

# APÊNDICES

---

**APÊNDICE 1-** PROJETOS TÉCNICOS DO PROTÓTIPO (ARQUITETÔNICO, ELÉTRICO, HIDRÁULICO E PROJETO EXECUTIVO DOS COMPONENTES);

**APÊNDICE 2-** PLANILHAS DE MATERIAIS E CUSTOS DO PROTÓTIPO;

**APÊNDICE 3 -** OUTROS REQUISITOS HABITABILIDADE E SUSTENTABILIDADE, QUE ESTÃO RELACIONADOS À HABITAÇÃO, INDEPENDENTE DO SISTEMA CONSTRUTIVO OU MATERIAL UTILIZADO;

**APÊNDICE 4-** CÁLCULO DAS CARACTERÍSTICAS TERMO-FÍSICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO;

**APÊNDICE 5-** GRÁFICOS DE TEMPERATURA (°C) X TEMPO (HORAS), RESULTADO DAS SIMULAÇÕES TÉRMICAS REALIZADAS NO SOFTWARE IDA – INDOOR CLIMATE AND ENERGY V3.0, DAS CIDADES DE CURITIBA, FLORIANÓPOLIS E PORTO ALEGRE;

**APÊNDICE 6-** FORMULÁRIOS DE ESPECIFICAÇÃO COM DADOS PARA ACOMPANHAMENTO, INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SISTEMA CONSTRUTIVO.

**APÊNDICE 3- REQUISITOS DE SEGURANÇA HABITABILIDADE E SUSTENTABILIDADE, RELACIONADOS À HABITAÇÃO, INDEPENDENTE DO SISTEMA CONSTRUTIVO OU MATERIAL UTILIZADO.**

**a) Requisitos de segurança contra incêndio**

Tabela AP 3.1 Requisitos de princípios de incêndio

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Proteção contra descargas atmosféricas	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 5419</b> - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. O edifício deve ser projetado e construído de forma a dificultar a ocorrência de princípio de incêndio.	“M”
Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 5410/97</b> Instalações elétricas prediais de baixa tensão As instalações elétricas devem ser adequadamente projetadas, uma especial atenção deve ser dada para prevenir o risco de ignição dos materiais em função de curto-circuitos, sobre-tensões etc.	“M”
Proteção contra risco de vazamentos nas instalações de gás	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 13523</b> – Central de gás liquefeito de petróleo– Procedimento, NBR 13932 – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projeto e execução, <b>NBR 13933</b> – Instalações internas de gás natural (GN) – Projeto e execução <b>NBR 14024</b> – Centrais prediais e industriais de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Sistema de abastecimento a granel. Nos sistemas que se utilizam de componentes vazados especial atenção deve ser dada para prevenir confinamento de gás nos vazios dos componentes, bem como no vazio de shafts ou outros elementos.	“M”
Retardamento de chamas nas instalações elétricas	Ensaio	<b>NBR 7356</b> - Plásticos- Determinação da flamabilidade devem enquadrar-se na Categoria 1. Os materiais empregados nas instalações elétricas, caso sejam combustíveis (plásticos), devem ser retardantes de chamas.	“M”
Fios e cabos antichamas	Ensaio	<b>NBR 6812</b> - Fios e cabos elétricos - Queima vertical (fogueira)- Método de ensaio Os fios e cabos utilizados nas instalações elétricas prediais devem ser classificados como anti-chama	“M”
Fiação não embutida em eletroduto	Análise de projeto Vistoria do protótipo	Em locais de acesso restrito (áticos etc), caso não sejam utilizados eletrodutos para proteção dos condutores elétricos, estes devem ser instalados afastados de superfícies combustíveis, no mínimo, 5 cm.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

Tabela AP 3.2- Requisitos de inflamação generalizada

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Propagação superficial de chamas	Ensaio	Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico empregados na face interna dos elementos do edifício devem ter as características de propagação de chamas controladas de forma a atender os requisitos e critérios especificado para cada sub-sistema: pisos, paredes e cobertura.	“M”
Equipamentos de extinção e sinalização	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 12693</b> - Sistema de proteção por extintores de incêndio - Procedimento; <b>NBR 13848</b> – Acionador manual para utilização em sistemas de detecção e alarme de incêndio – Especificação. <b>NBR 13434</b> - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Partes 1 e 2. <b>NBR 13714</b> - Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, As edificações multifamiliares, independentemente do número de pavimentos, devem dispor de meios adequados para permitir a sinalização e extinção do incêndio antes da ocorrência da inflamação generalizada.	“M”
Propagação para outras unidades habitacionais	Ensaio	Os edifícios multipiso, as casas térreas geminadas e os sobrados geminados devem ser projetados e construídos de forma a dificultar a propagação de incêndio para unidades contíguas.	“M”
Fiação não embutida em eletroduto	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	Em locais de acesso restrito (áticos etc), caso não sejam utilizados eletrodutos para proteção dos condutores elétricos, estes devem ser instalados afastados de superfícies combustíveis, no mínimo, 5cm.	“M”
Resistência ao fogo das vedações ou elementos construtivos de compartimentação	Ensaio	<b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo A resistência ao fogo dos elementos construtivos de compartimentação entre unidades deve atender os requisitos e critérios especificados no projeto de norma 02:136.01.001 ,ABNT 2004 para cada sub-sistema.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

Tabela AP3.3- Requisitos de propagação para outras unidades habitacionais

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Resistência ao fogo das vedações ou elementos construtivos de compartimentação	Ensaio	<b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais– Determinação da resistência ao fogo A resistência ao fogo dos elementos construtivos de compartimentação entre unidades deve atender os requisitos e critérios especificados no projeto de norma 02:136.01.001 ,ABNT 2004 para cada sub-sistema.	“M”

Tabela AP3.3- Continua

Tabela AP3.3- Conclusão

Portas corta-fogo na entrada de unidades habitacionais	Ensaio	<b>NBR 6479</b> - Portas e vedadores - Determinação da resistência ao fogo - Método de ensaio. Em edifícios multifamiliares sem portas corta-fogo nas caixas de escada, as portas de ingresso das unidades habitacionais devem ser do tipo corta-fogo, com resistência mínima ao fogo de 1/2 hora.	“M”
Selos corta-fogo em shafts	Ensaio	<b>NBR 6479</b> - Portas e vedadores - Determinação da resistência ao fogo - Método de ensaio. Os shafts visitáveis que intercomunicam os diversos pavimentos em edificações multifamiliares, destinados à passagem das instalações de serviço, devem ser dotados, no plano de cada laje, de selagem corta-fogo com resistência ao fogo mínima de 1/2 hora. Para os shafts não visitáveis, as paredes que delimitam o shaft devem garantir resistência ao fogo de 1/2 hora.	“M”
Portas corta-fogo em acessos a elevadores	Ensaio	<b>ISO 3008</b> - Fire -resistance tests - Door and shutter assemblies. Nos edifícios multifamiliares, as portas de acesso aos elevadores devem apresentar resistência mínima ao fogo de 1/2 hora.	“M”
Estanqueidade ao fogo entre edificações geminadas	Ensaio	<b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo Nas edificações geminadas deve-se restringir a possibilidade de passagem do fogo através dos encontros da parede de geminação com pisos, forros, coberturas e paredes de fachada. Em habitações unifamiliares geminadas, a parede de geminação deve ser prolongada até a cobertura, evitando-se frestas na junção parede/telhado.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

Tabela AP3.4- Requisitos e critérios de fuga em situação de incêndio

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Aberturas para fuga em caso de incêndio	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR10636</b> Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação de resistência ao fogo <b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo	“M”
Número e posição de portas externas	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	Toda edificação unifamiliar com mais de 50 m <sup>2</sup> de área bruta deve ser dotada de duas portas para o exterior, com largura livre mínima de 0.70m, dispostas em fachadas distintas do edifício ou de forma a possibilitar rotas de fuga diversas dentro da habitação.	“M”
Necessidade de folhas de porta	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	Os dormitórios e as cozinhas das unidades habitacionais devem ser providos de folhas de porta, constituindo anteparos que dificultem os riscos de propagação da fumaça e do fogo, salvo em projetos peculiares (“lofts”, “kitnets” etc). Nos casos aplicáveis basta a presença do anteparo, não sendo estipulado para o mesmo nenhum valor de resistência ao fogo.	“M”

