

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**O CASO DE UM VENTO FORTE: DIVERSAS INTERPRETAÇÕES NA INSPEÇÃO  
ESCLARECEDORA ALIADAS AO INTERESSE PARA O CONTRATANTE**

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**RESUMO:**

Para facilitar o entendimento, o caso é mostrado sob dois pontos de vista. Sendo que, primeiramente a inspeção predial mostra sob o ponto de vista do construtor, que insistia dizer que o sinistro foi em decorrência dos ventos fortes. Em seqüência, mostra-se que os ventos foram fortes, mas houve um relaxamento na execução. Ainda, como a obra já tinha cinco anos de execução e durante este período sofreu ventos de mesma intensidade na região, veio a sofrer um abalo na estrutura, que houve necessidade de ser feito reparo e reforços. O grande número de fotos foi para mostrar ao proprietário do pavilhão a dimensão dos fatos. Por fim, vem alertar que a Norma de *Forças devidas ao vento em edificações* precisa ser revista, e os cálculos de estrutura deve levar em conta este fator preponderante para a edificação suportar.

Palavras- chave: ***ventos fortes, normas de vento em edificação, fiscalização de obra, inspeção, relatório.***

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR- Normas Brasileiras

CC- Código Civil Brasileiro

CDC - Código de Defesa do Consumidor –

CPC- Código de Processo Civil

CONFEA- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CREA- Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

NCC- Novo Código Civil

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

CIRAN – Centro de Informações de Recursos e de Hidrometeorologia de Santa Catarina

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO: .....	5
1. ESTUDO DE CASO .....	6
2. DIVERSAS INTERPRETAÇÕES EXCLARECEDORAS ALIADAS AO INTERESSE DO CONTRATANTE: .....	9
3. INSPEÇÃO TÉCNICA DA BASE DE APOIO E DOS ELEMENTOS .....	20
4. INSPEÇÃO EM OUTROS LOCAIS: .....	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	34

## **XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

### **INTRODUÇÃO:**

Trata-se de um trabalho de inspeção em uma ampliação de um pavilhão industrial com 10.000 m<sup>2</sup> de área, onde ocorreu um evento de manifestação de vento forte e suas conseqüências.

O pavilhão em estrutura pré-moldada e telhado em estrutura metálica com telhas de aluzinco já existia há 6 anos e houve necessidade de ser ampliado. Esta ampliação exigia três decks laterais e uma ampliação frontal. Estas ampliações foram feitas em estrutura de concreto, com cobertura em estrutura metálica.

O construtor contratou uma serralheria, para confeccionar a estrutura metálica do telhado, onde foi feito projeto por um profissional registrado no CREA. A obra tinha um engenheiro de execução e um construtor com inúmeras obras já executadas.

A montagem da estrutura estava considerada pelo construtor executada e montada, inclusive com as telhas de aluzinco. Quando em novembro de 2009, os ventos e chuvas fortes castigaram a região, inclusive com alguns tornados localizados, que se formam de uma hora para outra sem sequer dar tempo de comunicação. Foi no dia 19 de novembro de 2009, uma nuvem escura se formou e veio em direção à cidade de Araranguá, ao sul do estado de Santa Catarina. A velocidade foi muito grande, pois não deu tempo de tomar qualquer medida provisória, tais como mandar fechar portas, janelas, portões e toda e qualquer aberturas para evitar o vento e as chuvas.

O vento forte levantou o telhado do deck, que havia sido feito recentemente e com aproximadamente 6 toneladas de ferro jogou a 80 metros adiante, totalmente retorcido e muitas telhas voaram mais de 200 metros.

O construtor ao se defender disse que foi o vento forte o causador para ter arrancado a estrutura. O proprietário do pavilhão queria ter a certeza que foi o vento, ou que não foi o vento e assim pediu a própria equipe técnica de sua empresa, composta por engenheiros e técnicos para fazer uma inspeção e assim foi feita e documentada em fotos. O relatório foi apresentado para o proprietário do pavilhão, para o construtor e sua equipe técnica, e também para o serralheiro.

