicia-se com introdução, objetivos do trabalho, delimitações e fatores limitantes.

O item 2.1 explica a norma brasileira de desempenho – NBR 15.575: o que é, sua criação, quais seus objetivos, estrutura da norma, as razões para torná-la vigente, o impacto que a vigência da norma causará nos empreendimentos com relação à qualidade e custo (foco nos consumidores), entre outras indagações sobre ela.

No item 2.4, fala-se sobre conforto térmico (um dos itens abordado na norma NBR 15.575). Nele tem-se a definição de conforto térmico, os elementos que interferem numa edificação e um pouco sobre o que a norma de desempenho trata com relação ao desempenho térmico de edificações.

Em seguida, no item 2.3, fala-se sobre a alvenaria estrutura em bloco de concreto: as características e o desempenho térmico desse sistema.

No capítulo 3 é falado sobre a metodologia da pesquisa: questões e fases da pesquisa e o formulário aplicado para coleta de dados.

No capítulo 4 trata-se do estudo de caso: diagnóstico do objeto de estudo – o projeto arquitetônico, concebido em alvenaria estrutural, implementação e apresentação da análise dos resultados.

Por fim, item 5, as conclusões finais do trabalho em si: pesquisa e análises.

1.4 DELIMITAÇÕES

A análise se restringe a edificações projetadas na cidade de Curitiba e região metropolitana, e serve também para cidades onde a variação de temperatura é bastante alta. A edificação em estudo pertencente ao Programa Minha Casa Minha Vida e, portanto, segue determinado padrão de construção e tipologia, utilizando como método construtivo a alvenaria estrutural em bloco de concreto.

1.5 FATORES LIMITANTES

Pode-se citar algumas questões que limitaram o avanço das análises do referido trabalho. Por se tratar de uma norma que ainda não está vigor no país, grande maioria do conteúdo encontrado sobre o assunto foi em discussões na internet, em artigos e revistas do setor. Outro limitante foi o fato de profissionais e empresas consultadas do setor ainda não estarem cientes das mudanças e impactos que a vigência da norma trará.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Será relatada uma pesquisa teórica baseada principalmente em artigos publicados, normas técnicas, revistas técnicas e consultas asites especializados sobre: a Norma Brasileira de Desempenho e o impacto que ela terá em todos os campos do setor da construção civil; o conforto térmico e suas particularidades; o sistema construtivo em estudo (alvenaria estrutural).

2.1 NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15.575

Este capítulo trata sobre a norma brasileira de desempenho – NBR 15.575 nos seguintes aspectos: sua definição, sua criação, objetivo, estrutura da norma, razões para tornar a norma vigente, a incumbência dos intermitentes (ou seja, de cada agente responsável pelo cumprimento da norma) e os parâmetros para o cumprimento da norma.

2.1.1 DEFINIÇÃO DA NORMA

Em discussão desde o ano 2000 e publicada em 2008, a Norma Brasileira de Desempenho de Edificações – NBR 15.575 está sendo elaborada para estabelecer parâmetros para se alcançar determinados níveis de desempenho e regulamentar a forma com que a edificação deverá se comportar após ser entregue.

Sua elaboração tem sido discutida por diversos agentes entre construtoras, projetistas (arquitetos e engenheiros), incorporadores, entidades representantes de fabricantes de materiais, empresas do ramo, peritos, pessoas físicas, institutos de pesquisa, etc (BORGES, 2006).

Diferente da maioria das normas brasileiras, a Norma de Desempenho terá caráter não prescritivo, ou seja, não definirá características específicas de um determinado produto nem será destinada a um único produto. Ela se destinará aos componentes da construção e de projeto como um todo e definirá seu comportamento e uso.

Poderá ser aplicada para edifícios maiores de cinco pavimentos, para itens que não dependem da altura. Independente dos sistemas construtivos utilizados, a edificação deverá ter um desempenho global mínimo determinado em norma.

Outro aspecto importante da norma é que ela não define de que forma os resultados serão obtidos, mas sim os resultados que se deseja atingir (BORGES, 2009).

São listados os requisitos de desempenho da edificação necessários para o usuário ter conforto e três diferentes níveis de desempenho são definidos: mínimo, intermediário e superior.

A Norma também define vida útil e durabilidade, questões nunca antes presentes em outras normas brasileiras e define critérios e requisitos para o projeto levar em consideração os níveis que deverão ser assegurados (SILVA, 2012).

2.1.2 CRIAÇÃO DA NORMA

A proposta de criação de uma norma que oferecesse uma metodologia para avaliar os sistemas construtivos inovadores, foi inicialmente financiado pelo banco Nacional da Habitação (BNH – e que depois virou Caixa Econômica Federal), com recursos do FINEP. Em 2002, o Sinduscon SP inicia sua participação na elaboração da Norma Brasileira de Desempenho. Participa desde o início também o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o IBAPE (SHEBALJ, 2012).

A elaboração da norma segue os princípios da ABNT que são: equilíbrio, voluntarismo e participação de todos os agentes do setor conforme já mencionados nos capítulos anteriores (projetistas, incorporadores, construtores, etc.), inclusive o Ministério Público.

A Caixa Econômica Federal possui importante papel no cumprimento da Norma: incentivar construtores que oferecerem empreendimentos de acordo com o normativo, com taxas de juros menores – ranking de empresas com bom desempenho; auditoria em projeto; ensaios laboratoriais (BORGES, 2009).

Os agentes financeiros como a Caixa Econômica Federal tenderão a exigir que projetistas e construtores atendam a norma de desempenho em seus empreendimentos. "Já é previsto nos contratos da CEF que as construtoras sigam as orientações de todas as normas brasileiras nos projetos e obras. O mesmo tratamento será dado às Normas de Desempenho para Edificações", disse Marcello Sá Natividade, da Caixa Econômica Federal - regional paulista. No entanto permanecemos sem saber ao certo de que forma funcionará a fiscalização do cumprimento da Norma por parte banco (BLANCO, 2010).

A engenheira Maria A. C. Silva destaca um aspecto importante sobre a relação entre a Norma de Desempenho e o Programa Minha Casa Minha Vida. Este último poderia conter critérios presentes na norma de desempenho (que ainda não estava em vigor, mas já estava

publicada) e com isso, ajudar a melhorar a qualidade das edificações. Maria A. C. Silva nos diz ainda que “itens como o pé-direito mínimo aceito pelo Programa (de 2,40 m) comprometem o desempenho térmico, por exemplo, (a norma define um mínimo de 2,50 m). Mas como a norma não estava em vigor o consumidor não poderá fazer nada quanto a isso”.

No entanto, quanto ao pé direito mínimo, a Caixa Econômica Federal já vem exigindo das construtoras (por meio de normativo interno do banco) que seja cumprida a dimensão mínima de 2,50m para pé direito das habitações financiadas. Os construtores que pretendem ter seus empreendimentos financiados pelo banco, precisaram se adequar às normas sob pena de não terem seus empreendimentos aceitos para enquadrar no Programa Minha Casa Minha Vida.

2.1.3 OBJETIVOS

Prevista para entrar em vigor em 2013, a Norma de Desempenho surgiu para estabelecer requisitos, critérios e métodos de avaliação para que as edificações atendam com mais qualidade as necessidades dos usuários, em certas condições de exposição, contexto do ambiente regulatório social e econômico brasileiro e ao longo de determinada vida útil de projeto. São elaborados na norma, critérios mínimos de desempenho – interpretação das necessidades dos usuários – habitação digna (BORGES, 2008).

A norma de desempenho é resultado de um compilado de 157 normas que já estão em vigor, adaptados a um novo foco. Devido a essas normas não serem de fato aplicadas, surge a norma de desempenho (ALVES, 2011).

Segundo a autora Maria C. Sinhorini, o objetivo é um só: “mais qualidade nas construções brasileiras! Essa NBR apresenta claramente a questão de custo / benefício. Dessa forma, o valor do metro quadrado de um imóvel residencial deverá ser definido pela sua real qualidade e não pela sua localização, materiais de acabamento e outros quesitos como acontece atualmente”. Fonte: “Norma de desempenho – o que muda na cadeia produtiva da construção”, SINHORINI, 2011.

2.1.4 ESTRUTURA DA NORMA

Alguns autores como a Engenheira Célia M. M. Neves, autora palestra “Aspectos de desempenho dos sistemas de revestimentos de fachadas”, realizada no seminário “VI semana

pensando em argamassa”, em 2007, classificam a habitação em elementos ou subsistemas da edificação: estrutura, fundação, pisos internos, fachada e paredes internas, cobertura, sistemas hidrossanitários, sistemas elétricos, sistemas de telecomunicações, sistemas de elevação e transporte, sistemas de segurança e automação predial, sistemas de condicionamento ambiental, sistemas de gás combustível, sistemas de proteção contra incêndios. Fonte: “Aspectos de desempenho dos sistemas de revestimentos de fachadas”, 2007.

A estruturação da Norma de Desempenho acontece pela divisão de seis partes distintas, descritas abaixo:

- Parte 1: Requisitos gerais;
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos;
- Parte 4: Sistemas de vedação verticais externas e internas;
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- Parte 6: Sistemas hidrossanitários.

Fonte: “Norma Brasileira de Desempenho – NBR 15.575”, 2006. Partes 1 a 6.

SISTEMA	REQUISITO	CRITÉRIO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
ESTRUTURA	Estabilidade e resistência estrutural	Estado limite último	Atendimento às Normas NBR 6.118, NBR 6.122, NBR 7.190, NBR 8.800 e outras
SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO (todos os sistemas)	Segurança das instalações	Segurança na utilização dos sistemas, que não devem apresentar rupturas, partes expostas, cortantes ou perfurantes, deformações ou defeitos, etc.	Análise de Projeto ou inspeção em protótipo
DESEMPENHO ACÚSTICO	Isolação acústica entre ambientes	Isolação ao som aéreo entre paredes internas e externas	Ensaio especificado na NBR 10.152

Figura 1 – Estrutura da Norma Brasileira de Desempenho

Fonte:BORGES (2009)



Figura 2 – Norma Brasileira de Desempenho e suas partes

Fonte: BORGES (2009)

A Parte 1 discorre sobre os conceitos gerais e objetivos da norma que se aplicam a todos os sistemas. As demais partes tratam de forma técnica os requisitos de cada sistema específico.

Cada uma dessas partes é classificada nos seguintes itens: sistemas, requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos) e métodos de avaliação.

A norma estabelece alguns indicadores e critérios relacionados a anseios psicológicos e expectativas dos usuários (baseados nas diretrizes da Norma ISO 6.241 de 1984), que atenderiam suas necessidades em três áreas:

- a. Segurança: Desempenho estrutural, Segurança contra incêndio e Segurança no uso e operação.
- b. Habitabilidade: Estanqueidade, Conforto térmico, Conforto acústico, Conforto lumínico, Saúde e Higiene, Funcionalidade e Acessibilidade, Conforto tátil, Qualidade do ar.
- c. Sustentabilidade: Durabilidade, Manutenibilidade, Adequação ambiental (NEVES, 2007).

