

XV COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. IBAPE/SP

NATUREZA DO TRABALHO: PERICIAL

PATOLOGIA ORIUNDA DA AÇÃO EÓLICA NAS EDIFICAÇÕES.

Resumo

Trata-se da análise e constatação, através de Perícia, de patologias em grupamento de edificações multifamiliares construídas em blocos de concreto estrutural com cobertura em telhas cerâmicas. Localizadas em região aberta e sujeita à ação de intempéries. Problemas patológicos surgiram de forma constante nas edificações, principalmente nos telhados. Foram realizados testes nas telhas, verificação da inclinação dos telhados e impactos gerados na edificação como um todo. Na conclusão dos estudos verificou-se que a ação eólica na Região ocasionou danos em praticamente todas as edificações, com movimentação das telhas cerâmicas.

PALAVRAS CHAVE: Patologia – ação eólica – alvenaria estrutural

INTRODUÇÃO

Apresentaremos no presente trabalho uma perícia oriunda de problemas patológicos em um grupamento de edificações multifamiliares na cidade do Rio de Janeiro.

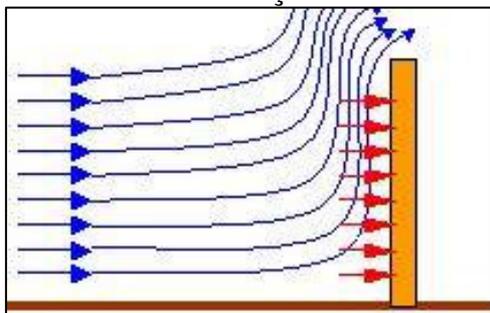
Após vários estudos nos projetos, vistorias, exames laboratoriais e análises diversas, concluiu-se em laudo pericial, que os problemas existentes eram oriundos da ação eólica nas edificações. A região onde o grupamento foi implantado era muito descampada e sujeita a forte ação dos ventos. Tal impacto gerou uma série de problemas que serão demonstrados no presente trabalho.

Antes de apresentar o caso propriamente dito, apresentaremos o estudo realizado sobre a ação do vento nas edificações, a Norma analisada, relacionada à ação do vento, e os conceitos de edificação estrutural utilizados no laudo pericial.

AÇÃO DOS VENTOS

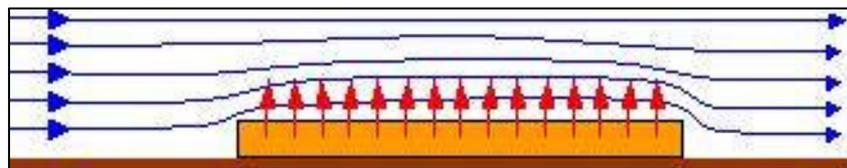
O vento exerce pressões e sucções de forma variada, contínua e intermitente dependendo de sua velocidade, ocasionando efeitos indesejáveis. O vento sopra em diversas direções e auxilia a penetração das águas da chuva. Os variados movimentos possuem nomenclaturas específicas, tais como: barlavento, paralelo, etc.

O movimento denominado “barlavento” produz um esforço de pressão sobre as telhas cerâmicas, empurrando-as na direção e sentido do mesmo.