## **XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

### **1. ESTUDO DE CASO**

O vento atua principalmente em estruturas esbeltas, com vãos grandes e de pé direito altos, não é um problema em construções baixas e pesadas com paredes grossas.

As considerações para determinação das forças devidas ao vento são regidas e calculadas de acordo com a NBR 6123/1988 “*Forças devidas ao vento em edificações*”.

Nada mais normal e que deveria ser rotineiro se fazer uma Inspeção Predial após um sinistro envolvendo uma obra. Nos dias atuais, a Inspeção Predial já está se tornando uma realidade necessária.

Os problemas decorrentes dos fatores endógenos e exógenos podem ser discutidos e solucionados extrajudicialmente por Inspeções Técnicas que determinem objetivamente as anomalias, suas origens e respectivas recomendações corretivas.

Quando nos deparamos com fatores naturais provenientes da imprevisível ação da natureza, tais como deparamos neste caso, de um vento muito forte, justamente na etapa de construção da ampliação do pavilhão, pode vir a ocorrer danos que coloquem em risco a edificação e aos funcionários da obra.

A recomendação da vistoria técnica faz-se necessária para determinar o grau de comprometimento da estrutura e entender o que se passou provocando os danos.

Diante da ocorrência, fica o fato das desculpas que foi o vento, mas será que foi o vento?

O laudo de Inspeção Predial é a ferramenta básica para dirimir as causas dos problemas apurados.

Os problemas construtivos da edificação nova ou em construção são de responsabilidade dos construtores e incorporadores, no que estabelece o Código de Defesa do Consumidor, artigo 12, que determina danos causados aos consumidores por defeito de projeto, fabricação, construção e montagem de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.

## **XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

Assim, sendo, as anomalias de origem endógena devem ser reparadas pelos construtores e incorporadores, observados os prazos legais e de garantia.

As anomalias de origem exógena devem ser reparadas pelos causadores desses danos, consoante está preconizado pelo art. 186 do Código Civil, ou seja: *“aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito”*.

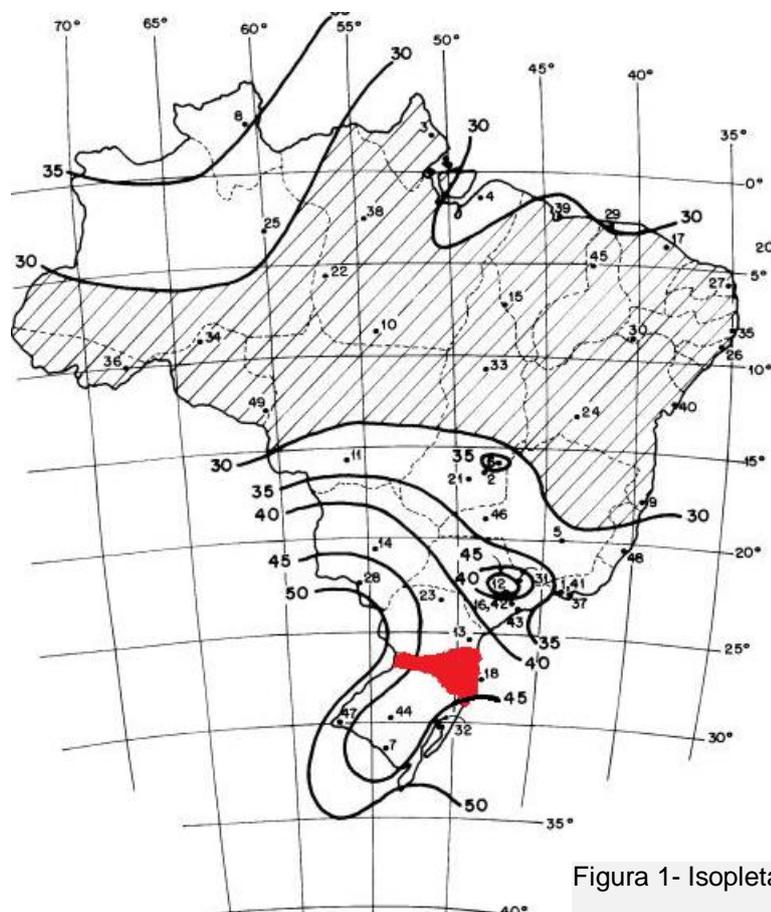
Não podemos esquecer que a responsabilidade pela periclitación em acidentes construtivos, decorrentes de fatores na construção, com destaque para os descuidos na montagem e construção da edificação, é atribuída ao construtor, consoante estabelecido em lei.