2.1.5 RAZÕES PARA TORNAR A NORMA VIGENTE

São diversos os fatores que nos levam a crer que a normatização é a saída para regulamentar o modo de se construir no Brasil. Dentre eles, a proteção do consumidor e otimização do uso de recursos públicos. Segundo Carlos A. M. Borges, quase 50% de todo o financiamento bancário aprovado no Brasil está com a Caixa Econômica Federal.

Os profissionais responsáveis pelos projetos arquitetônicos precisaram desenvolver novas metodologias, o que será bom para empresas e profissionais sérios. Ao exigir mais dos projetistas, a informalidade será combatida. De acordo com a engenheira Maria Angélica C. Silva, “Estabelecer parâmetros para que o mercado tenha condições competitivas mais equilibradas é um dos principais benefícios da aplicação das normas”.

A norma estabelece pela primeira, um patamar mínimo de qualidade para as edificações brasileiras abaixo do qual se considera a empresa executora inabilitada à obra. Os requisitos de desempenho afetarão diretamente o consumidor final e poderão ser facilmente colocados à prova. A normativa cria barreiras técnicas para construtoras desqualificadas, motivando uma depuração e concentração do mercado. Não à toa, as líderes do setor estão se esforçando para atender à Norma de Desempenho (BLANCO, 2010).

A vigência da norma fomentará o desenvolvimento tecnológico no país, uma vez que poderão ser utilizados diversos métodos construtivos, para que ocorra o atendimento dos níveis mínimos de desempenho nas construções.

Outro aspecto importante da vigência da norma é o fato que ela poderá funcionar como um poderoso instrumento de marketing para as construtoras, incorporadoras e

escritórios de arquitetura. Não será perda de tempo para as empresas que atenderem à ABNT NBR 15.575, divulgar em seus sites, estandes, propagandas, folhetos e memoriais descritivos de venda, que atendem aos requisitos. Os produtos (projeto ou o próprio empreendimento construído) poderão ser lançados e anunciados no mercado de acordo com o nível de desempenho que apresentar: mínimo (M), intermediário (I) ou superior (S). Abrir mão dessa diferencial ferramenta de marketing poderá comprometer a competitividade da empresa (BLANCO, 2010).

2.1.6 INCUMBÊNCIAS DOS INTERMITENTES

A norma aborda uma seção que esclarece qual o papel de cada agente (sócios do desempenho) para obtenção do desempenho ao longo da vida útil.

A vida útil deve ser considerada desde a etapa de elaboração e especificações de projeto, uma vez que 50% do desempenho de um edifício depende do projeto. Não obstante, o desempenho de uma edificação depende de mais alguns fatores que fogem da incumbência dos projetistas, construtores, incorporadores e demais agentes. Elementos importantes para garantir a vida útil do edifício: cuidados na operação e utilização dos sistemas; mudanças nas premissas de projeto como, por exemplo: clima, mudanças de uso dos edifícios, reformas, etc.; programas regulares de manutenção preventiva e corretiva (BORGES, 2009).

Ilustra-se abaixo alguns encargos de cada sócio do desempenho.

2.1.6.1 Incorporadores e Construtores

Responsáveis por identificar riscos previsíveis na etapa de elaboração do projeto e fatores comprometedores ao desempenho da edificação, como ruído externo (presença de uma avenida movimentada, por exemplo), solo contaminado, condições do entorno, vizinhança problemática, cadeia de fornecimento, etc (BORGES, 2008).

O incorporador e sua equipe pós obra deveram informar ao consumidor programas de manutenção preventiva e corretiva mais detalhados que as presentes nos Manuais do Proprietário (ALVES, 2011).

“É importante instituir o conceito de que a casa precisa de manutenção, as não podemos exagerar.” Luiz Zigmantas, engenheiro da Caixa Econômica Federal.

De acordo com Borges (2008), é papel dos Construtores seguir o projeto com rigor técnico, possuir domínio das técnicas construtivas que serão empregas e optar por materiais e sistemas construtivos pelo critério de preço e desempenho.

2.1.6.2 Projetistas (Arquitetos e Engenheiros)

Esses agentes possuem papel fundamental no atendimento de níveis mínimos de desempenho, não somente pela elaboração dos projetos, mas também pelas especificações de materiais, sistemas, elementos e demais componentes projetuais, com determinadas durabilidades compatíveis com o desempenho esperado da edificação.

Não somente, deverão também especificar a vida útil do projeto e concebê-lo para que o desempenho requerido tenha o potencial de ser atendido ao longo da vida útil definida (ALVES, 2011).

Os projetistas são possivelmente, os intermitentes que mais sofrerão com adaptações necessárias para se adequar à norma. Trataremos mais a fundo desse assunto no capítulo 5 – Impacto na elaboração de projetos e na execução das obras.

2.1.6.3 Fabricantes e fornecedores de materiais e insumos

Os fabricantes e fornecedores de materiais e insumos também possuem papel importante para com o desempenho da edificação.

Deverão oferecer garantias proporcionais às vidas úteis informadas e investir no desempenho de novos insumos que aliem as exigências da Norma à preços compatíveis com o mercado (ALVES, 2011).

Precisaram lançar no mercado produtos com informações detalhadas acerca de seus desempenhos, como durabilidade, resistência, manutenção e condições de uso, por exemplo, bem como laudos técnicos comprovando atendimento a esses itens.

A engenheira Maria Angélica C. Silva defende que os ensaios dos materiais ou componentes são de responsabilidade exclusiva de quem os produz.

Segundos as autoras Pâmela Reis e Mirian Blanco, atualmente há no mercado muitos fabricantes que desconhecem o desempenho e a vida útil de seus próprios produtos. Em contrapartida, há fabricantes que já estão utilizando o marketing como ferramenta de

divulgação para oferecer seus produtos (que atendem a diferentes níveis de desempenho) aos construtores e projetistas.

2.1.6.4 Laboratórios

Segundo a consultora técnica, Maria H. Alves, é grande a escassez de profissionais e laboratórios qualificados no Brasil para atender a construção civil e creditado pelo Inmetro. Atualmente existem no país cerca de 30 laboratórios creditados pelo Inmetro em ensaios de construção civil – a lista completa pode ser consultada no site da instituição. Os laboratórios distribuídos pelo país não estão preparados para atender a demanda do mercado em avaliar o desempenho dos insumos.

Maria H. Alves diz ainda que, “a demanda a eles por ensaios de desempenho é que vai regular o mercado. Os laboratórios serão levados a investir na sua capacitação para atender a demanda de ensaios de caracterização de desempenho – fabricantes de materiais e construtoras.”

Na opinião dos profissionais do laboratório Falcão Bauer, engenheiro Mauricio Resende e arquiteto Reinaldo Moreira, "havendo um acréscimo na demanda, haverá uma mobilização do setor. Isso ocorreu, por exemplo, no início dos anos 80, com controle tecnológico de concreto. De nossa parte a formação de mão de obra é uma atividade frequente e não deve se constituir em um gargalo", afirmam. Os profissionais ainda complementam, “é necessário que os fornecedores tenham seus produtos atendendo às especificações das normas prescritivas e que a construtora, por meio do projeto do edifício, consiga utilizá-los e integrá-los de forma a garantir as condições de habitabilidade, segurança estrutural, de incêndio e estanqueidade, ou seja, as exigências mínimas dos usuários".

O pesquisador do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e coordenador da comissão de estudo da norma de desempenho, Ercio Thomaz, fala sobre a responsabilidade com o cumprimento dos níveis de desempenho: *“É preciso dar Norte ao mercado e disciplinar inúmeras ações do setor da construção, principalmente por causa do Código de Defesa do Consumidor. O construtor e todo o meio técnico estão hoje nas mãos do advogado e do perito. A engenharia está num papel secundário. Em construção não existe defeito zero, precisa ficar claro. Se isso fosse possível, seria inviável. Um apartamento de R\$600/m² tem um nível de desempenho, o de R\$2mil tem outro. Nunca ninguém escreveu isso.*

Acho que o conjunto de normas pode ajudar a relação entre vendedor e comprador e entre construtora e juiz.”

2.1.6.5 Consumidores e Administradores pós-obra

É incumbência dos administradores pós-obra a elaboração e implementação de programas de manutenção preventiva e corretiva. (BORGES, C. A. M. 2006)

Os consumidores poderão ser instruídos a adquirir suas edificações pelo critério de desempenho, através de guias e cartilhas explicativas, incluindo também memoriais descritivos alterados – com informações referentes ao desempenho do material, atendimento às normas e com detalhes sobre os itens de manutenção.

Cartilhas sobre programas de manutenção predial preventiva e corretiva também poderão ser fornecidas aos consumidores, para que o projeto cumpra o desempenho esperado ao longo da vida útil estimada, sob pena de perder a garantia da construtora.

“Hoje, na Justiça, prazo de garantia se confunde com o prazo de vida útil. A grande novidade dessa norma é fazer essa distinção. Se fosse só esse o mérito dela – e não é – já valeria a pena.” Paulo Grandiski, membro do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia).

2.1.7 PARÂMETROS PARA O CUMPRIMENTO DA NORMA

O pesquisador do IPT, Ercio Thomas exemplifica a questão do cumprimento da Norma de Desempenho: “digamos que um consumidor processou a construtora porque o piso rachou com a queda de uma lata de molho de tomate. A construtora, por sua vez, alega mau uso. Como resolver? A Norma de Desempenho define a resistência mínima do piso para impacto de corpo duro. Basta descobrir qual o impacto causado pela lata para saber se o construtor cumpriu ou não a exigência.”

Dessa forma, o construtor terá a segurança da Norma a favor de si, caso tenha executado sua obra seguindo os parâmetros mínimos para desempenho. Caso não tenha seguido, o consumidor terá como reivindicar seu direito de habitar uma construção com nível adequado de desempenho.

De acordo com Carlos A. M. Borges, no Brasil não temos a cultura do cumprimento de Normas por quem executa, nem da fiscalização por parte do contratante. Não temos

também um órgão regulador das elaborações de normas, essas, feitas por setores que defendem seus interesses corporativos. Somos carentes também de um banco de dados tecnológicos, pois o conhecimento técnico que temos é disperso.

A engenheira civil Maria A. C. Silva complementa: normas técnicas não são leis. Funcionam como lei apenas aquelas que estão vinculadas às leis, como é o caso da norma de acessibilidade (NBR 9050), que é vinculada a um decreto de lei federal de 2004. O advogado Carlos P. Del Mar completa: "Norma técnica não é lei, mas tem força obrigatória, pois, se não for atendida, traz consequências".

Órgãos de defesa do consumidor como o PROCON, por exemplo, precisaram orientar o consumidor a entender o conceito de co-responsabilidades para o alcance do desempenho requerido e a partir deste entendimento saber reclamar (ALVES, 2011).