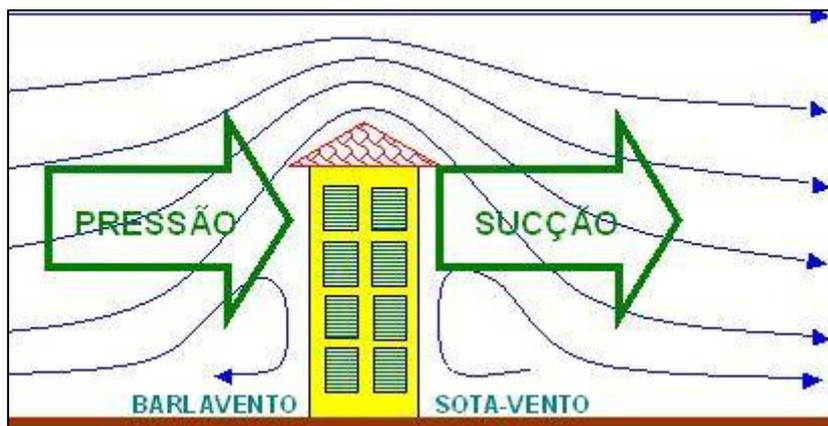
Croqui da pressão do vento barlavento

O movimento denominado “paralelo” produz um esforço de sucção vertical sobre as telhas cerâmicas empurrando o telhado na direção perpendicular ao fluxo das lufadas, ou seja, puxa-o para cima.



Croqui do movimento “paralelo”

O vento cria ainda uma pressão interna, que também gera pressões nas telhas cerâmicas nas suas diversas direções.



Croqui da ação dos ventos nos blocos do condomínio

Os valores mínimos das cargas acidentais produzidas pelo vento devem ser considerados no cálculo das estruturas de edifícios, conforme Norma Brasileira NBR 6.123, quanto mais alta a edificação maior será o impacto da ação dos ventos.

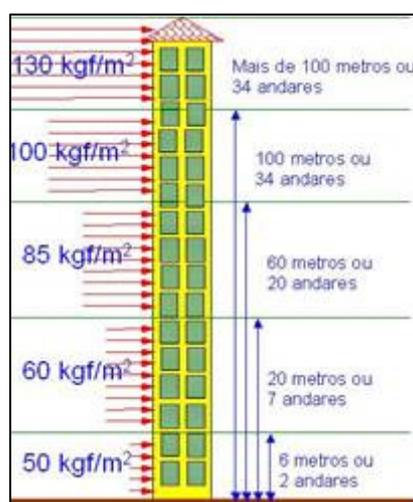


Diagrama da ação do vento.

A NBR 6.123 de junho de 1988 estuda “*Forças devidas ao vento em edificações*”. Essa norma tem o objetivo de fixar as condições exigíveis nas edificações em função das forças devido à ação estática e dinâmica do vento.

O vento normalmente não é um problema em edificações baixas, com estruturas resistentes, mas tal fato não ocorreu no caso que será apresentado, onde em projeto, não se pensou no vento, quando se escolheu o telhado a ser executado.

A ação dos ventos sempre deve ser detalhadamente estudada no cálculo de estruturas esbeltas. As considerações para determinação das forças devidas ao vento são regidas e calculadas de acordo com a NBR 6123/1988.

Muitas patologias ocorrem em edificações de grandes vãos livres, tais como hangares, pavilhões, coberturas de estádios, ginásios cobertos. Ensaios em túneis de vento mostram que o máximo de sucção média aparece em coberturas com

inclinação entre 80 e 120, para certas proporções da construção, exatamente as inclinações de uso corrente na arquitetura em um grande número de construções.

As patologias mais comuns relacionadas à força eólica nas edificações são: contraventamento insuficiente de estrutura de coberturas; movimento de telhas com deficiência na fixação das mesmas; deformabilidade das edificações; paredes e fundações inadequadas.

A norma descreve e define os movimentos e pressões da ação do vento: barlavento, sobrepessão, sotavento, sucção.

A seguir transcrevemos as definições fornecidas na norma.

“3.1 Barlavento - Região de onde sopra o vento, em relação à edificação.”

...

3.3 Sobrepessão - Pressão efetiva acima da pressão atmosférica de referência (sinal positivo).

3.4 Sotavento - Região oposta àquela de onde sopra o vento, em relação à edificação.

3.5 Sucção - Pressão efetiva abaixo da pressão atmosférica de referência (sinal negativo).

3.6 Superfície frontal - Superfície definida pela projeção ortogonal da edificação, estrutura ou elemento estrutural sobre um plano perpendicular à direção do vento (“superfície de sombra”).