Os construtores não podem esquecer que as responsabilidades decorrentes de negligência com as condições técnicas de execução, inclusive o planejamento construtivo. E o engenheiro de execução deve dar a fiscalização e orientação necessária ao andamento da obra, pois também é o responsável técnico e tem sua responsabilidade e obrigações.

Desta forma com essa abordagem sobre responsabilidade civil na engenharia, deve ficar claro que, em caso de ato ilícito em obras, as penalidades serão aplicadas sobre os responsáveis, geralmente técnicos licenciados pelo CREA, independentemente da dimensão da obra, da experiência profissional, do tempo de formação ou do descaso com relação aos artigos contidos nos Códigos Civil e do Consumidor, tornando-se fatos de jurisprudência que poderão estar “negativamente” disponíveis a outros profissionais.

A Norma NBR 6123/1988 fixa as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para efeitos de cálculo de edificações. A seguir a figura 1 representando a isopletras, conteúdo da Norma NBR 6.123.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



No item 5 da NBR 6123/1988 Figura 1 - Isopletas da velocidade básica  $V_0$  (m/s)

$V$  = em m/s (converte-se para Km/h multiplicando por 3,6)

$V$  = máxima velocidade média medida sobre 3 s, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano

Ou seja, em nossa região sul catarinense poderá ter ventos de 144 km/h a 162 km/h.

O relatório de danos da defesa civil divulgou que os ventos no sul catarinense, chegaram a 103 Km/h.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**2. DIVERSAS INTERPRETAÇÕES EXCLARECEDORAS ALIADAS AO  
INTERESSE DO CONTRATANTE:**

Para ser apresentado ao contratante foi necessário apresentar um relatório fotográfico para mostrar de forma objetiva e que comprovasse o real problema. O sinistro ocorrido no dia 19/11/2009, devido a fortes ventos sobre a cidade de Araranguá SC, a informação do Relatório de Danos da Defesa Civil onde a Epagri/Ciram, comunicou que os ventos no sul catarinense chegaram a 103 km/h.

Francis Beaufort, (1774-1857), almirante britânico, criou uma escala, de 0 a 12, observando o que acontecia no aspecto do mar (superfície e ondas), em consequência da velocidade dos ventos. Desta forma proporcionou aos marinheiros inexperientes a estimarem a velocidade aproximada do vento, observando seus efeitos. Posteriormente, esta tabela foi adaptada para a terra.

Como os ventos podem ser classificados de acordo com a sua intensidade?

0 – calmaria: 0 a 2 km/h - fumaça eleva-se verticalmente.

1 – brisa: 2 a 6 km/h - fumaça inclina-se, indicando a direção e sentido do vento

2 - vento leve: 6 a 12 km/h -folhas agitam-se suavemente.

3 - vento fresco: 12 a 20 km/h - folhas e arbustos pequenos em movimento constante.

4 - vento moderado: 20 a 29 km/h - folhas e arbustos pequenos em movimento agitado.

5 - vento regular: 29 a 39 km/h - ramos maiores e árvores pequenas oscilam.

6 - vento forte: 39 a 50 km/h -.galhos e arbustos grandes em movimento.