Tabela AP 3.4- Continua

Tabela AP 3.4- Conclusão

Frestas na junção da vedação vertical com piso ou teto	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	Não deve existir orifícios ou frestas nos elementos de vedação vertical no encontro destes com o piso ou teto, quer seja em paredes internas ou paredes entre habitações, que possibilitem a passagem da fumaça entre cômodos ou entre unidades habitacionais. Não deve existir sobre as paredes livre comunicação entre cômodos ou entre habitações geminadas, determinada pela ausência de forro ou presença de espaços entre a parede e a cobertura.	“M”
Rotas de fuga	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 9077</b> -Saída de emergência dos edifícios.	“M”
Sinalização e iluminação de emergência	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	<b>NBR 10898</b> - Sistema de iluminação de emergência - Procedimento. <b>NBR 13434</b> - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Partes 1 e 2. As edificações multifamiliares com dois ou mais pavimentos devem ser dotadas de sistemas de iluminação de emergência e de sinalização de emergência (de orientação e salvamento). O sistema de iluminação de emergência deve atender às escadas e aos halls de acesso às unidades habitacionais, bem como ao hall de ingresso no edifício e às áreas de descarga das escadas.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

Tabela AP 3.5- Requisito de acessibilidade para combate a incêndio e resgate de vítimas

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Acessibilidade de carros de combate ao fogo	Análise de projeto e Vistoria do protótipo	Os veículos utilizados no combate ao incêndio devem poder se aproximar da fachada do edifício através de vias constantemente desobstruídas, conforme Instruções do Corpo de Bombeiros ou legislações pertinentes.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

Tabela AP 3.6 Requisito de propagação para edifícios adjacentes

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Distâncias entre fachadas de edifícios adjacentes	Calculos	<b>NFPA 80 A</b> - Recommended Practice for Protection of Building from Exterior Fire Exposures. Devem ser estabelecidas distâncias mínimas de 4m entre fachadas de edifícios adjacentes. Em função da área e dimensões das aberturas (portas e janelas), este limite pode ser substituído em conformidade com exigências do Corpo de Bombeiros local ou, na inexistência de instruções específicas adotar cálculos especificados pela norma acima indicada.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

## b) Critérios de resistência e propagação de incêndio à partir dos elementos de cobertura

As coberturas de edifícios devem ser projetadas e construídas de forma a resistirem as ações de focos de incêndio, dificultando ainda a propagação do incêndio para outras unidades habitacionais. Na Tabela AP3.7 estão relacionados os critérios de segurança contra incêndio e sua propagação para outras unidades a partir da cobertura.

Tabela AP 3.7- Critérios de segurança contra incêndio- propagação de incêndio para outras unidades habitacionais à partir da cobertura

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Resistência ao fogo da estrutura da cobertura	Ensaaios ou Métodos analíticos	<b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo. A resistência ao fogo dos elementos que constituem a estrutura principal da cobertura (lajes, treliças, vigas etc) deve ser igual ou maior que 1/2 hora, ou seja, não deve ocorrer perda de estabilidade ou ruína do conjunto estrutural dentro desse período. Não há exigência para isolamento térmico ou estanqueidade à fumaça / gases aquecidos.	“M”
Propagação de incêndio através de áticos	Ensaaios ou Métodos analíticos	<b>NBR 5628/01</b> Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo. Nas edificações geminadas com coberturas integradas por áticos, a parede de geminação deve prolongar-se até a face inferior do telhado (sem a presença de frestas), apresentando resistência ao fogo maior ou igual que 1/2 hora.	“M”
Propagação de chamas de materiais aparentes na face externa da cobertura	Ensaaios ou Métodos analíticos	<b>NBR 9442</b> Determinação da propagação superficial de chamas pelo método do painel radiante Os materiais que resultem aparentes na face superior da cobertura devem ser ensaiados reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a referida norma brasileira O índice máximo de propagação superficial de chamas de telhas, mantas, membranas, materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico que resultem aparentes nas faces externas da cobertura deve ser igual a 25.	“M”

Obs- A necessidade de ensaiar subcoberturas ou materiais isolantes termo-acústicos não aparentes depende de análise a respeito da possibilidade dos mesmos contribuírem com desenvolvimento de calor no estágio inicial do incêndio. Esta necessidade será evidenciada durante os primeiros 10 minutos do ensaio de resistência ao fogo do elemento construtivo, caso a temperatura do forno de ensaio se eleve em razão do calor desenvolvido pelos materiais em questão.

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

## c) Segurança no uso da habitação

Estes requisitos objetivam garantir ao usuário a segurança física em relação aos elementos, componentes e instalações da edificação sendo assim o Projeto de Norma da ABNT (2004), estabelece que devem ser previstos e minimizados no projeto executivo da unidade o risco de :

- ✓ Queda de pessoas em altura: telhados, áticos, lajes de cobertura e quaisquer partes elevadas da construção devem ter acesso controlado por portas, alçapões e outros dispositivos;
- ✓ Escadarias, terraços suspensos e coberturas com possibilidade de acesso aos usuários da construção devem ser protegidos por corrimãos, guarda-corpos e dispositivos semelhantes;
- ✓ Queda de pessoas em função da ruptura de corrimãos, guarda-corpos, muros ou platibandas;
- ✓ Queda de pessoas em função de irregularidades nos pisos, incluindo rampas e escadas, pisos escorregadios, pisos com excessivo caimento, pisos com possibilidade de empocamento de água (de lavagem ou de chuva) etc;
- ✓ Pisos contíguos com pequenas diferenças de cota (de 0,5 cm a 10cm) devem ser identificados por mudança de cor, colocação de soleiras, faixas de sinalização ou outros recursos;
- ✓ Ferimentos provocados por ruptura de elementos ou componentes, resultando partes cortantes ou perfurantes;
- ✓ Ferimentos ou contusões em função da operação das partes móveis de componentes como janelas, portas, alçapões e outros (desabamento de guilhotinas, parafusos com pontas expostas, possibilidade de corte ou compressão dos dedos no acionamento de trincos e fechaduras etc);
- ✓ Ferimentos ou contusões em função da dessolidarização / projeção de materiais ou componentes a partir das coberturas e das fachadas (telhas, antenas, trechos de revestimento, quadros de janelas etc); relativamente aos telhados, observar necessidade de fixação de telhas em panos com declividade acentuada e em beirais sujeitos à ação do vento;
- ✓ Ferimentos ou contusões em função da dessolidarização ou tombamento de tanques de lavar, pias ou lavatórios, com ou sem pedestal, e de componentes ou equipamentos normalmente fixáveis em paredes (armários, prateleiras, redes de dormir etc);
- ✓ Ferimentos ou contusões em função de explosão resultante de vazamento/confinamento de gás combustível (no caso de edificações providas de instalações prediais de gás, as deformações da estrutura ou de qualquer outro elemento da construção não devem repercutir em ruptura ou desacoplamento de tubulações ou componentes dessa instalação)

Com relação à segurança no uso e operação de instalações o Projeto de Norma da, ABNT (2004) sugere que para a prevenção de choques elétricos, explosões, queimaduras e ferimentos nos usuários observar :

- ✓ “Os circuitos e pontos de força devem ser convenientemente aterrados;
- ✓ As instalações elétricas não devem apresentar partes expostas energizadas (emendas de fios, bornes de lâmpadas e outros);
- ✓ Equipamentos elétricos de aquecimento de água (chuveiros, aquecedores etc) devem apresentar carcaças blindadas e eletricamente isoladas;
- ✓ equipamentos para aquecimento de água devem apresentar válvulas de alívio e/ou de segurança que impeçam a ocorrência de explosões;
- ✓ equipamentos de aquecimento de água devem ser providos de dispositivos que impeçam que a temperatura atinja mais que 70oC, o que poderia provocar queimaduras;
- ✓ ambientes nos quais sejam instalados equipamentos a gás combustível devem ser providos de ventilação permanente adequada;
- ✓ as partes expostas das instalações, particularmente as manuseáveis (chaves, torneiras, registros etc), não devem apresentar partes cortantes ou perfurantes;
- ✓ O “Manual de Operação, Uso e Manutenção” do imóvel deve recomendar explicitamente a utilização pelos usuários de equipamentos eletrodomésticos devidamente normalizados, como refrigeradores e congeladores (NBR 7071), condicionadores de ar (NBR 9318), máquinas de lavar roupa (NBR 9377), etc.”

Na Tabela AP 3.8 estão relacionados os requisitos de segurança no uso e operação nos diversos sub-sistemas, aplicáveis à habitações coletivas e unifamiliares.