3.7 Vento básico - Vento a que corresponde a velocidade básica V_o .

3.8 Vento de alta turbulência - Vento que obedece às prescrições de 6.5.3.

3.9 Vento de baixa turbulência - Vento que se verifica em todos os demais casos.”

No estudo da ação dos ventos das edificações, principalmente nos cálculos estruturais, vários fatores devem ser estudados, tais como: o relevo da região, a velocidade básica do vento, a rugosidade do terreno, dimensões da edificação e os efeitos dinâmicos que podem vir a ocorrer.

A velocidade básica é a velocidade de uma rajada de 3 segundos exercida em média uma vez em 50 anos, principalmente em campo aberto e plano. Pode-se verificar tal conceito na Norma, item 5.1, tal como a seguir transcrito:

“A velocidade básica do vento, V_o , é a velocidade de uma rajada de 3 s, excedida em média uma vez em 50 anos, 10 m acima do terreno, em campo aberto e plano.”

Para análise da velocidade básica deve-se observar o gráfico das isopletras no mapa brasileiro. Essas velocidades foram processadas estatisticamente, com base nos valores de velocidades máximas anuais medidas em aproximadamente 50 cidades brasileiras. A NBR 6123 desprezou velocidades inferiores a 30 m/s. Considera-se que o vento pode atuar em qualquer direção e no sentido horizontal.

As isopletras são linhas imaginárias que sobre um mapa unem os pontos de mesmo valor.

A seguir demonstramos o mapa brasileiro das isopletras da velocidade básica do vento, contido na NBR 6123.