7 - ventania fraca:.50 a 62 km/h -.árvores inteiras em movimento, dano a coberturas mal construídas. Difícil caminhar contra o vento. O vento é ouvido em edifícios.

8 - ventania moderada: 62 a 75 km/h - galhos finos e árvores fracas quebram-se. Troncos de árvores esbeltas oscilam. Coberturas leves são

## **XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

danificadas, principalmente na cumeeira e beirais. Desabamento de muros muito altos (2,5 a 3 m) e de tapumes comuns. Geralmente é impossível de caminhar.

9 - ventania forte: 75 a 88 km/h - galhos grossos e arbustos quebram-se. Árvores esbeltas podem ser derrubadas. Telhas e telhados leves são arrancados, topos de chaminés de alvenaria danificados, coberturas isoladas sofrem danos que podem chegar ao tombamento, ruptura de vidraças, casas simples (de madeira ou alvenaria pobre) são destruídas. Caminhões- baús vazios podem tombar. Antenas parabólicas e postes podem ser danificados. Pessoas podem ser lançadas ao solo pelas rajadas.

10 – vendaval: 88 a 102 km/h - árvores são quebradas ou arrancadas em grande número. Danos a plantações e bosques. Danos estruturais consideráveis: forros, telhas e telhados pesados são arrancados; danos a paredes de alvenaria; casas de alvenaria podem ser parcial ou totalmente destruídas; hangares são destelhados e mesmo arrancados de suas bases; tombamento de silos metálicos. Destruição ou arrancamento de revestimentos de fachadas, esquadrias e vidraças. Desabamento de muros comuns (1,8m). Torres de transmissão danificadas ou arrancadas de suas bases. Postes tombados.

11 – tempestade: 102 a 120 km/h -.danos generalizados e severos, tanto em estruturas como em plantações e bosques, que sofrem grandes devastações. Construções de alvenaria podem ser totalmente destruídas, bem como pavilhões industriais e afins. Mesmo construções com boa estrutura em concreto armado ou aço sofrem danos.

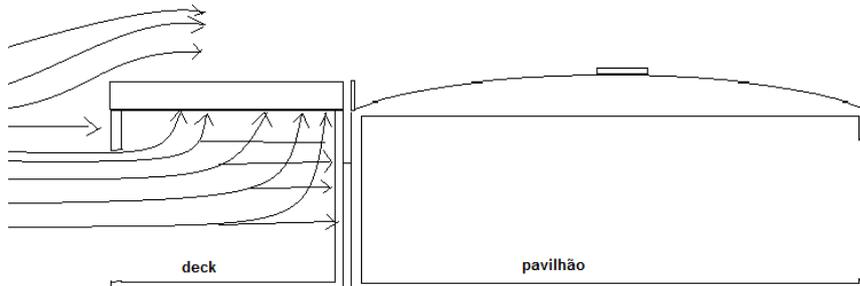
12 - furacão ou tufão: mais de 120 km/h -.extremamente violento e devastador, com danos ainda mais importantes que os ocasionados por uma tempestade.

O vento foi registrado com 103 Km/h, é considerado como tempestade, segundo Beaufort.

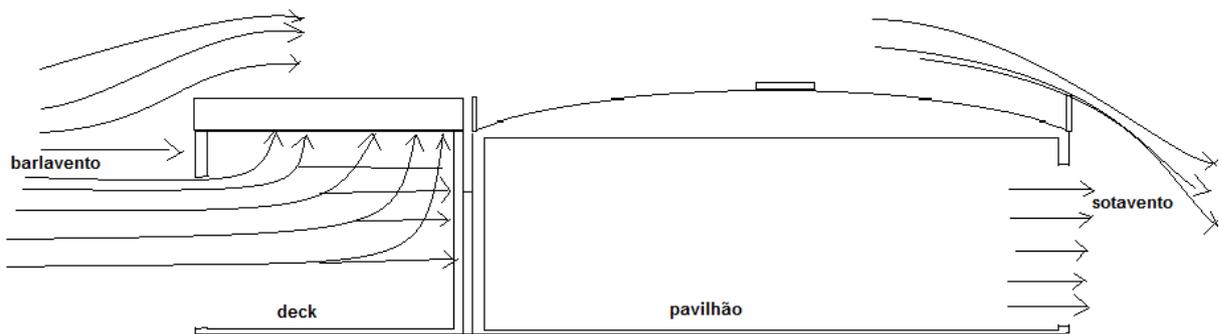
Ocorrência de barlavento. O vento forte produz um esforço de sobrepressão sobre o elemento, empurrando-o na direção e sentido do vento e na direção perpendicular ao vento. A abertura para a colocação do portão propiciou a canalização do vento (ver figura 4 e 6). Há também um esforço de pressão sobre o