A favor do consumidor estará o respaldo jurídico e o Código de Defesa do Consumidor, caso a edificação e seus elementos não atendam a vida útil descrita em projeto. A força de lei, em função do Código de Defesa do Consumidor, faz com que o principal agente fiscalizador de seu cumprimento seja o consumidor, que tem o direito de exigir seu cumprimento assim que adquirir um imóvel. Exigências serão posteriormente feitas por instituições financeiras, como a Caixa Econômica Federal, que já está exigindo o cumprimento da norma por parte de sistemas inovadores, através do SINAT (Sistema Nacional de Aprovações Técnicas).

O fornecimento de produtos em desacordo com as normas técnicas é um exemplo de prática abusiva listada no artigo 39 do Código de Defesa do Consumidor. De acordo com os artigos 615 e 616 do Código Brasileiro, o consumidor tem direito ainda de rejeitar a obra ou exigir abatimento no preço caso o construtor não tenha seguido as normas técnicas (BLANCO, 2010).

Algumas alternativas poderão ser adotadas para resolver a questão da responsabilidade legal:

- Opção adotada em diversos países: criação de legislação específica;
- Conscientização da importância em se cumprir a norma, por meio de seminários e cursos;
- Incentivo de redução das taxas de juros por parte de agentes financeiros, para empresas que queiram financiar suas obras.

De acordo com a cláusula 5.2 da EOTA (European Organization for Technical Approvals), com relação à vida útil de um determinado produto, não podemos deixar que ela seja

considerada uma garantia dada pelo fabricante, mas sim uma forma de discernir qual produto estará de acordo com a vida útil esperada para o cumprimento de um nível esperado de desempenho. Em outras palavras, “a especificação de vida útil de um sistema ou a durabilidade de um produto não é uma garantia, mas uma referência técnica” (BORGES, 2009).

A NBR 15.575 define Prazo de garantia – Projeto da Norma como o “tempo em que a probabilidade é grande de que eventuais defeitos embutidos no produto em estado novo venham a se manifestar: falhas de fabricação, montagem ou instalação, que repercutam em desempenho inferior àquele previsto nesta norma”.

A Norma de Desempenho define vida útil como o período estimado de tempo em que um sistema deve atender aos requisitos de desempenho, desde que executadas as manutenções programadas no manual do imóvel.

Estabelece ainda que se considere atendida a vida útil depois de decorridos 50% dos prazos, caso não surjam patologias significativas e caso os requisitos de desempenho tenham sido atendidos (BLANCO, 2010).

2.1.8 IMPACTO DA NBR 15.575 AOS CONSUMIDORES

Nesse capítulo iremos falar do impacto que a aplicação da norma irá exercer no ponto de vista dos consumidores de empreendimentos construídos com o método construtivo de alvenaria estrutural – bloco de concreto, com foco na melhoria da qualidade das edificações.

2.1.8.1 MELHORIA NA QUALIDADE DOS EMPREENDIMENTOS

Ao consumidor serão oferecidas edificações que atenderam à critérios mínimos de desempenho, ou seja, imóveis que respeitem itens relacionados ao conforto acústico, térmico, segurança, habitabilidade e sustentabilidade, por exemplo. As construções apresentaram maior proteção contra incêndio e serão mais fáceis de receber operações de manutenção (SILVA, 2010).

O cliente conseguirá julgar se determinado empreendimento está ou não de acordo com a Norma de Desempenho e em qual nível (mínimo, intermediário ou superior), graças ao apelo de mídia e marketing que os construtores irão explorar em seus anúncios. "A intenção é

usar o desempenho como um diferencial de vendas", revela Mauricio Bernardes, gerente de desenvolvimento tecnológico da Tecnisa.

Conforme mencionado anteriormente, no capítulo 2.3 – estrutura da norma, a referida visará atender os anseios psicológicos e expectativas com relação à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, sendo que um dos pontos principais é o conforto (térmico, acústico, lumínico, tátil).

Com relação ao conforto acústico (o mais polêmico) citamos abaixo os problemas mais comuns a serem combatidos, como: ruídos externos; ruído entre pavimentos; sistema de exaustão e ventilação – “pontes acústicas”; tubulações hidráulicas – prumadas pressurizadas de água e descarga; geradores de energia; casa de máquinas de elevadores; moto-bombas e equipamentos de piscina; etc. É válido ressaltar que desempenho acústico é diferente de conforto acústico, pois o nível de tolerância entre eles é subjetivo (BORGES, 2008).

2.1.8.2 – IMPACTO NO PREÇO DOS IMÓVEIS

A grande questão que ronda a vigência da norma é com relação ao custo das edificações, se aumentará o valor da elaboração dos projetos, de execução e de venda. Importante analisar o ponto de vista do cliente, o quanto ele estará disposto a pagar para ter uma edificação com alto nível de desempenho. No entanto, é obrigação dos construtores oferecerem aos seus clientes, empreendimentos com um nível mínimo de desempenho, sem que o consumidor tenha que pagar mais por isso.

Alguns autores defendem a alta probabilidade de ocorrer certo aumento nos custos das edificações de algumas empresas, como por exemplo, para se obter certo desempenho acústico. As construções que estamos acostumados a ver e nosso país não atingem nem o mínimo aceitável nos padrões internacionais. Para que haja essa adequação no patamar de qualidade é aceitável que o custo se eleve. No caso de empresas que já estão acostumadas a atender níveis mínimos de qualidade e desempenho em outros sistemas e componentes das suas edificações, o aumento no custo dos empreendimentos não será tão impactante. “Para as empresas que trabalham com padrões construtivos muito abaixo dos níveis de desempenho mínimo da norma, terão acréscimo de custo para chegar ao que exige a norma” (SILVA, 2010).

Carlos A. M. Borges diz que o possível aumento de custos gerado pela Norma de Desempenho em habitações populares e a barreira de entrada para sistemas inovadores é um mito gerado pela desinformação. Cita ainda a falta de participação da sociedade; poucos recursos; a falta de conhecimento das normas; muitas normas ultrapassadas; falta de conhecimento de normas técnicas por parte dos clientes; falta de articulação do setor (falta de visão de cadeia produtiva).

O custo das edificações com alto nível de desempenho deve ser cuidadosamente analisado. Deve-se levar em conta que o custo total do imóvel é composto pelo custo da aquisição mais o custo de operação e manutenção. Nesse aspecto, o consumidor que optar por adquirir um empreendimento inicialmente mais caro e de alto nível de desempenho, poderá estar fazendo um investimento em longo prazo e de menor custo global, ou seja, estará adquirindo um imóvel com baixo custo de manutenção e longa vida útil (NEVES, 2007).

A engenheira Maria A. C. Silva complementa: “A postura do consumidor deverá ser de aprender a entrar neste mérito e não apenas do custo inicial, mas de como o produto que está adquirindo se comportará com o tempo, pois o barato pode sair caro em pouco tempo”.

2.1.9 IMPACTO NA ELABORAÇÃO DE PROJETO E NA EXECUÇÃO DAS OBRAS

Este capítulo abordará os principais fatores que afetaram as incorporadoras, construtores e projetistas, com relação à adaptação dos métodos construtivos, à necessidade de mão de obra especializada, questão de tempo para elaboração e execução de projetos.

2.1.9.1 ADAPTAÇÃO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Como foi mencionada anteriormente, a norma não exige o método construtivo ou o material exato a ser empregado no projeto para que se atenda determinado nível de desempenho. São estabelecidos parâmetros que ajudaram a guiar o incorporador e que darão segurança quanto à qualidade.

O método construtivo a ser utilizado ficará a critério do projetista/construtor, sendo de livre escolha: métodos convencionais adaptados ou então novos métodos (novas tecnologias). O objetivo final é o atendimento dos níveis de desempenho nas construções.

Em geral, os métodos adotados atualmente não atendem ao mínimo sugerido. Serão necessários ensaios técnicos, testes com protótipos, simulações computacionais, além de uma relação muito mais próxima com os fornecedores e laboratórios.

Importante que os sistemas construtivos, materiais e demais componentes tenham sua vida útil caracterizada diante das condições de uso e manutenção a que estarão expostos, para que possa ser definida a vida útil global da edificação. Condições de uso e de exposição devem ser caracterizadas juntas (SILVA, 2010).

Importante também, salientar que será preciso uma forte adaptação de todos os métodos construtivos, em especial da alvenaria estrutural (bloco de concreto) para que seja possível um atendimento mínimo de desempenho. Em geral, os métodos adotados atualmente não atendem nem ao menos o mínimo sugerido. Serão necessários ensaios técnicos, testes com protótipos, simulações computacionais, além de uma relação muito mais próxima com os fornecedores e laboratórios.

2.1.9.2 NECESSIDADE DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA

Quando tratamos da necessidade de mão de obra especializada, estamos nos referindo aos projetistas, não tanto aos executores.

De acordo com Carlos A. M. Borges, o projeto é responsável por 50 a 60% dos problemas de desempenho de uma edificação, pois é nele que deverá ser especificado a vida útil do projeto e o nível de desempenho dos sistemas e materiais empregados.

Os responsáveis técnicos assumiram responsabilidades ainda maiores ao assinar os projetos, com prometendo-se a assumir as consequências caso o projeto não cumpra o nível de desempenho prometido.

Pelo que estimam alguns pesquisadores, como a engenheira Maria A. C. Silva, após a norma entrar em vigor, haverá seis meses de prazo para adaptação dos profissionais e para exigência por parte dos consumidores, ou seja, seis meses após vigorar a norma, entidades como as Prefeituras já estarão exigindo o cumprimento de desempenho por parte dos projetos.

Os profissionais de projeto que ainda não possuem determinado grau de conhecimento sobre a norma e aplicações desta precisaram se capacitar e reciclar seus conhecimentos sobre métodos e sistemas construtivos, comportamento de materiais e desempenho de componentes para especificar corretamente a vida útil e durabilidade de uma edificação (SILVA, 2010).

Podemos citar exemplos de boas práticas no mercado, de empresas que tem se unido para debater e interpretar a norma, para entender qual a melhor forma de atendê-la. Com isso, poderá exigir dos seus fornecedores certa padronização quanto às especificações. Empresas como a Gafisa vêm realizando treinamentos com suas equipes, começando pelas gerências dos departamentos, em seguida na área de desenvolvimento de operações e tecnologia. Foram realizadas análises de 30 especificações técnicas padrão da empresa, sendo identificadas quais áreas serão impactadas por cada item.

Segundo o diretor de suprimentos da Goldfarb, Julio Hornos, "hoje as grandes incorporadoras têm uma preocupação com qualidade que às vezes nosso concorrente regional, pequeno, não tem. Por isso, no sentido comercial, a Norma vai ser muito boa, vai equilibrar o mercado". O gerente de desenvolvimento de operações e tecnologia da Construtora Gafisa, Thiago Leomil, complementa: "a norma poderá tirar do mercado aquela construtora despreparada, que não tem nenhum controle técnico e está competindo com uma empresa grande".

2.1.9.3 TEMPO PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS

Conforme mencionado no capítulo anterior, os profissionais da construção civil terão certo tempo para se capacitarem e adaptarem até que a norma comece a ser cobrada pelas prefeituras e pelos agentes financeiros.