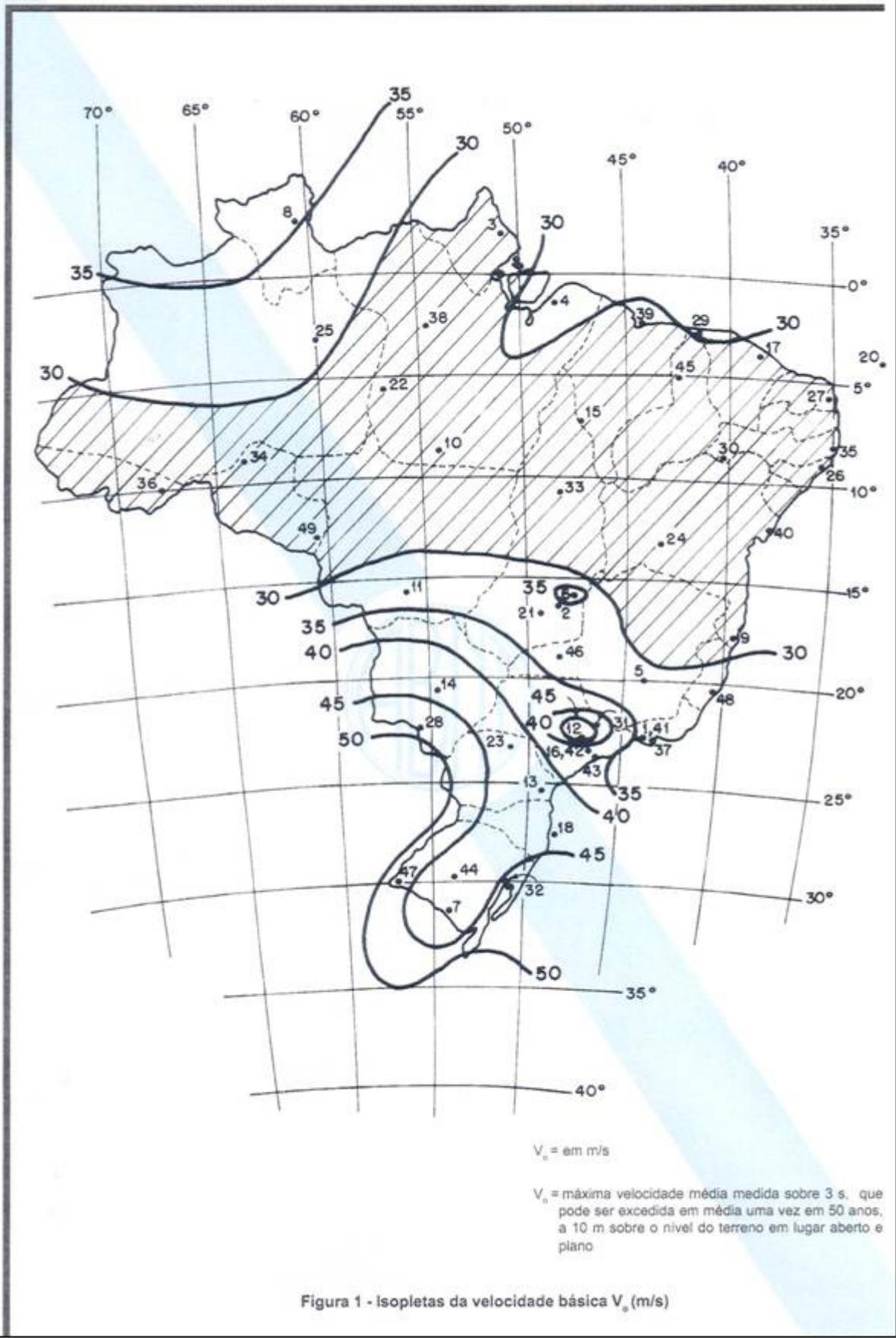


Figura 1 - Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s)

Na norma a rugosidade é analisada diante de 5 categorias a seguir transcritas.

“Categoria I: Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5 km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente. Exemplos:

- mar calmo;
- lagos e rios;
- pântanos sem vegetação.

Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. Exemplos:

- zonas costeiras planas;
- pântanos com vegetação rala;
- campos de aviação;
- pradarias e charnecas;
- fazendas sem sebes ou muros.

A cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a 1,0 m.

Categoria III: Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. Exemplos:

- granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos;
- fazendas com sebes e/ou muros;
- subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas.

A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 3,0 m.

Categoria IV: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. Exemplos:

- zonas de parques e bosques com muitas árvores;
- cidades pequenas e seus arredores;
- subúrbios densamente construídos de grandes cidades;
- áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas.

A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10 m.

Esta categoria também inclui zonas com obstáculos maiores e que ainda não possam ser consideradas na categoria V.

Categoria V: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados. Exemplos:

- florestas com árvores altas, de copas isoladas;
- centros de grandes cidades;
- complexos industriais bem desenvolvidos.

A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual ou superior a 25 m.”

Definidos os conceitos passemos a análise de um caso pericial efetivo para verificação da ação do vento no grupamento residencial multifamiliar edificado em terreno com rugosidade de categoria II, conforme demonstrando pela NBR 6123.

Na análise pericial, primeiramente se realizou um estudo detalhado das peças cerâmicas do telhado, que no presente caso eram telhas tipo “portuguesas” composta de encaixe. Foram realizados ensaios diversos conforme prescreve a NBR 15.310/2005. Foram realizados ensaios: de planaridade; retilineidade; impermeabilidade; determinação da carga de ruptura à flexão; determinação da massa e da absorção d’água. Todos os ensaios se mostraram normais, não havia problemas com as telhas cerâmicas.

Em segunda análise realizou-se um estudo detalhado do projeto, observando as inclinações dos telhados de cobertura e do projeto estrutural, não se verificando qualquer tipo de irregularidade.

Nas vistorias realizadas confirmou-se a inclinação projetada, assim como as especificações realizadas.

Em vistorias também se pode observar que as edificações localizadas em regiões com maior impacto dos ventos estavam sendo mais agredidas, que as edificações mais internas do grupamento. Dessa forma, os estudos se voltaram para a ação dos ventos na região e os impactos gerados nas edificações.

Realizou-se um estudo detalhado do impacto do vento nas edificações locais, mediante os preceitos da NBR 6.123 já resumidamente demonstrados.