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

elemento, empurrando-o na direção e sentido do vento. O croqui abaixo mostra os caminhos do vento, seguindo as orientações da NBR 6.123.



Ocorrência de sotavento. Produz um esforço de sucção sobre o elemento, puxando-o na direção e sentido do vento. O croqui abaixo mostra os caminhos do vento segundo a Norma NBR 6.123.



Tanto a ação do barlavento como do sotavento foram registrados, pois as aberturas encontraram-se na condição para tal.

As imagens a seguir mostram as condições favoráveis, iniciando pela imagem de satélite onde mostra a cidade de Araranguá-SC, cidade praticamente plana, sem bloqueio dos ventos e as demais imagens as condições encontradas.

# XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

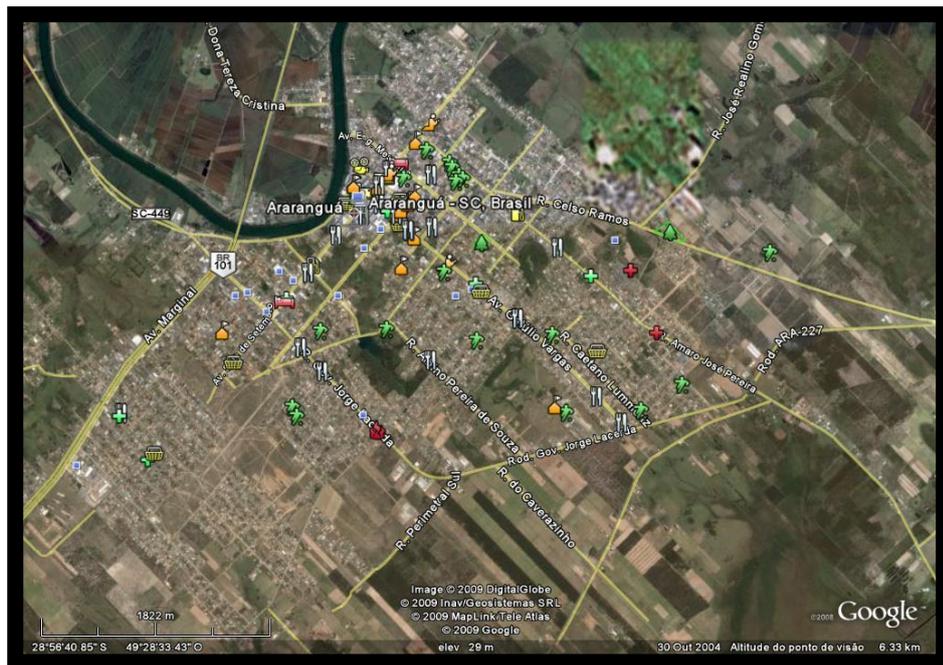


Figura 2 - Imagem do Google Earth em 2009, da cidade de Araranguá



Figura 3 - Vista aérea do pavilhão industrial antes de ser ampliado, com destaque em vermelho do local do futuro deck.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 4 - O deck foi construído em pilares em concreto armado moldados *in loco* com cobertura em estrutura metálica e telhas aluzinco. Observa-se as aberturas para colocação dos portões, que são 3, propicia o barlavento.