O setor deverá adotar uma nova forma de se conceber e projetar edifícios, levando em conta além dos itens da metodologia tradicional de projetar, questões como:

- Caracterização das necessidades dos usuários e das condições de exposição no local da construção;
- Especificação de sistemas com desempenho conhecido ou avaliação do potencial desempenho no caso de sistemas inovadores;
- Obtenção de informações sobre o desempenho dos elementos e componentes e sua ligação com o desempenho dos sistemas;
- Orientação aos usuários sobre como elaborar e implementar programas de manutenção corretiva e preventiva e sobre os cuidados de uso e operação dos sistemas (BORGES, 2008).

Será necessário certo diálogo entre todos os departamentos e agentes seguidores da norma: projetistas, equipe de suprimentos, executores, jurídico, pós-obra. Thiago Leomil, da

Gafisa, afirma: "Se o projeto conceber um produto conforme a norma, isso vai acrescentar novas especificações à área de suprimentos e poderá mudar procedimentos de execução no canteiro; se o morador identificar qualquer problema de desempenho em relação ao previsto no Memorial, ele poderá acionar o pós-obra, que, por sua vez, deverá ter uma equipe técnica preparada para diagnosticar se o erro é de desempenho ou de manutenção. E tudo isso vai explodir no jurídico, com possíveis processos onerosos para quem não cumprir a Norma. A informação, portanto, deve estar alinhada em todos os departamentos da empresa".

2.2 CONFORTO TÉRMICO

Nesse capítulo vamos tratar de forma objetiva, o que é o conforto térmico e o que é necessário para uma edificação fornecer conforto térmico.

2.2.1 DEFINIÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO

A definição de conforto térmico é muito subjetiva, pois depende de fatores pessoais e ambientais. Do ponto de vista pessoal, o conforto térmico é uma “condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Do ponto de vista ambiental, o conforto térmico se dá quando as condições “permitem a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de serem adicionados mecanismos termo reguladores” (ISO 7730/94).

O desconforto térmico é definido pela ISO 7730/94 como “um estado mental que expressa satisfação com o homem com o ambiente térmico que o circunda”. A sensação de desconforto térmico pode acontecer quando a diferença entre o calor perdido para o ambiente e o calor produzido pelo corpo não é estável.

2.2.2 TROCAS TÉRMICAS

As trocas térmicas que envolvem variação de temperatura (trocas secas) podem ocorrer de três formas: por condução, por convecção, por radiação. Vamos tratar sobre essas formas a seguir, com base no livro Manual de Conforto Térmico, de Anésia B. Frota e Sueli R. Schiffer.

- a) Condução: É a troca de calor entre um corpo sólido e outro fluido (líquido ou gás).

- b) Convecção: É a troca de calor entre corpos de temperaturas diferentes que se encostam.
- c) Radiação: É a troca de calor entre corpos que se encontram distante um do outro, e que ocorre por natureza eletromagnética de energia.

2.2.3 ELEMENTOS QUE INTERFEREM NO CONFORTO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO

Dentre vários fatores que interferem no conforto térmico, podemos citar a temperatura do ar, umidade, velocidade do ar, calor radiante, umidade relativa do ar, temperatura radiante média, a presença de vegetação e de outras edificações no entorno. A seguir vamos explicar sobre dois desses elementos aplicados à edificação.

2.2.3.1 VENTILAÇÃO NATURAL

Um ambiente devidamente ventilado é muito importante para a saúde e bem-estar do morador. De acordo com Anésia B. Frota e Sueli R. Schiffer, a ventilação natural proporciona a renovação do ar dos ambientes, desconcentra fumaças, vapores e poluentes, além de dissipar calor. Elas ainda complementam que “a ventilação natural é o deslocamento do ar através do edifício, através de aberturas, umas funcionando como entrada e outras, como saída”.

2.2.3.2 RADIAÇÃO SOLAR

Um dos fatores que mais influenciam no aumento de temperatura nas edificações é a radiação solar (SCHIFFER, 1999).

De acordo com Ênio C. da Costa, no inverno, é importante que se busque o máximo de aproveitamento da radiação solar, podendo ser através do uso de isolantes térmico para proteção do exterior e materiais que mantenham o calor e impeçam a variação de temperatura, com o objetivo de reduzir a perda de calor na face interna das paredes externas do edifício.

Para o verão, Ênio sugere alternativas para serem aplicadas na edificação, que amenizem a incidência de radiação solar, como: o uso de materiais isolantes pelo lado de fora; uso de paredes com grande capacidade calorífica para amortecer as variações de temperatura exterior e com ventilação para eliminação do calor interno, pintura com cores claras, sombreamento por meio de vegetação ou dispositivos de proteção solar; proteção das coberturas com o uso de forros, isolantes térmicos e materiais com grande inércia térmica.

2.2.4 O CONFORTE TÉRMICO NA NORMA DE DESEMPENHO

A norma de desempenho aborda a questão do desempenho térmico no item 11, a partir da página 16, onde diz que “a edificação habitacional deve reunir características que atendam às exigências de conforto térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15.220-3 e considerando-se que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre fechada, cobertura e piso”.

Para serem obtidas condições mínimas de conforto no verão, a norma estabelece que seja necessário que o interior do edifício habitacional apresente melhores ou iguais condições térmicas às do ambiente externo, à sombra para o dia típico de verão. Os valores máximos diários de temperatura do ar no interior do ambiente de permanência prolongado, como por exemplo, salas sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral) dever ser sempre menor que os apresentados no Quadro 1.

Nível de desempenho	Limites de temperatura do ar no verão
<i>M</i>	- Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq valor máximo diário da temperatura do ar exterior (zonas 1 a 8)
<i>I</i>	- Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq 29°C (zonas 1 a 7) - Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq 28°C (zona 8)
<i>S</i>	- Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq 27°C (zonas 1 a 7) - Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq 26°C (zona 8)
NOTA – Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220/3.	

Quadro 1 – Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão **Fonte:**

NBR 15.575 – Parte 1

A norma fala ainda sobre os procedimentos alternativos de avaliação do desempenho térmico, mencionado integralmente no Anexo B, ao final deste trabalho. Neste informativo é recomendada avaliação de edifício habitacionais através de dois procedimentos alternativos: por simulação computacional ou por medição *in loco*.

No item que trata do procedimento de avaliação por simulação computacional são consideradas as seguintes características dos edifícios habitacionais e dos ambientes a serem simulados: sua geometria; orientações e declividades de fachadas e coberturas; absorvências das superfícies externas; o sistema construtivo; as áreas envidraçadas e eventuais simplificações; padrões de ocupação; cargas térmica e o uso de equipamentos nos ambientes internos.

No item que trata do procedimento de avaliação por medição são descritas as variáveis a serem medidas e respectivos instrumentos, os períodos de medição e as condições de uso e ocupação dos ambientes. Algumas variáveis são: temperatura do ar, umidade relativa do ar, irradiação solar sobre o plano horizontal e a velocidade e direção do vento.

2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL: BLOCO DE CONCRETO

Este capítulo falará sobre a alvenaria estrutural em bloco de concreto - sistema construtivo aplicado no projeto em estudo.

Serão tratadas a seguir questões relativas às características desse sistema, as vantagens e uma análise de seu desempenho térmico.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO

A alvenaria estrutural em blocos de concreto é um sistema construtivo em alvenaria autoportante, ou seja, vigas e pilares são elementos desnecessários, pois as cargas são distribuídas de maneira uniforme ao longo de toda a estrutura, até a fundação.

Esse sistema está presente nos canteiros de obra de diversos países, por se tratar de um método construtivo versátil, racionalizado, econômico, com reduzida mão-de-obra e tempo de execução. Com relação aos custos, o sistema pode diminuí-lo em até 30% em relação ao sistema convencional de estrutura em concreto armado (OTONI,s.d).

Segundo o engenheiro civil Antonio B. Otoni, a alvenaria estrutural é bastante democrática, podendo se adaptar a obras populares, de médio e alto padrão.

Por se tratar de um sistema com tantas qualidades é muito empregado em empreendimentos de programas habitacionais, como o Programa Minha Casa Minha Vida.

Abaixo, mais algumas vantagens da alvenaria estrutural em bloco de concreto, listadas pelo engenheiro Antonio B. Otoni:

- Economia de formas, armaduras e concreto;
- Redução de mão-de-obra e tipos de materiais;
- Facilidade de projeto, detalhamento e supervisão da obra;
- Técnica de execução simplificada;
- Eliminação de rasgos para embutir instalações;
- Redução do resserviço e do retorno ao imóvel para corrigir falhas;
- Redução de espessuras de revestimentos;
- Resistência ao fogo, bom isolamento térmico e acústico;
- Durável, exige pouca manutenção;
- Racionalização da execução das obras e maior velocidade;
- Redução de quebras, desperdícios e entulho na obra;
- Os blocos de concreto podem ser produzidos em resistências variadas;
- Podem ser produzidas com diferentes formas, cores e texturas;
- Possuem vazados de grandes dimensões que permitem a passagem de tubulação elétrica e em alguns casos, sanitária;
- Apresentam baixíssima variação de dimensões, evitando desperdícios por quebras em obra.

2.3.2 O DESEMPENHO TÉRMICO DO BLOCO DE CONCRETO

Neste item será tratado sobre o desempenho do bloco de concreto para vedação de edificações. Para isso, utilizamos como referência a análise realizada pelos profissionais arquiteta Dr. Helenice M. Sacht e engenheiro civil Dr. João A. Rossignolo, sobre a avaliação do desempenho térmico para tipologias com vedação em alvenaria de blocos de concreto.

Nesse estudo, os profissionais avaliam o material de acordo com as prescrições da norma NBR 15.575 e demais normas específicas, utilizando como ferramentas de análise, simulações computacionais para verificar o desempenho térmico do bloco de concreto em uma edificação multifamiliar.

As simulações levam em consideração características de cada zona bioclimática do Brasil, tomando como referencial, dez cidades de diferentes regiões. O comportamento das edificações simuladas foi analisado nas estações verão e inverno.

Cidade	Zona Bioclimática
Caxias do Sul – RS	1
Ponta Grossa – PR	2
São Paulo – SP	3
Florianópolis – SC	3
São Carlos – SP	4
Brasília – DF	4
Santos – SP	5
Presidente Prudente – SP	6
Teresina – PI	7
Belém – PA	8

Quadro 2 – Cidades utilizadas para as simulações de desempenho térmico
Fonte: Helenice M. Sacht e João A. Rossignolo (2009)

Como resultado final das avaliações, constatou-se que a alvenaria em bloco de concreto não apresentou desempenho térmico mínimo para a maioria das localidades analisadas.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo será tratado sobre a metodologia de pesquisa em si, sendo abordados temas como as questões e fases de pesquisa e sobre o formulário aplicado aos profissionais para coleta de dados.

3.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Foram estabelecidas as seguintes questões:

1. Quais as alternativas para melhorar o desempenho térmico de uma edificação concebida com alvenaria estrutural?
2. Qual a melhor opção?

Ao longo do trabalho serão respondidas essas questões com base nas pesquisas e análises realizadas e como produto final haverá a conclusão de qual a melhor alternativa a ser aplicada ao método construtivo em estudo (alvenaria de bloco estrutural) para melhorar seu desempenho térmico.