Verificamos em vistoria que as unidades localizadas no 2º pavimento possuíam problemas de umidade nos telhados e paredes, algumas com maior nível de agressão, como já relatado. Na vistoria verificou-se que a estrutura em blocos de concreto estruturais encontrava-se íntegra, porém esse tipo de estrutura submetido a esforços não computados do telhado passa a sofrer pressões. Caso o problema das coberturas e conseqüentes infiltrações não sejam sanados, os próximos danos aparecerão nas paredes estruturais, o que comprometerá toda a edificação.

O laudo pericial foi necessário para acabar com o litígio e para definir os caminhos que deveriam ser efetivamente tomados para eliminar os problemas patológicos existentes em função da ação dos ventos nas edificações.

Passaremos a análise do caso específico.

CASO ESPECÍFICO: GRUPAMENTO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO.

DA LOCALIZAÇÃO

O grupamento de edificações residenciais multifamiliar localiza-se na zona oeste do Rio de Janeiro, local muito descampado e sujeito a um grande impacto e ação dos ventos e chuvas.



Foto nº 2: Vista do grupamento.



Foto nº 3: Vista da edificação padrão.



Foto nº 4: Vista do grupamento.



Foto nº 5: Vista da edificação padrão do grupamento.



Foto nº 6: Vista do grupamento.

VISTORIA E ANÁLISE DA SITUAÇÃO

As edificações multifamiliares do grupamento foram vistoriadas e em grande maioria ocorrem problemas de passagem das águas das chuvas em momentos de tempestades com vento. A principal causa aparente é o encaixe das telhas. Em dias de vento e chuva a água penetra nos vazios existentes entre telhas das unidades residenciais localizadas no 2º pavimento dos blocos.



Foto n°7: Vista da colocação das telhas na cobertura.



Foto n°8: Vista do telhado com deficiência de encaixes.



Foto n° 9: Vista do telhado com deficiência nos encaixes.



Foto n° 10: Vista do telhado com deficiência nos encaixes



Foto n° 11: Vista do telhado com deficiência nos encaixes.



Foto n°12: Vista do telhado com deficiência nos encaixes.



Foto n°13: Vista do telhado com deficiência nos encaixes.



Foto n°14: Vista do telhado com deficiência nos encaixes.



Foto n°15: Vista do telhado com telhas deslocadas.

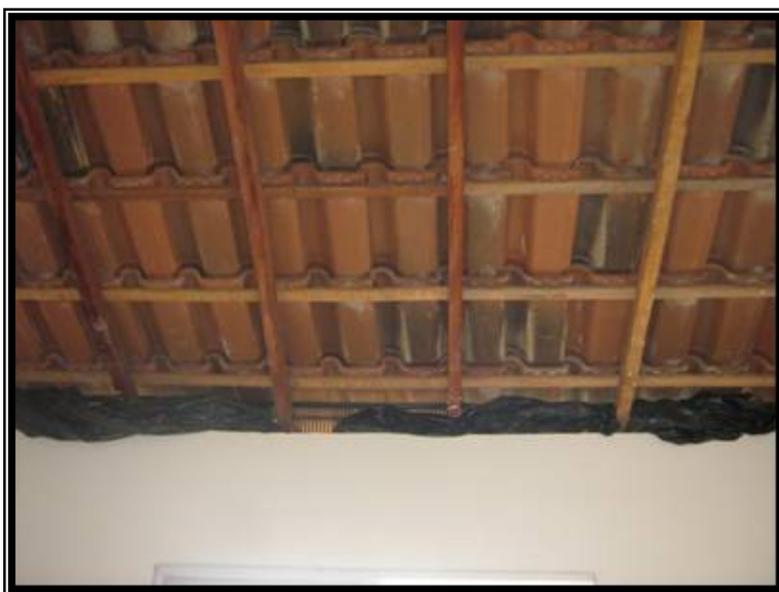


Foto n°16: Colocação de plástico para evitar a ação das águas da chuva, deficiência de vedação – deslocamento das telhas.

TELHA CERÂMICA

A cobertura dos blocos foi executada em telhas cerâmicas, modelo “portuguesa”. Essa telha requer uma inclinação mínima da cobertura de 30%. No local a cobertura foi executada com caimento adequado, dessa forma está executado corretamente. O rendimento usual desse tipo de telha é de 16 peças por m².