Tabela AP3.8- Requisitos de segurança no uso e operação

REQUISITOS DE SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO	
<b>Pisos</b>	<b>Cobertura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistência ao escorregamento</li> <li>✓ Segurança na circulação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Integridade da cobertura ao longo da sua vida útil</li> <li>✓ Condições propícias para manutenção e operação</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Segurança na utilização do imóvel</li> <li>✓ Segurança na utilização das instalações</li> </ul>	

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

A Tabela AP 3.9 relaciona critérios, métodos de avaliação, níveis de desempenho e normas técnicas para os requisitos de resistência ao escorregamento e sinalização de desníveis em pisos, integridade da cobertura ao longo da sua vida útil, condições propícias para manutenção e operação (coberturas).

Tabela AP 3.9- Critérios de segurança contra incêndio, propagação de incêndio para outras unidades habitacionais

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Coefficiente de atrito do piso	Ensaaios	<p><b>NBR13818</b> – Placas cerâmicas para revestimentos – Especificação e métodos de ensaios (<b>ABNT,1997</b>) - anexo N, realizando-se o ensaio na condição de uso projetada (molhada ou seca), adaptado para os diferentes materiais.</p> <p>A superfície dos pisos da habitação deve apresentar coeficiente de atrito dinâmico igual ou superior aos valores apresentados na <b>TabelaAP 3.9a</b>. Os pisos internos da habitação devem possuir características superficiais que tornem segura a circulação de seus usuários, evitando escorregamentos e quedas.</p>	“M”
Sinalização de desníveis	Análise do projeto ou do protótipo	Desníveis abruptos em pisos contíguos, com diferenças de cota de 0,5cm a 10cm, devem ser identificados por mudança acentuada de cor, que pode ser obtida com a colocação de soleiras (posições de portas), faixas de sinalização ou outros dispositivos duráveis que garantam a visibilidade do desnível. A sinalização deve ser colocada pelo menos na borda da superfície horizontal da parte superior do desnível.	“M”
Presença de frestas	Análise do projeto ou do protótipo	Não são admitidas frestas no corpo do piso ou nos seus encontros com paredes ou outros obstáculos verticais. Juntas de assentamento entre placas ou ladrilhos, juntas de movimentação ou dessolidarização devem ser adequadamente preenchidas com material de rejuntamento, selantes ou materiais equivalentes.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

Tabela AP 3.9a -Coeficiente de atrito dinâmico do piso

	Área privativa	Área comum
Declividade $\geq 3\%$	$\geq 0,40$	$\geq 0,40$
Declividade 3% e $\leq 10\%$	$\geq 0,70$	$\geq 0,85$ ou $\geq 0,70$ com faixa antiderrapante com coeficiente = 0,85 a cada 10 cm
Escadas	$\geq 0,70$	$\geq 0,70$ ou com faixa antiderrapante com coeficiente = 0,85 em cada degrau

Fonte: Projeto de Norma 02:136.01.005, ABNT 2004

#### d) Outros requisitos da habitabilidade

Neste tópico serão apresentados outros requisitos de habitabilidade, (desempenho lumínico, funcionalidade e acessibilidade, saúde, higiene e qualidade do ar, conforto tátil e antropodinâmico e de adequação ambiental), não menos importantes, foram listados na Tabela AP 3.10.

Tabela AP3.10 –Outros requisitos de habitabilidade

	Critérios	Métodos de avaliação	Normas	Nível de desempenho
DESEMPENHO LUMÍNICO	Níveis mínimos de iluminação natural	Avaliação do projeto Cálculo Medições <i>in loco</i>	<b>Projeto de norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- parte1 ítem 13.1.1 a e b	“M” “I” “S”
	Níveis mínimos de iluminação artificial	Cálculo Medições <i>in loco</i>	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- Parte1 ítem 13.2.1	“M” “I” “S”
FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE	Disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação	Análise de projetos	<b>Publicação IPT no 1721</b> - Manual de projeto e de racionalização das intervenções por ajuda-mútua.	“M”
	Adequação das instalações hidrossanitárias	Análise de projetos Cálculos	<b>Projeto de Norma 02:136.01.006</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- Parte-6- Sistemas hidro- sanitários	“M”
	Adaptação para pessoas portadoras de deficiências ou com mobilidade reduzida	Análise de projetos	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- Parte1 ítem 15.2 e 15.2	“M”
	Peças suspensas fixadas em paredes ou tetos	Análise de projetos	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- Parte1 1- ítem 15.4.1	“M”
	Ampliação de unidades habitacionais evolutivas	Análise de projetos	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos- Parte1 1- ítem 15.5.1	“M”

Tabela AP3.10- Continua

Tabela AP3.10- Conclusão				
SAÚDE, HIGIENE E QUALIDADE DO AR	Máxima contaminação microbiológica admitida	Análises	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte1 1- item 14.1.1e Resolução RE n.º 176 (Agência Nacional de VigilânciaSanitária, 2000).	“M”
	Máxima contaminação por dióxido de carbono admitida	Análise	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte1 1- item 14.2.1e Resolução RE n.º 176 (Agência Nacional de VigilânciaSanitária, 2000).	“M”
	Máxima contaminação por aerodispersóides admitida	Análises	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte1 1- item 14.2.1e Resolução RE n.º 176 (Agência Nacional de VigilânciaSanitária, 2000).	“M”
	Liberação de gases e microorganismos pelas instalações	Análises	<b>Projeto de Norma 02:136.01.006</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte-6- Sistemas hidro- sanitários	“M”
	Prevenção contra contaminação da água potável	Análise de projeto	<b>Projeto de Norma 02:136.01.006</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte-6- Sistemas hidro- sanitários	“M”
CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO	Adequação ergonômica de dispositivos de manobra	Análise de projeto	<b>Projeto de Norma 02:136.01.006</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte1 e Parte6- Sistemas hidro-sanitários	“M”
	Força necessária para o acionamento de dispositivos de manobra	análise de projeto e ensaio dos componentes específicos	<b>Projeto de Norma 02:136.01.001</b> ABNT (2004)- Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos-Parte1 1- item 16.2.1	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

### e) Requisito de condições de salubridade

As coberturas devem ser estanques à água de chuva, não permitindo estagnação externa de água que propicie proliferação de insetos e microorganismos ou formação de umidade nos interiores (excetuando-se ensaio de estanqueidade especificado no Projeto se Norma ABNT,2004 parte 1, item 10.1.1). (ABNT,2004) A Tabela AP3.6 relaciona os critérios, métodos de ensaios, normas técnicas e níveis de desempenho para condições de salubridade.

Critério	<i>Métodos de avaliação</i>	Normas /Condições	Nível de desempenho
Impermeabilidade de telhas e peças complementares	Ensaio de estanqueidade à água de telhados no Anexo A da referida norma	Submetidas à ação de coluna de água, as telhas constituídas por materiais porosos (concreto, argamassa, cerâmica, fibrocimento, placas de rocha etc), madeira natural ou reconstituída, materiais betuminosos reforçados (“telhas asfálticas”), fibras naturais ou artificiais aglomeradas com resinas sintéticas, não devem apresentar escorrimento ou gotejamento de água, tolerando-se na face inferior o aparecimento de manchas de umidade e/ou formação de gotas aderentes na situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b>	“M”
Estanqueidade da região central dos panos dos telhados	Ensaio de estanqueidade à água de telhados no Anexo A da referida norma	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> Durante a vida útil projetada para o telhado, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 51a e Figura 34, os panos do telhado da edificação não devem permitir a penetração de água que redunde em escorrimento ou gotejamento, tolerando-se o aparecimento de manchas de umidade ou gotas aderentes na superfície inferior das telhas.	“M”
Estanqueidade dos telhados nos encontros entre panos e nos arremates	Análise do projeto e das especificações técnicas.	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas. O fabricante da telha deve dispor ao mercado peças complementares compatíveis com o desenho da telha (capas, cumeeiras, cumeeiras de três ou quatro vias, espigão inicial, peças terminais e outras). O projeto do telhado deve especificar todos os materiais e detalhes construtivos dos arremates acima indicados, bem como de cobre-muros (proteção de platibandas), rufos (encontro com paredes, platibandas, chaminés, tubos de ventilação, clarabóias), capas (encontros com tabeiras) e outros elementos.	“M”
Vedação ao redor de acessórios de fixação	Análise do projeto e das especificações técnicas.	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de acessórios de fixação, tais como parafusos ou ganchos. O fabricante da telha deve dispor ao mercado conjuntos de vedação apropriados (arruelas, vedações em borracha ou neoprene, massas de vedação e outros acessórios). O projeto do telhado deve especificar todos os materiais e detalhes construtivos para a fixação das telhas e das peças complementares, incluindo os cuidados necessários para que não ocorra ruptura ou fissuração de telhas ou peças nas operações de fixação e ao longo da vida útil do telhado.	“M”