3.2 FASES DA PESQUISA

Nesse capítulo serão analisados qualitativamente os componentes de um dos métodos construtivos mais utilizados na execução de empreendimentos do Programa MCMV, a alvenaria estrutural, com relação ao seu desempenho térmico.

As análises foram realizadas com base em pesquisa de autores sobre o assunto e conversas com profissionais de quatro grandes construtoras e incorporadoras. Foram discutidas questões como: os itens que a análise sobre o desempenho térmico dos sistemas, opções alternativas para substituição dos itens empregados hoje, análise das vantagens e desvantagem de cada uma das opções.

A pesquisa teve início na análise do projeto de um empreendimento de certa construtora, líder no setor de construção civil no segmento econômico, que adota em seus empreendimentos a alvenaria estrutural.

Foram pontuados itens relacionados a projeto arquitetônico, projeto executivo e memorial descritivo. Desses, foram analisados os itens que influenciam diretamente no conforto térmico, como a espessura e revestimento de paredes externas e internas, sistema esquadria-vidro, tipo de cobertura.

Por fim, foi discutido com os profissionais quais seriam as alternativas que possuem melhor desempenho para melhorar o desempenho desses itens em uma edificação concebido com alvenaria estrutural. O resultado dessa análise, a tabela comparativa, sua avaliação e conclusão serão vistas a seguir.

3.3 FORMULÁRIO APLICADO PARA COLETA DE DADOS

Foi elaborado um questionário com itens relacionados à qualidade e desempenho térmico de componentes do sistema construtivo em estudo, e aplicado aos profissionais com experiência na elaboração de projetos e execução de obras com alvenaria estrutural e demais sistemas, com o objetivo de coletar opiniões sobre o desempenho do sistema a partir do ponto de vista desses profissionais e as alternativas sugeridas por eles para que o sistema tenha mais desempenho térmico.

Foram entrevistados profissionais de duas construtoras e incorporadoras paranaenses, uma construtora e incorporadora mineira e dois escritórios de engenharia paranaense.

A estrutura do questionário (Anexo A) é feita da seguinte forma: é dado o componente do sistema, por exemplo, “cobertura”, em seguida a opção encontrada no projeto estudado: “telhas de fibrocimento, 8mm de espessura sobre laje ventilada por elemento vazado”. A seguir vem a opinião do profissional, se ele acredita que atende ou não os requisitos de desempenho acústico, baseado nas suas experiências profissionais e conhecimento técnico. Em seguida, temos um espaço para ser preenchido de alternativas que fazem com que o item aplicado consiga apresentar um desempenho melhor. Essas sugestões são dadas com base novamente, nos conhecimentos técnicos do profissional e nas opções que ele, eventualmente aplica em suas obras/projetos.

4. ESTUDO DE CASO

Nessa etapa da pesquisa, será descrito o projeto estudado e seus elementos, com foco nos componentes responsáveis pelo desempenho térmico da edificação.

4.1 DIAGNÓSTICO: OBJETO DE ESTUDO

O projeto de habitação analisado é composto por 7 blocos residenciais, cada um com 10 apartamento por andar, sendo 4 pavimentos, num total de 40 apartamentos por bloco e 280 apartamentos no total. Está localizado na cidade de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba. Seus valores de avaliação vão de R\$96.000,00 até R\$128.000,00 (referência

fevereiro de 2012), ou seja, enquadrado no Programa Minha Casa Minha Vida (o valor máximo para os empreendimentos da cidade é de R\$150.000,00).

O empreendimento conta com as seguintes áreas externas e equipamentos: guarita, central de gás GLP, vestiário funcionários e DML, 1 castelo d'água, quadra de esportes gramada, recreação coberta, depósito de lixo, espaço fitness, gazebo, playground, edifício garagem, passeios e jardins.

Serão caracterizados a seguir alguns itens gerais do projeto e suas especificações, focando nos itens construtivos dos blocos residenciais:

4.1.1 INFRAESTRUTURA: FUNDAÇÕES

De acordo com as sondagens executadas, a fundação foi executada em tubulão a céu aberto ou estaca. A empresa dispôs de consultor de solos que acompanhará e analisará periodicamente as obras. Foi utilizado concreto, com Fck conforme projeto estrutural, forma de madeirite e aço CA – 50 em vergalhões. O projeto de fundações atendeu a NBR 6122 (Projeto e Execução de Fundações).

4.1.2 SUPRA ESTRUTURA

Os andares foram projetados em alvenaria auto - portante e as lajes serão pré-fabricadas conforme projeto estrutural. As paredes em alvenaria estrutural não puderam sofrer qualquer tipo de alteração por possuírem função estrutural. Foi utilizado concreto, com Fck conforme projeto estrutural, formas de madeirite e aço CA – 50 em vergalhões. Foram atendidas as normas técnicas pertinentes a execução da supraestrutura, a citar a NBR 6118/04 – Projetos de Estruturas de Concreto e demais relacionadas.

4.1.2.1 PAREDES E PAINÉIS EM ALVENARIA

Foram utilizados blocos de concreto com resistência 4,5 Mpa e dimensões de 29 X 19 X 14 cm. A argamassa de assentamento era em traço 1:8 de cimento e areia, sendo que as paredes obedeceram às dimensões do projeto estrutural. Na parte inferior de todas as janelas, foi utilizada uma contra-verga, com transpasse mínimo de 30 cm, em canaleta “U” preenchida com concreto armado. Na parte superior de todas as portas foi utilizada uma verga em

canaleta “U”, com transpasse mínimo de 20 cm. Ao final da alvenaria externa de cada andar, há uma cinta de travamento. Foi colocada em todo o perímetro da cinta uma faixa de isopor de alta densidade juntamente com uma lona para apoio da última laje (laje de forro), para garantir que a última laje trabalhe solta. O concreto utilizado em toda a alvenaria foi o com Fck conforme projeto estrutural.

As paredes com função estrutural foram executadas com blocos de espessura mínima de 14cm sem considerar o revestimento. Foram empregados, preferencialmente blocos que tenham produção industrial, fabricados e comercializados por indústria produtora de blocos, legalmente estabelecida. Foram atendidas as normas técnicas de projeto e execução de alvenarias estruturais com blocos de concreto, a citar NBR 15270, NBR 6136, NBR 12118.

4.1.2.2 ESQUADRIAS

As esquadrias metálicas utilizadas foram em alumínio natural perfil 16. O tipo e modelo varia de acordo com o ambiente, podendo ser de correr, basculante ou veneziana fixa. As dimensões variam de 0,60x0,60 até 1,80x1,20m.

As esquadrias eram compatíveis com as dimensões dos vãos e instaladas atendendo aos requisitos mínimos de vibração, rigidez, vedação e durabilidade, garantindo estanqueidade, isolamento térmico à edificação. As esquadrias e os componentes foram protegidos até o final da obra. Os acessórios, tais como fechos, puxadores, dobradiças, rebites, articulações e roldanas, eram de materiais compatíveis com os materiais utilizados na fabricação das esquadrias, de modo a evitar alterações químicas, físicas ou mecânicas que prejudicassem ou dificultassem o funcionamento da esquadria.

JANELAS E BASCULANTES			
AMBIENTE	MATERIAL	TIPO E MODELO	DIMENSÃO
Sala	Alumínio	02 folhas para vidro de correr.	1,80 X 1,20m 1,50 X 1,20m
Dormitórios	Alumínio	02 folhas para vidro.	1,20 X 1,20m 1,50 X 1,20m
Área de Serviço	Alumínio	02 folhas para vidro de correr.	1,20 X 1,00m 1,50 X 1,20m
Banheiros	Alumínio	Basculante. (quando fizer divisa com duto, será veneziana fixa).	0,60 X 0,60m

Quadro 3 –Tabela de esquadrias
Fonte: Memorial Descritivo do empreendimento

VIDROS	
ESQUADRIA	ESPESSURA, MODELO E ASSENTAMENTO
Janela do Banheiro, Basculante.	3,5 mm, mini-boreal.
Janelas.	3 mm, liso.

Quadro 4 –Vidros
Fonte: Memorial Descritivo do empreendimento

4.1.2.3VIDROS

A espessura utilizada nos vidros era de 3,5mm para os banheiros e de 3mm para as janelas dos demais ambientes.

4.1.3 COBERTURA E PROTEÇÕES

4.1.3.1 TELHADO

Foram utilizadas telhas de fibrocimento, 8 mm de espessura, isentas de amianto, afixadas com parafusos galvanizados auto-atarrachantes em estrutura em madeira de lei, dimensionada conforme projeto. As madeiras utilizadas foram provenientes de floresta com manejo controlado.

Água pluvial foi captada através de calhas confeccionadas em zinco, chapa nº 26, com declividade de 2%, os condutores serão em PVC. Na entrada dos condutores das coberturas dos blocos houve ralo.

O telhado esteve embutido em platibanda. Foi utilizado rufo para a vedação do encontro da alvenaria com o telhado.

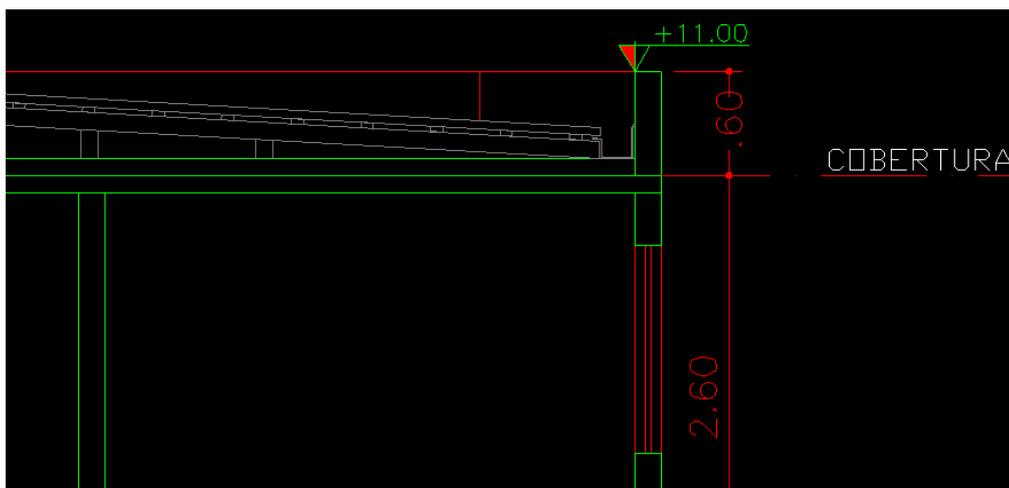


Figura 3 –Detalhe de corte transversal ao bloco
Fonte: projeto Arquitetônico do empreendimento