Figura 5 - Em 19/11/2009, o vento forte arrancou a estrutura metálica do telhado do deck, com área de 245,41 m<sup>2</sup>

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

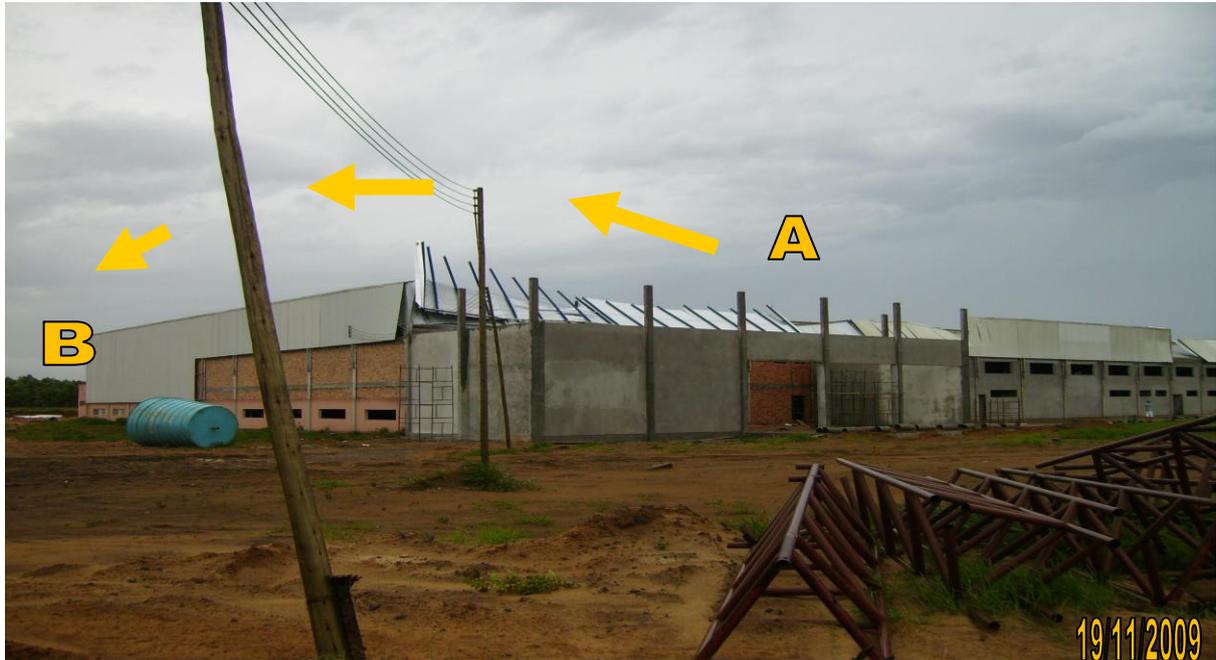


Figura 6 - A estrutura metálica voou por cima do pavilhão



Figura 7 – A estrutura metálica voou do ponto A para o ponto B, percorrendo uma distância de 80 metros.  
Em destaque, aberturas que propiciam o sotavento

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 8 - Demais pedaços de telhas voaram mais longe e chegaram a mais de 200 metros



Figura 9 - A estrutura metálica ficou retorcida

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 11 - Estrutura metálica retorcida e rasgada



Figura 10 - Detalhe dos furos onde estava fixada.



Figura 13 Estrutura metálica retorcida



Figura 12 Estrutura metálica retorcida



Figura 15 - Telhas e estrutura metálica retorcida



Figura 14 - Estrutura metálica retorcida

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 16 - Os furos de fixação com os pilares estavam arrombados



Figura 17 - No dia 29 de outubro de 2009, praticamente um mês antes do incidente. O pavilhão com a ampliação do deck aos fundos.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 18 - Minutos após o vento forte, o beiral em painéis metálicos e pilares foram atingidos com mais intensidade. O painel do beiral tinha uma extensão de 80,20m de comprimento com altura de 3,00m, total 240 m<sup>2</sup>



Figura 20 - Danos diversos na estrutura lateral, já mostrando que a estrutura pré-moldada era frágil para os ventos da região. Alguns painéis não resistiram e foram arrancados.