Foram realizadas análises nas telhas, no qual se verifica que a determinação do percentual de absorção d’água, a carga de ruptura à flexão e a impermeabilidade encontram-se dentro dos parâmetros exigidos pela NBR 15.310 de 2005.



Foto n°17: Vista da telha cerâmica tipo portuguesa utilizada na cobertura das edificações.



Foto n°18: Vista da telha cerâmica tipo portuguesa utilizada na cobertura das edificações.

BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAIS

Na alvenaria estrutural a estrutura é formada pelas próprias paredes, desta forma é necessário um cuidado redobrado na execução e na especificação de projetos para se evitar futuros problemas.

No processo construtivo da alvenaria estrutural utilizam-se as paredes para resistir às cargas, em substituição aos pilares e vigas, dessa forma há exigências diferenciadas para os projetistas que devem buscar soluções que potencializem as vantagens do sistema obtendo-se maior qualidade e economia, sendo aplicáveis a vários tipos de uso. No anteprojeto devem ser definidas quais as paredes que serão estruturais e quais serão apenas de vedação, definindo-se também os tipos de blocos que serão utilizados em cada caso. Existem blocos especiais tais como: bloco canaleta estrutural, bloco hidráulico estrutural, etc.

Os projetos devem ser realizados de forma integrada devendo sempre ser supervisionado por um responsável pelo projeto global, os projetos não devem ser realizados separadamente sem uma visão do conjunto e sem interferências de um projeto sobre o outro, evitando-se, por exemplo, cortes e rasgos desnecessários. O ideal é a coordenação dos projetos de maneira a solucionar eventuais interferências entre as partes do projeto elaboradas por profissionais distintos.

A movimentação do madeiramento e das telhas cerâmicas de cobertura no presente caso, se não forem efetivamente sanados, podem vir a gerar problemas nas paredes estruturais não previstos em projeto.

ANÁLISE DA SITUAÇÃO

Verificou-se no histórico dos acontecimentos que foi realizada uma primeira intervenção, onde a tentativa de sanar o problema fez-se por meio da colocação de sistema de vedação com aplicação de rejunte e colocação de massa na cumeeira e nos encaixes de sobreposição das telhas. A massa utilizada, de areia e cimento, tem característica de pouca maleabilidade, não absorvendo pequenas variações dimensionais que ocorrem quando há grande incidência de chuvas, ventos ou insolação. Porém neste bloco, especificamente, o problema se agravou. Dessa forma esse procedimento foi descartado.



Foto n°19: Vista da telha cerâmica com colocação de massa na cumeeira e nos encaixes das telhas.

Em vistoria verificou-se que de uma forma geral, outra tentativa foi à amarração do telhado. As duas primeiras fileiras inferiores de telhas estão amarradas ao madeiramento por arames e as demais se encontram apenas justapostas. Tal procedimento também não foi satisfatório.

Houve um claro erro de projeto na escolha das telhas na cobertura das edificações. A telha permite a passagem de chuva entre os pontos de encaixe, devido à movimentação em função da forte ação eólica no local. Em dias de chuva, as unidades do 2º pavimento ficam totalmente úmidas. Em muitas unidades vistoriadas a ação é mais agressiva, originando infiltrações e danificando aparelhos e instalações elétricas existentes.

A construtora deverá arcar com a solução da questão para minimizar os prejuízos dos moradores no local.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Trata-se de local muito exposto à ação dos ventos e das chuvas. As edificações do grupamento constituem-se, de blocos de apartamentos construídos com grande afastamento entre eles.