Tabela AP3.11- Conclusão

Estanqueidade de aberturas de ventilação	Análise do projeto e das especificações técnicas, eventual ensaio de estanqueidade à água conforme Anexo A da referida norma	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral, aberturas guarnecidas por elementos vazados / cobogós em platibandas, clarabóias, cumeeiras elevadas, lanternins ou telhas de ventilação. Aberturas de ventilação não devem permitir o acesso de animais para o interior do ático ou da habitação.	“M”
Estanqueidade nos encontros com tubos e construções emergentes	Análise do projeto.	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de chaminés, tubos de ventilação e outros elementos emergentes.	“M”
Estanqueidade nos encontros com tubos e construções emergentes	Análise do projeto.	Situação do ensaio indicado pelo Projeto de Norma da <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b> O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de chaminés, tubos de ventilação e outros elementos emergentes.	“M”
Captação e escoamento de águas pluviais	Análise do projeto e das especificações técnicas	Subcoberturas aplicadas sob telhados não devem permitir infiltrações de água ou gotejamentos, apresentando as seguintes propriedades físicas e mecânicas de acordo com o projeto de norma <b>ABNT 02:136.01.005 (2004)</b>	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

#### f) Requisito – limpeza e manutenção

Os elementos, componentes e materiais utilizados devem ser de fácil manutenibilidade. A Tabela AP 3.12 relaciona critérios, métodos de avaliação, e níveis de desempenho para o requisito de limpeza e manutenção da unidade habitacional.

Tabela AP3.12–Critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho- limpeza e manutenção

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Condições para limpeza e manutenção dos elementos e componentes	Análise de projetos e inspeção do protótipo	<p><b>NBR 5674</b> Manutenção de edificações - Procedimento</p> <p><b>NBR 14037.</b> Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação</p> <p>O projeto deve prever o acesso para limpeza e manutenção de todas as partes expostas de componentes ou elementos como pisos, caixilhos, telhados, componentes das instalações de águas pluviais e outros, sem prejuízo à segurança ou a postura ergonômica. O “Manual de operação, uso e manutenção das edificações” deve ser desenvolvido de acordo com os critérios específicos do conjunto de normas “Desempenho de Habitações de até cinco pavimentos” e com as diretrizes gerais das normas acima citadas, especificando materiais, processos e frequências das manutenções.</p>	“M”
Manual de operação, uso e manutenção da estrutura, pisos, paredes, coberturas e seus componentes	Análise do “Manual de Operação, Uso e Manutenção”	<p><b>NBR 5674</b> Manutenção de edificações - Procedimento</p> <p><b>NBR 14037.</b> Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação</p> <p>O fabricante do produto, construtor e o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção da estrutura e seus componentes, ou seja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada</li> <li>✓ periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;</li> <li>✓ periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;</li> <li>✓ técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.</li> </ul>	“M”
Projeto visando facilitar as operações de manutenção-coberturas	Análise de projeto,	<p><b>NBR 5674</b> Manutenção de edificações - Procedimento</p> <p><b>NBR 14037.</b> Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação</p> <p>O projeto da cobertura deve ser desenvolvido antevendo-se as operações necessárias de manutenção para cada uma das suas partes ou componentes. Considerando as características climáticas e regionais de cada obra, os hábitos culturais e o perfil sócio-econômico dos usuários da edificação, o projeto deve levar em conta todos os aspectos relevantes, como forma de acesso à cobertura, condições de segurança, condições ergonômicas para inspeções e realização dos serviços de manutenção (particularmente no interior de áticos), interferências com componentes de outros elementos da construção (instalações elétricas, antenas etc), disponibilidade no mercado e facilidade de substituição de peças, custos envolvidos nas manutenções e outros.</p>	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002, ABNT 2004

### g) Requisito de resistência à umidade (pisos)

Os pisos de áreas molháveis da habitação devem resistir à exposição à água sem apresentar alterações que comprometam seu desempenho; como há vários materiais e tipos de revestimentos, para alguns critérios o Projeto de Norma ABNT(2004) indica a Norma específica a ser consultada. A Tabela AP3.13 relaciona critérios, métodos de avaliação, e níveis de desempenho para o requisito de resistência à umidade (pisos).

Tabela AP3.13 –Critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho- resistência à umidade- pisos

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Resistência à umidade	Ensaio conforme indicado neste item	Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social” (IPT,1998). Um protótipo do piso deve ser exposto a uma lâmina d’água de 10cm de altura por um período de 72 horas. Após esteprazo o protótipo do piso deve ser cuidadosamente observado para a identificação de eventuais danos.Os pisos laváveis não devem apresentar danos como bolhas, fissuras, empolamentos, destacamentos, descolamentos, delaminações, eflorescências, redução de resistência mecânica, etc, quando exposto à água.	“M”
Resistência ao ataque químico	Ensaios	Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social” (IPT,1998). O piso não pode apresentar danos como amolecimento superficial, perda de aderência, bolhas, empolamento, descascamento, descolamento, manchas que não possam ser facilmente removíveis com detergente e água etc, quando submetido à exposição aos seguintes agentes químicos:Solução de ácido cítrico a 10%,ácido acético a 10%, ácido láctico a 10%, hidróxido de amônio a 10%, hipoclorito de sódio a 10%, hidróxido de sódio a 10%, Solução de 0,08g de alquil-anil-sulfonato e 0,3g de fosfato trissódico em 1 litro de água.	“M”
Resistência ao desgaste por abrasão	Ensaios de acordo com as normas específicas para cada tipo de piso	<b>NBR8810</b> Revestimentos têxteis de piso - Determinação da resistência à abrasão (ABNT, 1985); <b>NBR10247</b> Produtos de cerâmica vidrada e queimada - Determinação da resistência à abrasão (ABNT, 1988); <b>NBR13465/95</b> -Placa vinílica para revestimento de piso e parede - Determinação da resistência à abrasão Taber; <b>NBR 13818/97</b> Placas cerâmicas para revestimentos – Especificações e métodos de ensaio Os pisos da habitação devem apresentar resistência ao desgaste devido aos esforços de uso, de forma a garantir a vida útil estabelecida em projeto.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

#### h) Requisitos de estanqueidade de pisos em contato com a umidade do solo, e de áreas molháveis

Os pisos internos da habitação em contato com o solo devem ser estanques à umidade proveniente do solo, evitando desconforto, risco de acidentes e risco à saúde dos usuários bem como danos a elementos construtivos da habitação (ABNT,2004). A Tabela AP3.14 relaciona os critérios, métodos de ensaios, normas técnicas e níveis de desempenho para este requisito.

Tabela AP3.14 -Critérios , métodos de avaliação e níveis de desempenho- fontes de umidade externas e internas à edificação

Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Ascensão de umidade do solo	Análise de projeto considerando-se as diretrizes das normas citadas	<b>NBR 9575</b> (Impermeabilização: seleção e projeto) e <b>NBR 9574</b> (Execução de impermeabilização)  Os pisos em contato com o solo devem ser estanques à água, considerando-se a máxima altura do lençol freático prevista para o local da obra.	“M”
Infiltração de água a partir da superfície do piso	Ensaio	<b>NBR 9574</b> – Execução de impermeabilização (ABNT,1986). Os pisos de áreas molháveis não devem permitir a infiltração de água em suas superfícies e nos encontros com as paredes que os delimitam. Em presença de uma lâmina de água com altura de 10 cm medida no ponto mais alto do piso, não devem ocorrer, após 72 horas de exposição, evidências de infiltrações que superem a impermeabilização.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

#### i) Requisitos de estanqueidade de pisos em contato com a umidade do solo e de áreas molháveis

Os pisos internos da habitação em contato com o solo devem ser estanques à umidade proveniente do solo, evitando desconforto, risco de acidentes e risco à saúde dos usuários bem como danos a elementos construtivos da habitação (ABNT,2004). A Tabela AP 3.15 relaciona os critérios, métodos de ensaios, normas técnicas e níveis de desempenho para este requisito.