Figura 19 - Os painéis que resistiram exerceram uma pressão nas paredes que causou rompimento da estrutura de concreto e alvenaria



Figura 21: No detalhe o console trincado



Figura 22 - Internamente, no pilar de concreto pré-moldado, nas cabeças de apoio, houve rompimento. Acontecendo em outros consoles também.

### **3. INSPEÇÃO TÉCNICA DA BASE DE APOIO E DOS ELEMENTOS**

Na seqüência, mostra-se que os ventos foram fortes, mas houve um relaxamento na execução. Passou-se a verificar ponto a ponto onde a estrutura estava afixada e depois a observar a estrutura e a interface. A junção de materiais de comportamentos diferentes chama a atenção para as uniões, que precisam ser devidamente projetadas e executadas para assegurar o melhor desempenho ao conjunto. Existem várias maneiras de se resolver a união de vigas de aço com peças de concreto. A escolha e o dimensionamento de cada elemento de ligação variam em função das características dos componentes da estrutura e das cargas a que a ligação deverá suportar.

Durante a construção, a união pode ser feita, por exemplo, por:

- Chapas de aço de apoio;
- Chapas e pinos previamente deixados no concreto;
- Consoles feitos no concreto - alternativa que facilita a montagem das vigas sem necessidade prévia de colocação de chapas com pinos que são posicionadas durante a concretagem. Exige como medida de segurança a colocação de chumbadores para cisalhamento.

- Nichos previamente feitos no concreto – solução muito utilizada para apoios das vigas de aço nos pilares de concreto, mas que exigem mais cautela na montagem das vigas, devido às dimensões dos nichos.

Após a construção pronta, a ligação de vigas de aço com pilares de concreto pode acontecer por meio de:

- Chumbadores de expansão - Este tipo de chumbador é constituído por uma haste de aço com uma capa na ponta que permite a abertura quando apertado, fixando-se por meio de aderência no concreto. São usados para fixações de pequena intensidade de carga;

- Fixadores com adesivos químicos - Este tipo de fixador é composto por uma barra roscada de aço junto com uma ampola ou cartucho de adesivo químico, que permite uma fixação rápida e segura. Possuem boa resistência à tração e ao corte. Em geral a resistência desses fixadores à tração varia de 9,3 a 168,7 kN.

## **XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

Enfim, seja qual for o esquema estrutural adotado o estudo das ligações entre estrutura metálica e os pilares de sustentação é importante para o desempenho de ambos os sistemas.

No caso encontrado a estrutura metálica estava assentada sobre o pilar em concreto com os parafusos previamente concretados, com o cuidado de ser feito um gabarito para dar a distância certa para os furos de a estrutura metálica coincidirem.

O que se pode observar que os furos da estrutura não coincidiram e houve necessidade dos furos serem arrombados para encaixarem na estrutura e ao transpassar ficou folgado. Tentou-se resolver colocando uma chapa furada, mas os furos também não coincidiram e o parafuso ficou praticamente solto. Outro agravante, que as arruelas não estavam nos lugares certos e as porcas não estavam apertadas, outras não estavam posicionadas e foram deixadas ao lado do parafuso, o que se pode comprovar quando estas enferrujaram e deixaram marcas ao lado da estrutura metálica.

O fato de o vento ter ocorrido de uma hora para outra, pegou o vão dos portões abertos e coincidiu a abertura para o vento forte, o que forçou uma pressão de baixo para cima e levantando a estrutura com o telhado.

A pressão da estrutura nos parafusos de fixação foi grande e não encontrou resistência. Se houvesse resistência seriam as telhas fixadas com parafusos autobrocantes que estourariam ao invés da estrutura metálica.