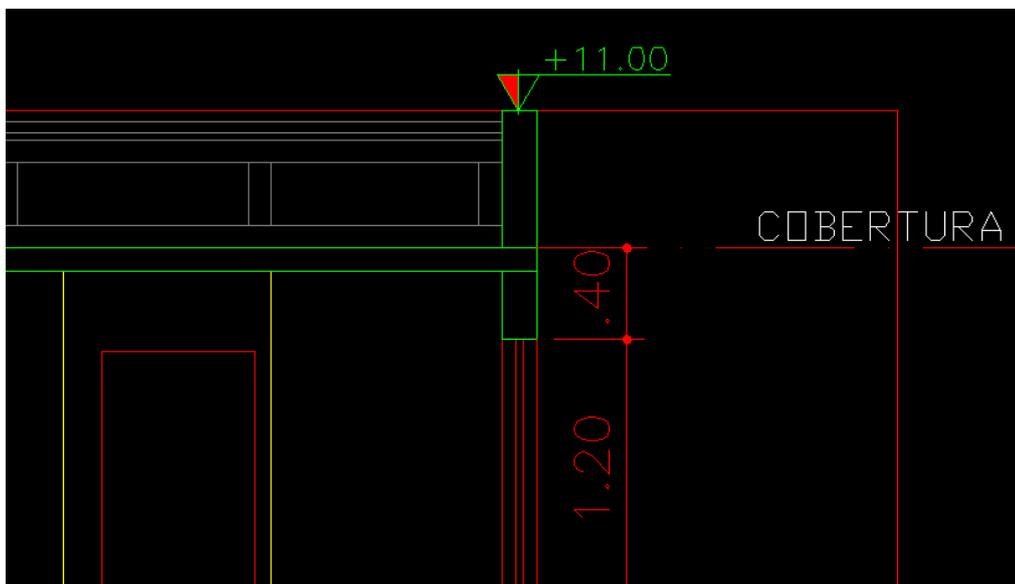


Figura 4 –Detalhe de corte longitudinal ao bloco
Fonte: projeto Arquitetônico do empreendimento

4.1.3.2 IMPERMEABILIZAÇÃO

Em torno das paredes externas dos apartamentos térreos, foi executada uma barra impermeável com altura de 50 cm. Esta impermeabilização foi executada com polímeros a base de PVA em duas demãos. Foi executado colchão em brita coberta por lona plástica sob as lajes de piso dos apartamentos térreos a fim de evitar o contato direto das mesmas com o solo.

4.1.4 REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA

4.1.4.1 INTERIORES

Os ambientes: sala, dormitórios e circulação tiveram piso nivelado sem revestimento; parede revestida em gesso na espessura de 5mm e pintura látex sobre gesso; o teto será revestido com pintura látex.

Áreas molhadas como cozinha, área de serviço e banheiro tiveram piso cerâmico. Nas paredes da cozinha e área de serviço houve uma fiada de 30x30cm sobre a bancada da pia e tanque. O restante foi revestido em reboco e pintado com tinta impermeável e rodapés em cerâmica. O teto foi revestido com pintura látex.

As paredes dos banheiros foram revestidas com cerâmica até 1,20m na parede hidráulica e na região do box do piso ao teto. O restante foi executado em pintura impermeável sobre reboco. O teto será revestido em forro de gesso ou PVC, com pintura sobre gesso.

As paredes e tetos com acabamento em pintura tiveram total cobertura do substrato pela camada de tinta.

AMBIENTE	REVESTIMENTOS, ACABAMENTOS E PINTURA			
	PISO	PAREDES	TETO	
ÁREA PRIVATIVA	Sala, Dormitórios e Circulação	Será nivelado sem revestimento.	Será revestida em gesso na espessura de 5 mm. Pintura látex acrílica sobre o gesso em 2 demãos.	Será revestido com pintura látex em duas demãos.
	Cozinha e Área Serviço	Revestido com cerâmica esmaltada.	Haverá uma fiada de cerâmica 30 X 30 cm, extra, sobre a bancada da pia e tanque. O restante será revestido em reboco e pintado com tinta impermeável. Os rodapés serão em cerâmica.	Será revestido com pintura látex em duas demãos.
	Banheiros	Revestido com cerâmica esmaltada.	Será revestida com cerâmica até altura de 1,20m na parede hidráulica e na região do box do piso ao teto. O restante será revestido com pintura impermeável sobre reboco.	Será revestido em forro de gesso ou PVC . Pintura látex acrílica sobre o gesso em 2 demãos.

Quadro 5 – Tabela de Esquadrias
Fonte: Memorial Descritivo do empreendimento



Figura 5 – Planta do banheiro, piso cerâmico
Fonte: projeto Arquitetônico do empreendimento

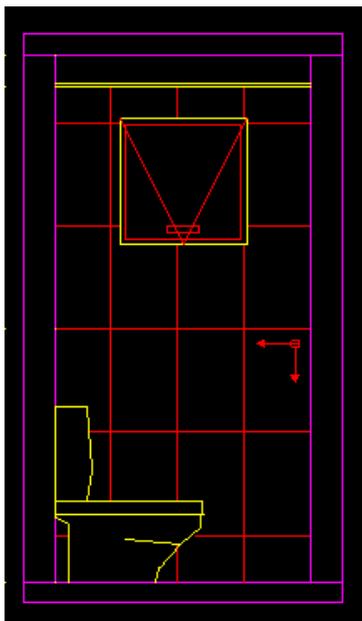


Figura 6 – Elevação “A” – Banheiro, parede cerâmica

Fonte: projeto Arquitetônico do empreendimento

4.1.4.2. EXTERIORES E FACHADAS

As fachadas foram executadas em argamassa de massa única, espessura mínima de 20 mm e terçoacabamento em tinta impermeável texturizada.

No início dos serviços de revestimento dos prédios, foi executado um ensaio de resistência de aderências à tração, conforme NBR 13528 (06 corpos de prova para 01 amostragem desse ensaio).



Figura 7 – Fachada do empreendimento

Fonte: projeto Arquitetônico do empreendimento

4.2 IMPLEMENTAÇÃO

Os componentes do referido sistema construtivo que possuem impacto direto no desempenho térmico foram listados e descritos de acordo com o projeto, para que fossem analisados pelos profissionais, do ponto de vista do atendimento ou não de um nível mínimo de desempenho, segundo seus conhecimentos e experiências com a construção civil.

A seguir tem-se a tabela com as opções sugeridas pelos profissionais que participaram, com a finalidade de concluir-se qual o material mais indicado para o atendimento de um nível mínimo de desempenho, em edificações que utilizam alvenaria estrutural. Em seguida apresentaremos a análise e resultados desses dados.

Foram analisados os desempenhos em três diferentes pontos de projeto: para o revestimento externo e interno de fachada, para o sistema esquadria-vidro e para o sistema de cobertura.

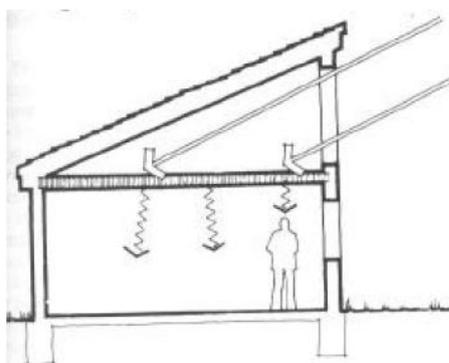


Figura 8 – Radiação solar – Cobertura

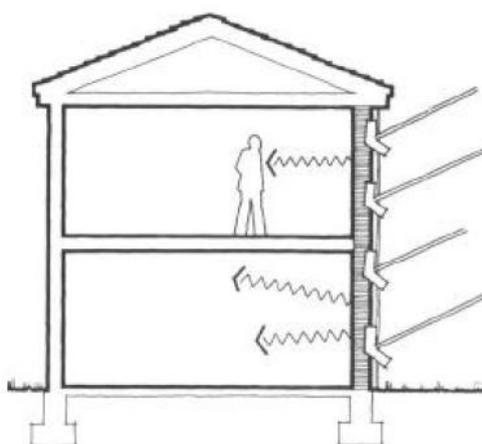


Figura 9 – Radiação solar - Fachada

Importante comentar sobre a opinião de um profissional, que não foi considerada para a análise, mas que também ajudou a enriquece nossa pesquisa. Ele acredita que o bloco estrutural atende os requisitos mínimos de desempenho térmico, pelo próprio formato do bloco: com um vão de ar no seu interior. De acordo com as análises descritas no item 2.5, que trata sobre as simulações realizadas para verificação do desempenho do bloco estrutural, vemos que o desempenho mínimo não é alcançado.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CONVENCIONADOS PARA A ANÁLISE			
INDICADOR	NOTA	CLASSIFICAÇÃO	CONSIDERAÇÕES
CUSTO	1	baixo	ideal
	3	médio	aceitável
	5	alto	necessária análise de custos na empresa
	7	muito alto	inviável
EXECUÇÃO	1	fácil	ideal
	3	intermediária	aceitável
	5	difícil	necessário treinamento da equipe
	7	muito difícil	necessária mão de obra especializada
DESEMPENHO	1	insuficiente	repensar o método
	3	mínimo	necessária leve adaptação do método
	5	intermediário	-
	7	superior	-

Quadro 6 – Critérios de avaliação convencionados para a análise

Fonte: Desenvolvido pela autora do trabalho

OPÇÃO USADA NO PROJETO	ANÁLISE DOS PROFISSIONAIS (DESEMPENHO MÍNIMO)		ALTERNATIVAS SUGERIDAS PELOS PROFISSIONAIS	ANÁLISE POR INDICADORES			CONSIDERAÇÕES
	ATENDE	NÃO ATENDE		CUSTO	EXECUÇÃO	DESEMPENHO	
FACHADA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Substituir por bloco cerâmico	7	1	7	Com essa alternativa, o método construtivo é modificado e o aumento nos custos torna a opção inviável
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Reboco + vermiculita	7	5	5	Custo elevado
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Parede falsa (Dry Wall) + isolamento	3	3	7	Melhor opção à ser aplicada
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Utilizar cores claras	1	1	3	Opção já adotada no projeto
ESQUADRIAS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Reboco + vermiculita	7	5	5	Custo elevado
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fachada ventilada	7	5	7	Custo elevado, excelente desempenho
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Utilizar cores claras	1	1	3	Opção já adotada no projeto
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aumentar a espessura do vidro + mudar para esquadrias linha 25	3	1	3	Melhor opção à ser aplicada
COBERTURA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Utilizar vidro duplo + mudar para esquadrias linha 32	5	1	7	Melhor desempenho
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Utilizar vidro com controle solar	3	7	5	Necessária mão de obra especializada
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Telhado ventilado	1	1	5	Melhor opção à ser aplicada
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Telhado com proteção térmica	3	7	7	Maior dificuldade na execução

Quadro 7 – Análise de dados coletados
Fonte: Desenvolvido pela autora do trabalho

4.3 APRESENTAÇÃO DA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após verificação dos itens analisados, apresenta-se a seguir a análise de cada opção sugerida pelos profissionais e quais as mais indicadas para melhorar o desempenho térmico de uma edificação concebida em bloco de concreto.