Tabela AP 3.15 –Critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho- fontes de umidade externas e internas à edificação

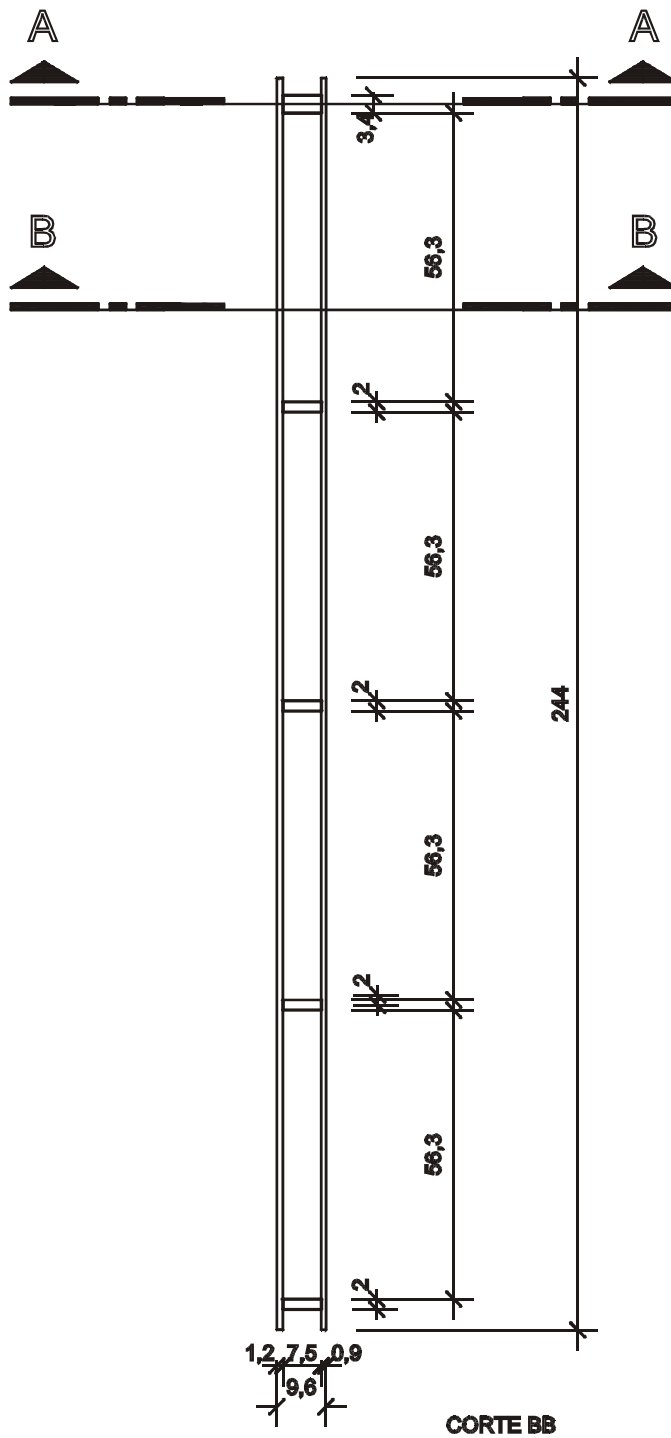
Critério	Métodos de avaliação	Normas /Condições	Nível de desempenho
Ascensão de umidade do solo	Análise de projeto considerando-se as diretrizes das normas citadas	<b>NBR 9575</b> (Impermeabilização: seleção e projeto) e <b>NBR 9574</b> (Execução de impermeabilização) Os pisos em contato com o solo devem ser estanques à água, considerando-se a máxima altura do lençol freático prevista para o local da obra.	“M”
Infiltração de água a partir da superfície do piso	Ensaio	<b>NBR 9574</b> – Execução de impermeabilização (ABNT,1986). Os pisos de áreas molháveis não devem permitir a infiltração de água em suas superfícies e nos encontros com as paredes que os delimitam. Em presença de uma lâmina de água com altura de 10 cm <sup>1</sup> medida no ponto mais alto do piso, não devem ocorrer, após 72 horas de exposição, evidências de infiltrações que superem a impermeabilização.	“M”

Fonte: Do autor, elaborada à partir do Projeto de Norma 02:136.01.002,ABNT 2004

<sup>1</sup> A altura de 10 cm tem por referência a pressão hidrostática de 1kPa utilizada na NBR 9575 (ABNT, 2003) como limite de penetração de água por percolação.

**APÊNDICE 4- CÁLCULO DAS PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO CONFORME O PROJETO DE NORMA DA ABNT (1998) – DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES**

**1. Cálculo das características termo-físicas da parede**



$$\begin{aligned}\rho_{\text{pinus}} &= 500 \text{ kg/m}^3 \\ \lambda_{\text{pinus}} &= 0,15 \text{ W/m.K} \\ c_{\text{pinus}} &= 1,34 \text{ kJ/kg.K}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{comp}} &= 550 \text{ kg/m}^3 \\ \lambda_{\text{comp}} &= 0,15 \text{ W/m.K} \\ c_{\text{comp}} &= 2,3 \text{ kJ/kg.K}\end{aligned}$$

### 1.1 Cálculo de resistência térmica da parede

**Seção A** – compensado+pinus+compensado:

$$A_a = 1,216(0,068 + 0,02 + 0,02 + 0,04) = 0,168 \text{ m}^2$$

$$R_a = \frac{e_{\text{COMP.}}}{\lambda_{\text{COMP.}}} + \frac{e_{\text{PINUS}}}{\lambda_{\text{PINUS}}} = \frac{e_{\text{COMP.}}}{\lambda_{\text{COMP.}}} \Rightarrow R_a = \frac{0,012}{0,15} + \frac{0,075}{0,15} + \frac{0,009}{0,15} = 0,64 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**Seção B** – compensado+ar+compensado:

$$A_b = 1,216 \cdot (0,563 + 0,563 + 0,563 + 0,563) = 2,74 \text{ m}^2$$

$$R_b = \frac{0,012}{0,15} + 0,16 + \frac{0,009}{0,15} = 0,16 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$R_t = \frac{A_a + A_b}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b}} = \frac{0,168 + 2,74}{\frac{0,168}{0,64} + \frac{2,74}{0,3}} = 0,309 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

### 1.2 Cálculo de resistência térmica total

$$R_T = R_{si} + R_t + R_{se} \Rightarrow R_T = 0,13 + 0,309 + 0,04 = 0,48 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

### 1.3 Cálculo da transmitância térmica

$$U = \frac{1}{R_T} \Rightarrow U = \frac{1}{0,48} = 2,08 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

### 1.4 Cálculo da capacidade térmica da parede

$$C = (e \cdot c \cdot \rho)$$

**Seção A** – compensado+pinus+compensado:

$$A_a = 0,168 \text{ m}^2$$

$$C_{ta} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{comp.}} + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{pinus}} + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{comp.}} \Rightarrow$$

$$C_{ta} = (0,012 \times 2,3 \times 550) + (0,075 \times 1,34 \times 500) + (0,009 \times 2,3 \times 550) = 76,82 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

**Seção B** – compensado+ar+compensado

$$A_b = 2,74 \text{ m}^2$$

$$C_{tb} = (e \cdot c \cdot \rho) + (e \cdot c \cdot \rho)$$

Desprezando-se a capacidade térmica da câmara de ar temos:

$$C_{tb} = (0,012 \times 2,3 \times 550) + (0,009 \times 2,3 \times 550) = 26,57 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

A capacidade térmica será:

$$C_T = \frac{\frac{A_a + A_b}{C_{ta}} + \frac{A_a + A_b}{C_{tb}}}{\frac{0,168 + 2,74}{76,82} + \frac{2,74}{26,57}} = 27,70 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

### 1.5 Cálculo do atraso térmico da parede

$$R_t = 0,306 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$R_{\text{ext}} = \frac{e_{\text{comp.}}}{\lambda_{\text{comp.}}} = \frac{0,012}{0,15} = 0,08 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$B_0 = C_T - C_{\text{Text}} = 27,70 - 15,18 = 12,52$$

$$B_1 = 0,226 \cdot \frac{B_0}{R_t} = 0,226 \cdot \frac{12,52}{0,306} = 9,25$$

$$B_2 = 0,205 \left[ \frac{(\lambda \cdot \rho \cdot c)_{\text{ext}}}{R_t} \right] \times \left[ R_{\text{ext}} - \frac{R_t - R_{\text{ext}}}{10} \right] = 0,205 \left[ \frac{0,15 \times 550 \times 2,3}{0,306} \right] \times \left[ 0,08 - \frac{0,306 - 0,08}{10} \right]$$

$$B_2 = 0,205(620,09) \times -0,146 = -18,55$$

$B_2$  é desconsiderado, pois resultou em um valor negativo.

$$\varphi = 1,382 \times R_t \sqrt{B_1} + \sqrt{B_2} = 1,382 \times 0,306 \times \sqrt{9,25} = 1,51 \text{ horas}$$