No caso em tela os blocos foram construídos com 2 pavimentos e cobertura em telhas cerâmicas sobre madeiramento, com caimento entre 33 a 35%. Foram utilizadas telhas cerâmicas tipo “portuguesa”. O telhado existente foi

adequadamente executado, com caimento conforme o preconizado e dentro dos padrões normais;

Nos ensaios realizados nas telhas não se verificou qualquer problema nas mesmas. Foram realizados ensaios de: de planaridade; retilineidade; impermeabilidade; determinação da carga de ruptura à flexão; determinação da massa e da absorção d'água. Os parâmetros encontram-se dentro dos exigidos pela NBR 15.310 de 2005.

A telha portuguesa utilizada apresenta uma reentrância em uma de suas extremidades que propicia maior passagem da água sob vento.

Em análise detalhada do caso verificou-se que o vento estava ocasionando um movimento nas telhas cerâmicas e gerando pontos mal vedados nos encaixes por onde penetra a água da chuva danificando as edificações.

Houve um erro de projeto na escolha das telhas para o local. Esse erro deverá ser reparado pela Construtora, pois vem ocasionando infiltrações de formas diversas nas edificações, principalmente nas unidades localizadas no 2º pavimento, que recebem a ação direta das águas das chuvas.

Diante de todos os fatos no presente caso, o ideal para solucionar os problemas patológicos existentes no telhado em função da ação eólica local é a substituição das telhas cerâmicas por telhas onduladas tipo "onduline" que possuem maior superfície de cobertura e resistência à ação das intempéries, melhor encaixe e vedação.

Essas telhas são constituídas por uma monocamada de fibras orgânicas, impregnadas de asfalto, podendo ter pigmentação. A cor é obtida durante o processo produtivo, onde é associada uma resina para proteção contra raios UV e escamação da superfície. Possuem alta resistência mecânica em função das fibras longas e trançadas de sua constituição. São muito leves, com baixa transmissão termo-acústica e boa resistência a intempéries e ventos fortes.

São ecologicamente sustentáveis, pois são produzidas com fibras vegetais recicláveis e resinas especiais não contendo amianto.

Especificações:

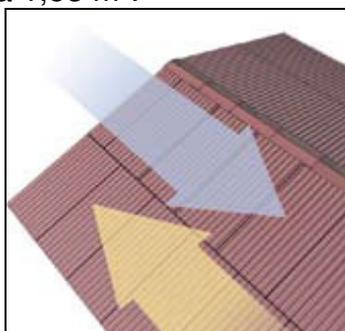
Peso para efeito de cálculo estrutural: 3,9 Kg/ m²

Peso por telha: 6,4 Kg

Quase não absorvem água – 0,1% do seu peso.

Medidas: 95 cm x 2,00 m

Área útil de cobertura por telha 1,53 m².



Sentido dos ventos

Na execução é importante observar o sentido dos ventos. O início da colocação das telhas deverá ser realizado no sentido oposto aos ventos

predominantes. Deverá se utilizar metade de uma telha para realizar a segunda fiada como forma de evitar quatro sobreposições.

É importante seguir as instruções do fabricante na realização da manutenção periódica e preventiva das telhas o que garantirá sua longevidade.

Mesmo com a substituição do tipo de telha, como se trata de um local sujeito a ação intensa dos ventos recomenda-se uma inspeção anual dos telhados, verificando-se a situação e se substituindo eventuais telhas danificadas ou deslocadas.

BIBLIOGRAFIA

- Blessmann, Joaquim, *Introdução ao Estudo das Ações Dinâmicas do Vento*. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, 1998.
- Couri, Gilberto - Apostila de Patologia nas Edificações – Pós Graduação em Avaliações e Perícias de Engenharia – IEL/ UFF, 2003.
- DICIONÁRIO AURÉLIO BÁSICO DA LÍNGUA PORTUGUESA, Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6.123 – *Forças devidas ao vento em edificações*, Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.310 – *Telhas cerâmicas*, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.
- SÁNCHEZ, E. – *Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto: Insumos Básicos, Aço, Blocos, Argamassas*. Engenharia Estudo e Pesquisa – Editora Interciência, v.3, 2000
- RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. – *Projeto de Edifícios em Alvenaria Estrutural* – Editora PINI - 2003
- ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. – *Construindo em Alvenaria Estrutural* - 1999