4.3.1 PARA O REVESTIMENTO EXTERNO E INTERNO DE FACHADA

Nesse item serão listadas, caracterizadas e analisadas as opções sugeridas pelos profissionais, com relação a sua viabilidade econômica, grau de dificuldade de execução e nível de desempenho térmico.

a) Substituição do bloco de concreto pelo bloco cerâmico

A solução é viável se comparado isoladamente o custo do bloco de concreto com o bloco cerâmico, porém, ao substituir os blocos, o método construtivo se torna outro, sendo necessário uso de pilares e demais elementos, o que elevaria consideravelmente o custo. Por isso a opção é classificada como **inviável**.

b) Aplicação de reboco e vermiculita na fachada ou nas paredes internas

Essa opção pode ser aplicada externa ou internamente. A vermiculita é um material leve, um excelente isolante térmico, baixa condutividade acústica (até 62% de redução de ruídos), boa resistência mecânica, praticamente incombustível, não tóxico, não abrasivo, tem poder de reter grande quantidade de água. Sua condutividade térmica é baixa, de aproximadamente $0,048 \text{ kcal/m}^2/\text{h}/^\circ\text{C}$ (cerca de 30 a 40% menor que bloco de concreto celular).

A desvantagem de sua aplicação é devido ao custo elevado e execução. Na sua aplicação no interior da edificação, tem-se certa diminuição de área útil, pois, só a vermiculita pode chegar a 5cm de espessura, com mais a espessura do reboco, que pode variar. A vermiculita também possui como propriedade a elevada absorção de água.

c) Aplicação na parte interna da edificação, Dry Wall e isolamento no bloco.

A aplicação desses materiais proporciona um ganho quanto ao desempenho térmico da edificação. O Dry Wall consiste em leves chapas de gesso de fina espessura. É um material que também se adapta a qualquer estrutura, seja ela de concreto, aço ou madeira. Tecnologia muito aplicada nos Estados Unidos e Europa.

Nessa alternativa de isolamento, é sugerida a aplicação de chapas de Dry Wall juntamente com a lã de rocha, fazendo vez de isolante térmico para o bloco.

O sistema possui execução relativamente fácil, rápida e barata. Outra vantagem é que os custos com preparação para pintura das paredes são baixos pelo fato de sua superfície ser lisa e precisa, pronta para ser pintada. Pelo fato das placas de Dry Wall serem leves, descarta-se a necessidade de reforço na estrutura da edificação, o que torna a opção ainda mais viável.

Apesar do leve acréscimo de área no ambiente, a opção de aplicação de Dry Wall com lã mineral é a melhor opção recomendada.

d) Evitar pinturas externas e internas em cores escuras

Uma das opções sugeridas foi a utilização de cores claras nas paredes internas e externas da edificação. Essa é sem dúvida a opção mais simples e barata, porém não garante que a edificação possua grande melhoria quanto ao seu desempenho térmico.

O coeficiente de absorção térmica para superfícies de cor clara é de 0,45 e para escuras é de 0,95, ou seja, a absorção de calor é muito maior em cores escuras que claras (RIVERO, 1985).

e) Fachada ventilada

A fachada ventilada é a melhor opção com relação ao desempenho térmico de uma edificação, pois reduz a incidência solar direta na superestrutura, melhorando o isolamento térmico da fachada da edificação.

O sistema é formado por suportes de aço inox engastados na estrutura do edifício, permitindo utilização de materiais variados como cerâmicas, madeiras, porcelanatos. É uma

prática muito utilizada na Europa. Essa alternativa é uma boa opção também para o aumento da eficiência energética. Possui rapidez na execução, durabilidade, segurança, opção para retrofit de edifícios existentes, melhoria do conforto dos usuários. A desvantagem de sua aplicação é o custo elevado para o padrão das construções brasileiras.

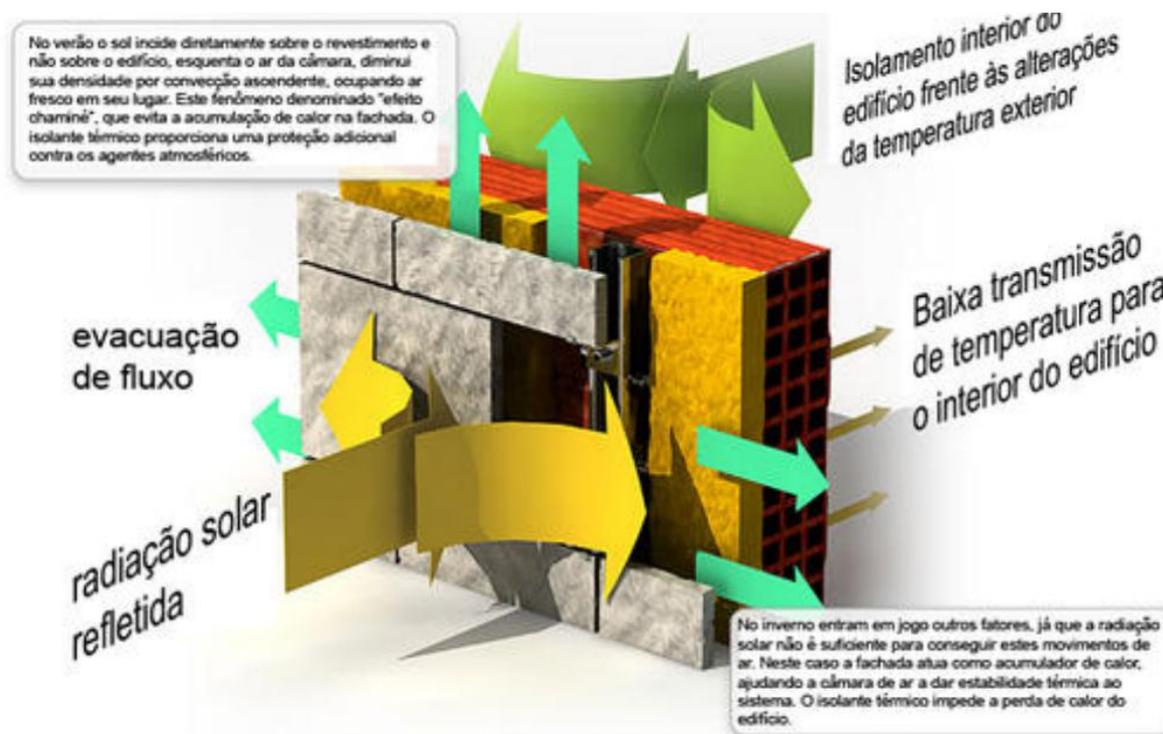


Figura 10 – Esquema da fachada ventilada

Fonte: <www.fachadaventilada.com.br>

4.3.2 PARA O SISTEMA ESQUADRIA-VIDRO

Nesse item serão listadas, caracterizadas e analisadas as opções sugeridas pelos profissionais, com relação a sua viabilidade econômica, grau de dificuldade de execução e nível de desempenho térmico.

Com relação as esquadrias, tem-se a esclarecer que elas são constituídas por perfis – séries (ou linha), classificados pelas diagramações 16, 20, 25, 30, 32, 40, etc: largura em mm dos perfis fechados do quadro dos caixilhos. SABBATINI, 2006.

a) Aumentar a espessura do vidro e mudar as esquadrias para linha 25

Essa é a opção mais indicada para alcançar um mínimo desempenho térmico, com relação ao impacto nos custos e o grau de dificuldade na execução. Com o aumento da espessura do vidro, é necessário que aja uma mudança com relação à linha das esquadrias, da linha 16 para linha 25.

b) Utilizar vidro duplo e mudar as esquadrias para linha 32

Dentre as opções, essa seria possivelmente a mais cara, porém com melhor desempenho térmico. Com a aplicação de vidros duplos, é necessária uma mudança na linha das esquadrias para a linha 32, o que encarece ainda mais a alternativa. Também são chamados “vidros termo acústicos”, pois além de oferece melhor desempenho térmico, proporciona também o acústico.

Trata-se de um sistema de duplo envidraçamento (sanduíche de vidros), com uma camada de ar entre as folhas. O conforto térmico é obtido pela “redução das trocas de calor dos vidros com o ambiente, tornando-o ideal para locais quentes, frios ou com altas variações térmicas”.

c) Utilizar vidro com controle solar

Esse sistema proporciona um alto nível de controle solar e eficiência energética para a edificação. O vidro com controle solar é fabricado com a deposição de uma camada de óxidos metálicos por meio de pulverização a vácuo realizada sobre o vidro transparente ou colorido. Suas vantagens são a economia de energia tanto no frio quanto no calor, ampliação do conforto visual e a transmissão luminosa neutra. Para um desempenho melhor ainda é recomendado o uso de vidro duplo, com controle solar.

Sua aplicação requer mão de obra especializada. No entanto é uma opção de baixo custo.

4.3.3 PARA O SISTEMA DE COBERTURA

Nesse item serão listadas, caracterizadas e analisadas as opções sugeridas pelos profissionais, com relação a sua viabilidade econômica, grau de dificuldade de execução e nível de desempenho térmico.

a) Telhado ventilado

Essa é a opção mais simples e barata apresentada, porém apresenta um ganho considerável de desempenho para a edificação.

Consiste em deixar, entre o telhado e a última laje, um espaço com aplicação de venezianas ou elementos vazados (com telas, que impeçam a entrada de animais ou folhas). Isso faz com que o calor que é acumulado entre o telhado e a laje do último pavimento, possa ser empurrado para fora através dessas aberturas.

b) Telhado com proteção térmica

A opção de telhado com aplicação de manta térmica é uma solução com custo não elevado e que proporciona bons resultados com relação ao desempenho térmico das edificações. No verão, a manta “impede que as irradiações de calor cheguem ao ambiente, proporcionando clima mais ameno. No inverno, impede que o calor produzido no ambiente escape com facilidade, proporcionando temperatura agradável nos dias frios”.

A manta térmica é um material que reflete de 90 a 95% das radiações solares, reduz até 9°C (folha dupla) a temperatura no ambiente, é impermeável e retarda o fogo.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que é necessária uma atenção especial à alvenaria estrutural, método construtivo tão utilizado, principalmente para as habitações de interesse social e programas habitacionais como o Minha Casa Minha Vida.

A construção de edificações com esse método em tão grande quantidade preocupa, por sabermos por meio de análises específicas com relação ao seu desempenho térmico, que os níveis mínimos não são atendidos.

É importante que os projetos promovam mínimos níveis de desempenho térmico em suas edificações, proporcionando ao consumidor um ambiente agradável, funcional e econômico do ponto de vista da energia consumida (melhor aproveitamento de iluminação natural ao longo do dia), sustentável e salubre.

Ao final das análises, podem-se concluir quais os materiais que, se aplicados ao sistema de alvenaria estrutural – blocos de concreto podem melhorar o desempenho térmico da edificação. As opções mais viáveis com relação ao seu custo, grau de dificuldade na execução e desempenho térmico, são:

- Para a face externa da fachada a melhor opção analisada é a aplicação de reboco e vermiculita;
- Para a face interna da fachada a melhor opção é o uso de Dry Wall com isolamento em lã de rocha;
- Para as esquadrias, a melhor dentre as opções analisadas é aumentar a espessura do vidro e mudar a linha da esquadria para linha 25;
- Para a cobertura, a melhor opção analisada é utilizar telhado ventilado.