### 1.6 Cálculo do fator solar

$$FS = 4 \times U \times 0,3$$

$$FS = 4 \times 2,08 \times 0,3 = 2,5\%$$

## 2. Cálculo das características termo-físicas da cobertura

Comprimento do telhado = 7,5m

Fibrocimento  $\rho = 1.700 \text{ kg/m}^3$

$$\lambda = 0,65 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$c = 0,84 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

Pinus (forro)  $\rho_{\text{pinus}} = 500 \text{ kg/m}^3$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$c_{\text{pinus}} = 1,34 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

### 2.1 Cálculo da resistência térmica da telha e do forro

Seção única (fibrocimento+ar +forro)

$$R_{\text{forro}} = \frac{e_{\text{forro}}}{\lambda_{\text{forro}}} = \frac{0,1}{0,15} = 0,667 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$R_{\text{telha}} = \frac{e_{\text{telha}}}{\lambda_{\text{telha}}} = \frac{0,005}{0,65} = 0,0077 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**a) verão**

$$R_t = R_{\text{forro}} + R_{\text{ar}} + R_{\text{telha}}$$

$$R_t = 0,0667 + 0,21 + 0,0077 = 0,2844 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**b) inverno**

$$R_t = R_{\text{forro}} + R_{\text{ar}} + R_{\text{telha}}$$

$$R_t = 0,0667 + 0,14 + 0,0077 = 0,2144 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**2.2 Cálculo da resistência térmica total****a) verão** (considerando câmara de ar não ventilada)

$$R_T = R_{\text{si}} + R_t + R_{\text{se}} \Rightarrow R_T = 0,17 + 0,2144 + 0,04 = 0,4244 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**b) inverno**

(considerando câmara de ar não ventilada)

$$R_T = R_{\text{si}} + R_t + R_{\text{se}} \Rightarrow R_T = 0,10 + 0,2144 + 0,04 = 0,3544 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

**2.3 Cálculo da transmitância térmica da cobertura****a) verão**

$$U = \frac{1}{R_T} \Rightarrow U = \frac{1}{0,4244} = 2,36 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

**b) inverno**

$$U = \frac{1}{R_T} \Rightarrow U = \frac{1}{0,3544} = 2,821 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

**2.4 Cálculo da capacidade térmica da cobertura**

Desprezando-se a capacidade térmica da câmara de ar temos:

$$C_T = (e_{\text{forro}} \cdot c_{\text{forro}} \cdot \rho_{\text{forro}}) + (e_{\text{telha}} \cdot c_{\text{telha}} \cdot \rho_{\text{telha}})$$

$$C_T = (0,1 \times 1,34 \times 500) + (0,005 \times 0,84 \times 1700) = 13,84 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

## 2.5 Cálculo do atraso térmico da cobertura

### a) verão

$$R_T = 0,4244 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$B_0 = C_T - C_{\text{Text}} = 13,84 - 7,14 = 6,7$$

$$B_1 = 0,226 \cdot \frac{B_0}{R_t} = 0,226 \cdot \frac{6,7}{0,4244} = 3,56$$

$$B_2 = 0,205 \left[ \frac{(\lambda \cdot \rho \cdot c)_{\text{ext}}}{R_t} \right] \times \left[ R_{\text{ext}} - \frac{R_t - R_{\text{ext}}}{10} \right] = 0,205 \left[ \frac{0,65 \times 1700 \times 0,84}{0,4244} \right] \times \left[ 0,0077 - \frac{0,4244 - 0,0077}{10} \right]$$

$$B_2 = 0,205(2.187,09) \times (-0,034) = -15,24$$

$B_2$  é desconsiderado, pois resultou em um valor negativo.

$$\varphi = 1,382 \times R_t \sqrt{B_1} + \sqrt{B_2} = 1,382 \times 0,4244 \times \sqrt{3,56} = 1,11 \text{ horas}$$

### b) inverno

$$R_t = 0,2144 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W (inverno)}$$

$$B_0 = C_T - C_{\text{Text}} = 13,84 - 7,14 = 6,7$$

$$B_1 = 0,226 \cdot \frac{B_0}{R_t} = 0,226 \cdot \frac{6,7}{0,2144} = 23,56$$

$$B_2 = 0,205 \left[ \frac{(\lambda \cdot \rho \cdot c)_{\text{ext}}}{R_t} \right] \times \left[ R_{\text{ext}} - \frac{R_t - R_{\text{ext}}}{10} \right] = 0,205 \left[ \frac{0,65 \times 1700 \times 0,84}{0,2144} \right] \times \left[ 0,0077 - \frac{0,2144 - 0,0077}{10} \right]$$

$$B_2 = 0,205(4.329,29) \times (-0,019) = -16,86$$

$B_2$  é desconsiderado, pois resultou em um valor negativo.

$$\varphi = 1,382 \times R_t \sqrt{B_1} + \sqrt{B_2} = 1,382 \times 0,2144 \times \sqrt{23,56} = 1,44 \text{ horas}$$

## 2.6 Cálculo do fator solar

### a) verão

$$FS = 4 \times U \times 0,65$$

$$FS = 4 \times 2,36 \times 0,65 = 6,14\%$$

### b) inverno

$$FS = 4 \times U \times 0,65$$

$$FS = 4 \times 2,821 \times 0,65 = 7,33\%$$

**APÊNDICE 5- RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES TÉRMICAS REALIZADAS COM O SOFTWARE IDA- INDOOR CLIMATE AND ENERGY V. 3.0**

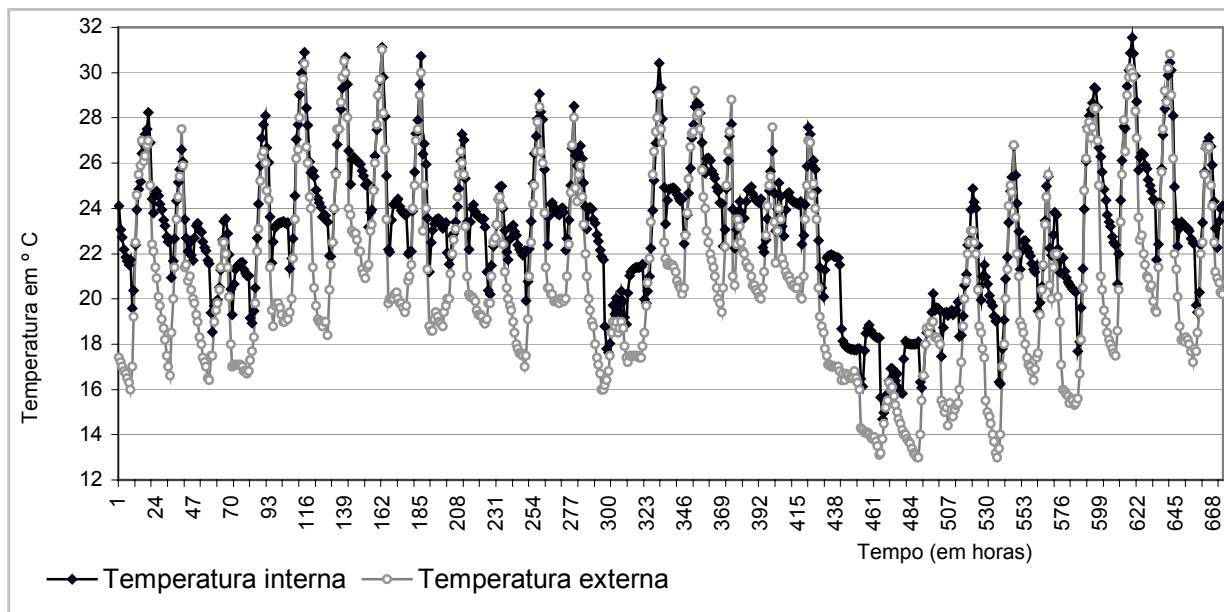


Figura AP5.1- Simulação do protótipo (Curitiba) para o período de 1º à 28 de fevereiro