Espera-se com este trabalho, contribuir para uma melhoria do desempenho térmico de edificações realizadas com esse método construtivo, através da aplicação de materiais sugeridos, sendo estas soluções simples e que o mercado está habituado a utilizar. Também, deixa-se aqui a oportunidade para outros trabalhos de pesquisa, se aprofundar em algum dos temas que foram aqui tratados.

REFERÊNCIAS

ALVES, Maria Henriqueta. 2011. **Visão Setorial e Institucional da NBR 15.575 – Norma de Desempenho. 1º Fórum Mineiro de Discussão da Norma de Desempenho.**

BLANCO, Mirian. **Porque atender à Norma de Desempenho.** 12 maio 2010. Construção / Gestão / Por que atender a norma de desempenho. Disponível em: <www.piniweb.com.br>. Acesso em 03 dez 2011.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O que são as normas de desempenho e como entrarão em vigor?** 3º Seminário de Normas Técnicas – Foco nas normas de desempenho. Sinduscon – SP. 16 dezembro 2009.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **Projeto Norma de Desempenho.** São Paulo, 29 junho 2006.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes; SABBATINI, Fernando Henrique. – O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2008.

BRASIL NOVA. Disponível em: <<http://www.brasilnova.com.br>>. Acesso em: 05 junho 2012.

Cartilha de Demanda Habitacional no Brasil – Caixa Econômica Federal, Brasília, 2012.

COSTA, Ênio Cruz da. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural.** São Paulo. 1982.

DIVINAL VIDROS. Disponível em: <<http://www.divinal.com.br>>. Acesso em: 05 junho 2012.

ISAR. Disponível em: <<http://www.isar.com.br>>. Acesso em: 05 junho 2012.

ISO 7730/1994 – Conforto Térmico. Disponível em: <<http://www.abntnet.com.br/consultanacional>>. Acesso em: 14 março 2012.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <www.forumdaconstrucao.com.br>. Acesso em: 05 junho 2012.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. São Paulo. 1999. Studio Nobel.

LEAL, Ubiratan. **Afinal, o que é a norma de desempenho?** Revista Técnica 86, maio 2004.

Manual Técnico Sun Guard Glass – vidros de controle solar. 2010.

Norma Brasileira de Desempenho 15.575. Disponível em: <<http://www.cobracon.org.br>>; <<http://www.abntnet.com.br/consultanacional>>. Acesso em: 13 e 26 janeiro 2012, respectivamente.

Norma de desempenho e as novas exigências para a construção civil em 2010. CREA – SC. Disponível em: <<http://www.acital.com.br>>. Acesso em: 20 fevereiro 2012.

NEVES, Célia Maria Martins. **Aspectos de desempenho dos sistemas de revestimentos de fachadas**. VI semana pensando em argamassa. UFBA, Bahia. 01 a 05 de outubro de 2007.

OTONI, Antonio Borges. **Alvenaria Estrutural de blocos de concreto**. [s.d] Disponível em: <<http://www.bauth.com.br>>. Acesso em: 02 junho 2012.

RIVERO, Roberto **Acondicionamento Térmico Natural: arquitetura e clima**. Porto Alegre, 1985.

SABBATINI, Fernando H.; FRANCO, Luis S.; BARROS, Mercia M.B.; MELHADO, Silvio B.; ALY, Vitor L. C. **Aula 02 – Esquadrias: Partes da esquadria e características de instalação**. Escola Politécnica da USP. Agosto de 2006

SHEBALJ, Vera Lúcia de Campos Corrêa. **Nova Norma Técnica de Desempenho de Edificações entrará em vigor.** Disponível em: <<http://www.itambeempresarial.com.br>>. Acesso em: 23 maio 2012.

SILVA, Maria Angélica Covelo. Engenharia Civil, diretora da NGI Consultoria e Desenvolvimento, em São Paulo. **NBR 15.575 impõe novos desafios para a construção civil.** 23 março 2010. Disponível em:<<http://www.ngiconsultoria.com.br>>. Acesso em: 05 maio 2012.

SINHORINI, Maria Castellan. **Norma de desempenho – O que muda na cadeia produtiva da construção civil.** 08 setembro 2011. Disponível em: <<http://www.arquitetura.com.br>>. Acesso em: 20 fevereiro 2012.

SACHT, Helenice M.; ROSSIGNOLO, João A. **Avaliação do desempenho térmico para tipologias com vedação em alvenaria de blocos de concreto.** Pesquisa em Arquitetura e Construção, UNICAMP. 2009

ANEXO A – Questionário entregue aos profissionais

|PROFISSÃO: _____ |EMPRESA: _____

ANÁLISE DOS COMPONENTES DO SISTEMA CONSTRUTIVO - ALVENARIA ESTRUTURAL - FOCO NO DESEMPENHO TÉRMICO

1. PAREDE DE VEDAÇÃO / FACHADA

Parede executada em bloco estrutural concreto, com dimensões de 29x19cm, espessura de 14cm (sem considerar o revestimento).

Opinião quanto o desempenho mínimo: atende não atende

Alternativas para o atendimento: _____

1.1 Revestimento externo da parede da fachada

Aplicada argamassa de massa única, espessura mínima de 20mm e acabamento em tinta impermeável texturizada - cor clara.

Opinião quanto o desempenho mínimo: atende não atende

Alternativas para o atendimento: _____

1.2 Revestimento interno da parede da fachada

Aplicada camada de gesso, espessura de 5mm e pintura látex sobre gesso.

Opinião quanto o desempenho mínimo: atende não atende

Alternativas para o atendimento: _____

2. SISTEMA DE ESQUADRIA-VIDRO

Esquadrias metálica em alumínio natural, perfil 16. Vidro com espessura de 3mm.

Opinião quanto o desempenho mínimo: atende não atende

Alternativas para o atendimento: _____

3. COBERTURA

Telhas de fibrocimento, 8mm de espessura sobre laje, sem mecanismo de ventilação.

Opinião quanto o desempenho mínimo: atende não atende

Alternativas para o atendimento: _____

Anexo A (Informativo)

Procedimentos alternativos de avaliação do desempenho térmico

A.1. introdução

Em razão do estado atual da arte, os Procedimentos por Simulação e por Medição, abordados neste anexo são orientativos.

Assim sendo, recomendamos a adoção dos termos de referência, explicitados em A.2 ou A.3, a serem acordados, entre as partes, caso sejam adotadas a avaliação do desempenho térmico de edifícios via simulação computacional ou por medição in loco.

A avaliação, pois, da adequação de edifícios habitacionais pode ser realizada então por meio de um dos seguintes procedimentos alternativos:

- a) simulação, ou seja a avaliação do desempenho térmico do edifício habitacional por meio de simulação computacional, conforme diretrizes explicitadas em A.2; ou
- b) medição, ou seja a avaliação do desempenho térmico do edifício habitacional por meio de medições, conforme diretrizes explicitadas em A.3.

A.2. Procedimentos por simulação

A.2.1 Generalidades

Aplicar, preferencialmente, programas de simulação que considerem os valores horários das variáveis climáticas¹ do lugar, tais como DOE, EnergyPlus, ESP.

Levar em consideração o disposto de A.2.2 a A.2.6.

A.2.2 Periodicidade dos dados climáticos para simulação

Os dados horários representativos do clima de 17 cidades brasileiras podem ser obtidos em www.labee.ufsc.br/downloads/downloadaclim.html.

Para algumas outras cidades, os dados horários podem ser obtidos junto a estações climatológicas locais (aerportos, escritórios das secretarias de agricultura, etc.) ou no Instituto Nacional de Meteorologia².

Para cidades que não disponham de arquivos climáticos horários, recomenda-se considerar as Normais Climatológicas editadas pelo INMET³.

A.2.3 Representatividade dos dados climáticos para simulação

Os dados climáticos adotados nas simulações devem ser estatisticamente representativos do clima local.

Esta representatividade pode ser obtida por meio de diferentes procedimentos, como, por exemplo o TRY (Test Reference Year), o TMY (Typical Meteorological Year), ou outros semelhantes.

A.2.4 Programas de simulação computacional a serem adotados

Recomenda-se adotar programas aprovados conforme o método padronizado de teste para programas computacionais de avaliação energética de edificações, conforme ASHRAE 140, 2001.

A.2.5 Caracterização dos edifícios habitacionais e dos ambientes a serem simulados

Para caracterizar adequadamente os edifícios habitacionais, a serem simulados, considerar:

- a) a sua geometria;
- b) as orientações e declividades de fachadas e coberturas;
- c) as absortâncias das superfícies externas;
- d) o sistema construtivo;
- e) as áreas envidraçadas e eventuais simplificações;
- f) os padrões de ocupação;
- g) as cargas térmicas; e
- h) o uso de equipamentos nos ambientes internos.

A.2.6 Análise do resultado das simulações

Para analisar os resultados das simulações, aplicar métodos consagrados internacionalmente.

Nos documentos utilizados para estas análises incluir:

- a) a descrição detalhada do método; e
- b) as informações sobre a base de dados climáticos e sua representatividade.

¹ Para detalhes ver www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/

² www.inmet.gov.br

³ www.inmet.gov.br

A.3. Procedimentos por medição

A.3.1 Generalidades

Períodos de medição, variáveis a serem medidas, condições de uso e ocupação dos ambientes, são aspectos ainda não totalmente disseminados no meio técnico, assim sendo seguem diretrizes auxiliares.

A.3.2 Períodos de medição

Para as diferentes épocas do ano e para as condições climáticas típicas representativas do lugar, considerar de forma estatística, as seqüências dos dias monitorados.

A.3.3 Variáveis a serem medidas e os respectivos instrumentos

Considerar as seguintes variáveis do clima exterior a serem medidas:

- a) temperatura do ar;
- b) umidade relativa do ar;
- c) irradiância solar sobre o plano horizontal; e
- d) velocidade e direção do vento.

Dados obtidos em estações climatológicas próximas, também podem ser utilizados, desde que representem tipologias de ocupação urbana, semelhantes às do lugar da edificação.

Considerar, conforme as recomendações da ISO 7726, as seguintes variáveis do micro-clima interior a serem medidas:

- a) temperatura e umidade relativa do ar;
- b) temperatura radiante média;
- c) temperatura radiante orientada; e
- d) velocidade do ar.

Posicionar e proteger os sensores dos instrumentos contra interferências indevidas, a fim de que os dados monitorados possam ser aplicados.

Proteger, por exemplo, os sensores de temperatura do ar, contra radiações térmicas.

Nos documentos utilizados para estas análises incluir:

- a) a representatividade dos períodos monitorados;
- b) as características técnicas dos equipamentos e instrumentos; e
- c) os procedimentos adotados para calibração dos mesmos.

A.3.4 Condições de uso e ocupação dos ambientes:

Em cada caso, os resultados das medições refletem somente as mesmas condições de uso e ocupação observadas nos ambientes durante os períodos de monitoramento, considerando-se as cargas térmicas internas, as operações de abertura e fechamento dos dispositivos de ventilação e o acesso de aportes solares.