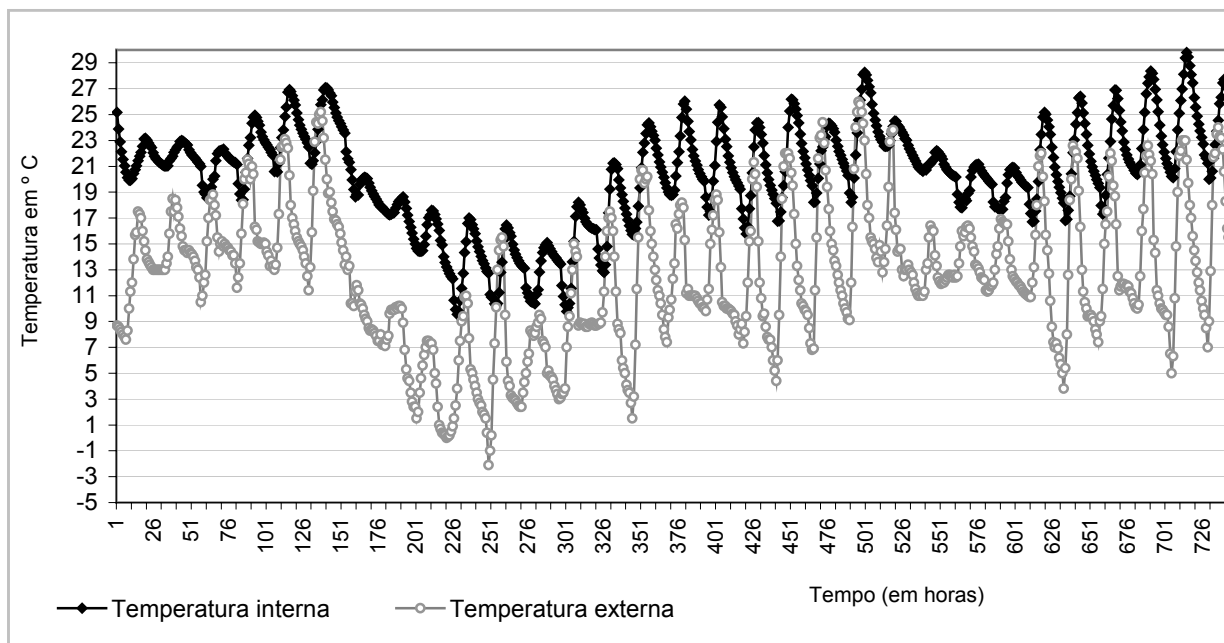


Figura AP5.2- Simulação do protótipo (Curitiba) para o período de 1º à 30 de julho

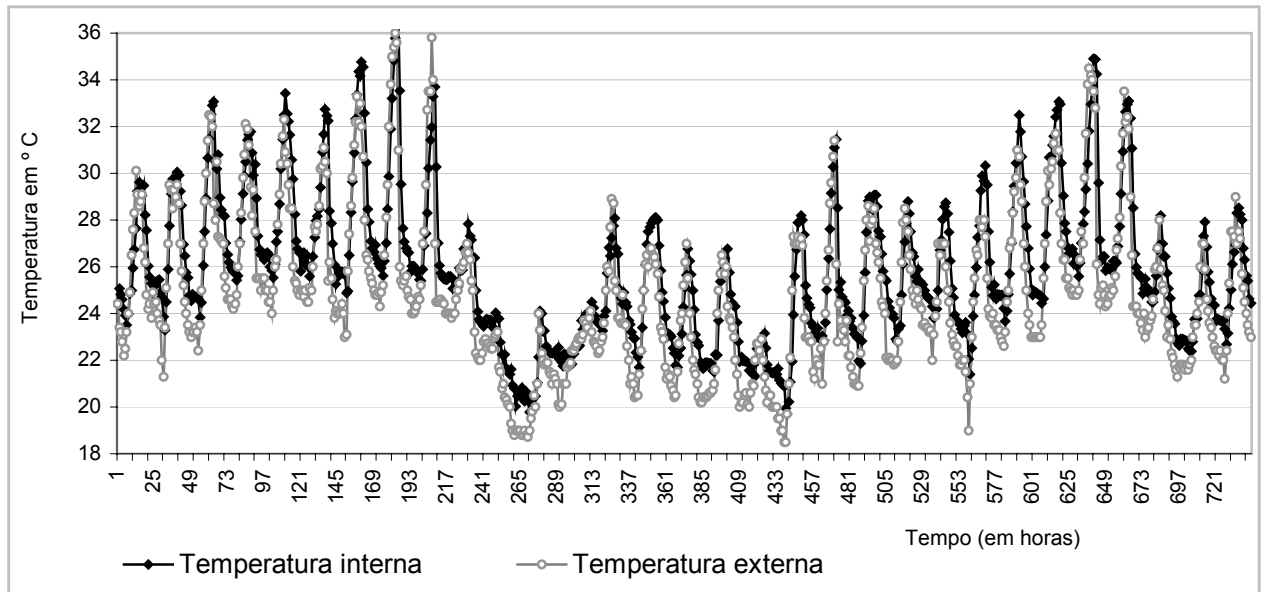


Figura AP5.3- Simulação do protótipo (Florianópolis) para o período de 1<sup>o</sup> à 31 de janeiro

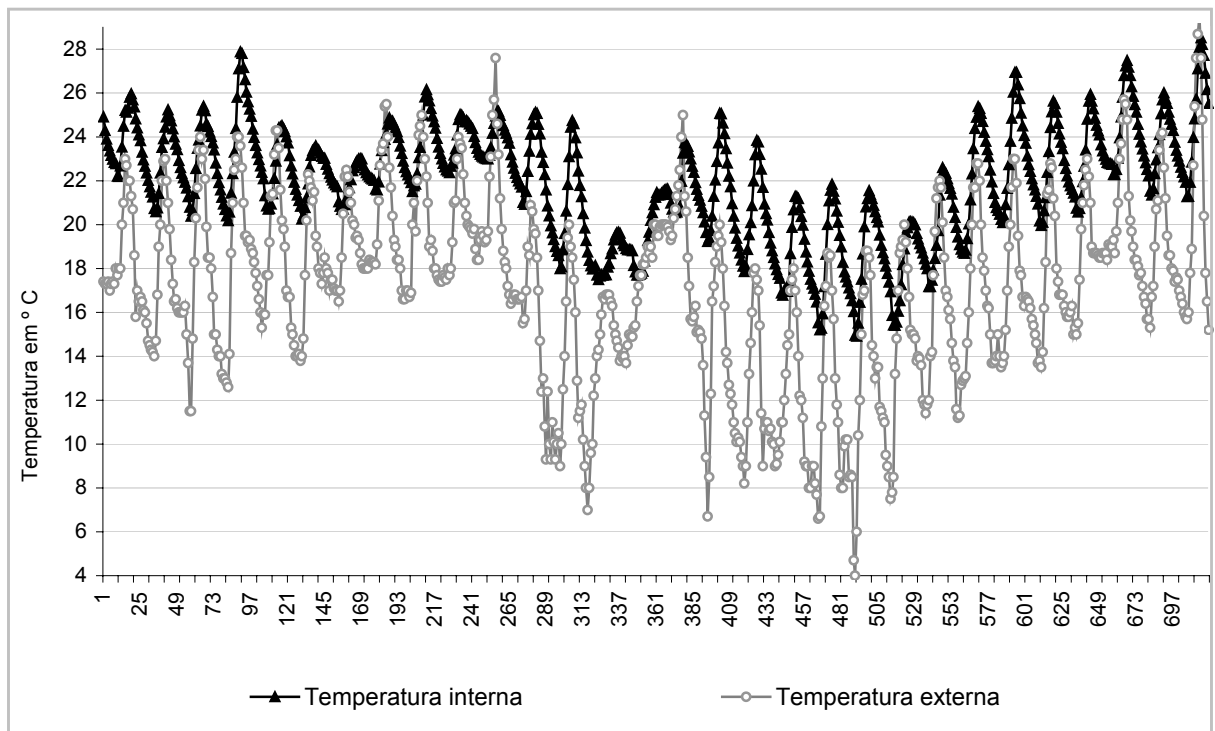


Figura AP5.4- Simulação do protótipo (Florianópolis) para o período de 1<sup>o</sup> à 31 de junho

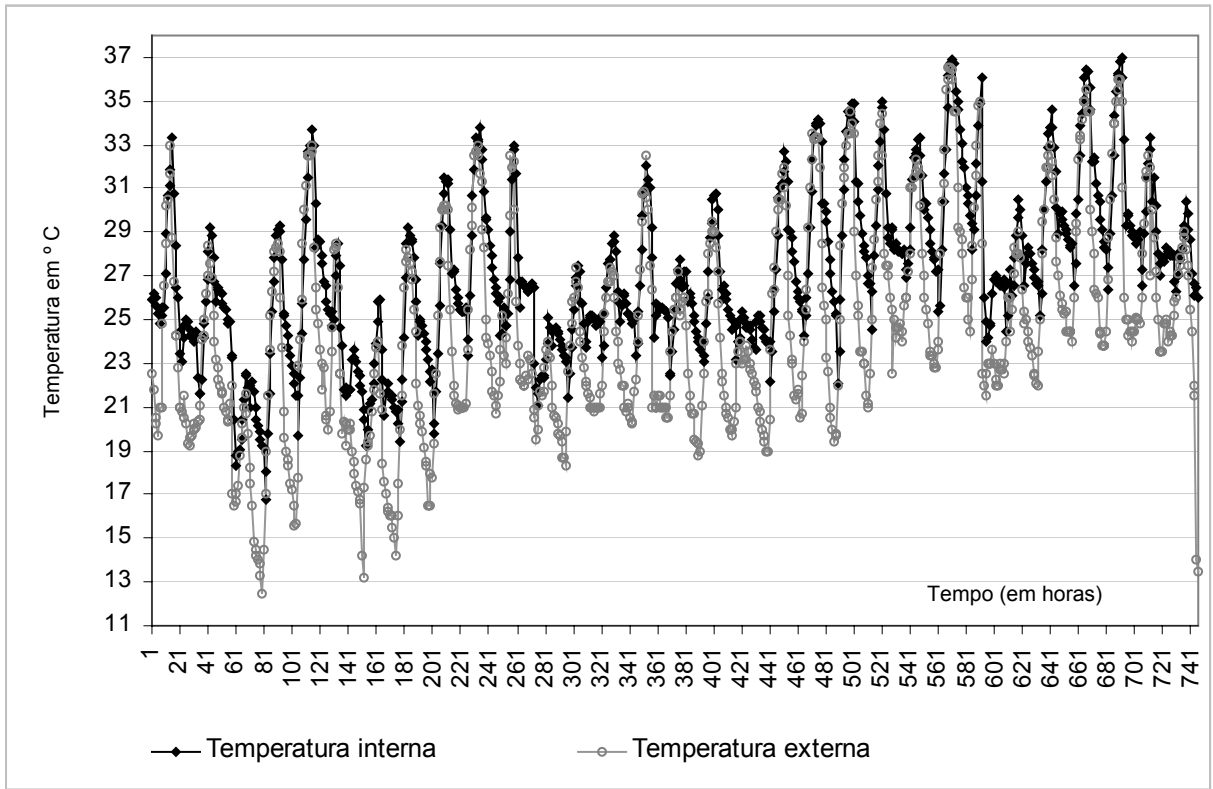


Figura AP5.5- Simulação do protótipo (Porto Alegre) para o período de 1º à 31 de janeiro

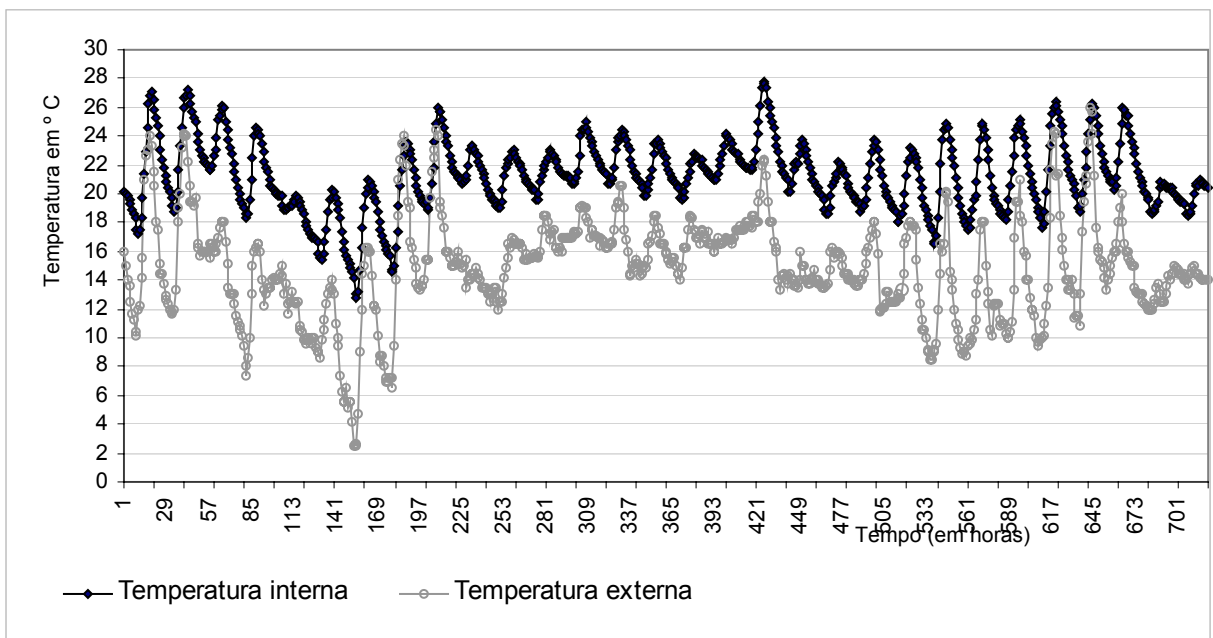


Figura AP5.6- Simulação do protótipo (Porto Alegre) para o período de 1º à 31 de junho



Procedimento de inspeção de serviços			
Obra:			Folha
Etapa	Sub-etapa	Serviço	Planilhas de referência
ITEM N.	ITEM DE VERIFICAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	
01			
02			
03			
04			

Quadro AP 6.2- Ficha de procedimento Fonte: BRAGA&amp; SHIMBO (Adaptado),2000

Ficha de verificação de serviços				
			Folha	
Etapa	Sub-etapa	Serviço	Planilhas de referência	
Equipe			Data	
Condições para o início da execução do serviço			sim	não
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Observações				
Verificações de rotina		Aprovado/ rejeitado		Observações e ações
		1	2	

Quadro AP6.3- Ficha de verificação de serviços Fonte: BRAGA &amp; SHIMBO (ADAPTADO), 2000

Ficha de dados do arquitetônico/ especificações técnicas								
							Folha	
Endereço								
Proprietário								
DADOS DO PROJETO								
Forma do terreno				Dimensões do terreno				
( ) Regular		( ) Irregular		Largura			Profundidade	
Número de dormitórios			Área			N. de pavimentos		
ESPECIFICAÇÕES								
FUNDAÇÃO								
Especificações								
Relação entre o volume de concreto utilizado na fundação e a área construída:							Volume de concreto/ área construída:	
I= VC/A real      VC→volume de concreto    Areal → área construída								
PAINÉIS/ PAREDE								
PAREDES INTERNAS					PAREDES EXTERNAS			
Painel N.	quantidade	painel1	painel2	Painel N	quantidade	Painel 1	Painel 2	
Relação entre o volume de produtos de madeira e a área construída								m3/m2
IVM=Vpm/A real      IVM→ volume de madeira em relação a área construída (m3/m2) Vpm→volume total de madeira consumida    A real→ área da construção								
ESQUADRIAS								
Denom.	Vão LxH	Peitoril	Material	Especificações				
J1	115 X 100	110	eucalipto	2 folhas pivotante, vidro 3mm				
JB	80 X 60	150	eucalipto	Alumínio natural, Max. ar				
PO70	70 X 210	-	eucalipto					
PO80	80 X 210	-						
PO80E	80 X 210	-						
REVESTIMENTOS					TELHADO			
PISO					PAREDE			

Quadro AP6.4- Ficha de dados do projeto arquitetônico

Ficha de dados- instalações/ especificações técnicas			
			Folha
Área da edificação	n. de pontos hidráulicos	n. de pontos elétricos	
Comprimento Total da tubulação de água fria		Comprimento dos eletrodutos	
Quantitativo de material hidráulico		Especificações instalações hidráulicas	
Quantitativo de material elétrico		Especificações instalações elétricas	

Quadro AP6.5- Ficha de dados instalações

Ficha de avaliação pós-ocupação									
		Folha							
Como você classifica a qualidade da edificação como um todo em relação aos seguintes aspectos:									
FI=fortemente	I= insatisfatório	LI=levemente insatisfatório	LS= levemente satisfatório	S= satisfatório	FS= fortemente satisfatório				
				FI	I	LI	LS	S	F S
<b>Condições Naturais de conforto</b>									
01	Temperatura interna no inverno								
02	Temperatura interna no verão								
03	Iluminação dos ambientes								
04	Isolamento acústico								
05	Ventilação dos ambientes								
<b>Instalações</b>									
06	Qualidade das instalações elétricas								
07	Quantidade e localização das tomadas interruptores e pontos de luz								
08	Qualidade das instalações hidráulicas								
09	Quantidade e localização os pontos hidráulicos								
<b>Estética dos materiais de acabamento interno- externo</b>									
11	Azulejos								
12	Louças sanitárias								
13	Pisos								
14	Metals Sanitários								
15	Fechadura								
16	Janelas e portas								

Quadro AP6.6- Ficha avaliação pós ocupação