As figuras abaixo mostram o local e as ocorrências das conformidades e não conformidades:

XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

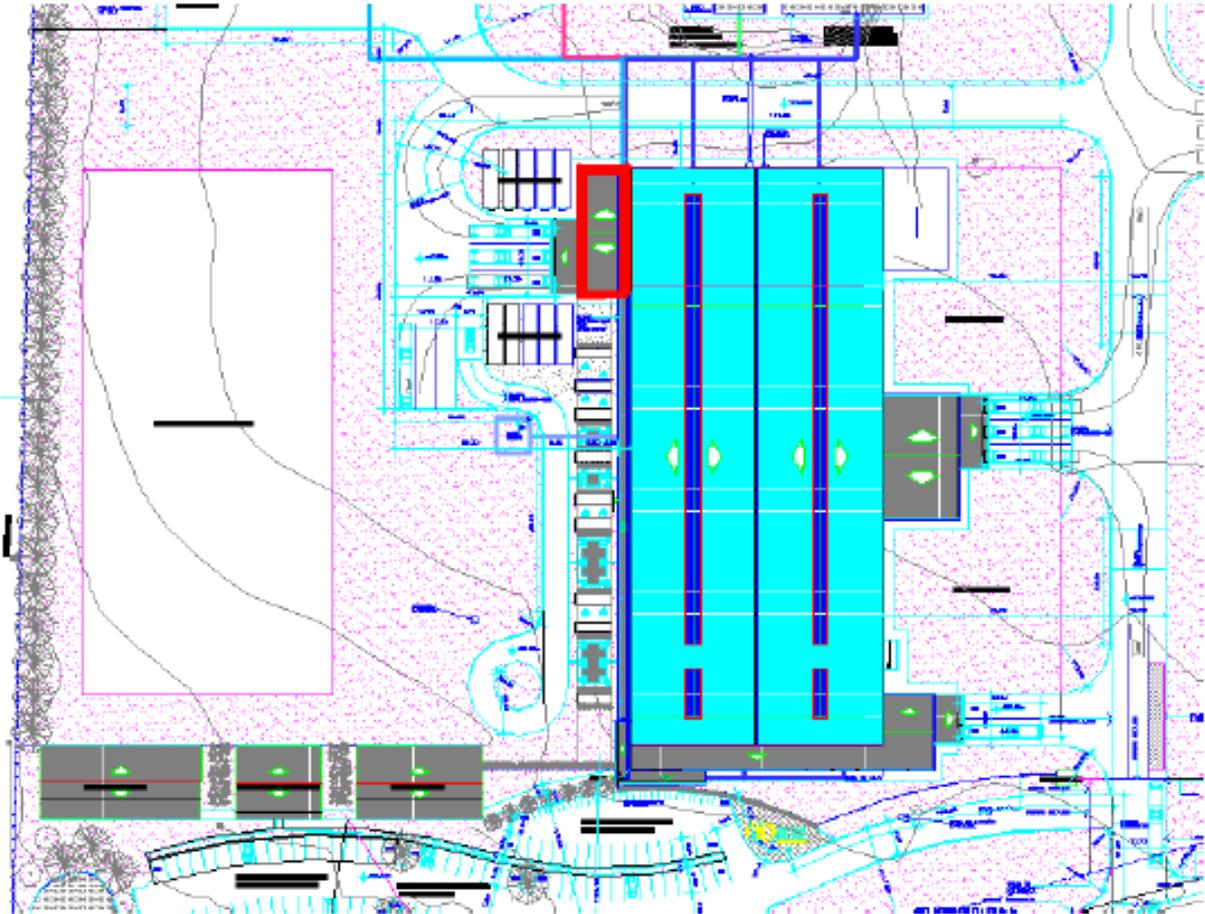


Figura 23 - Croqui do projeto do pavilhão e em vermelho a ampliação do deck.

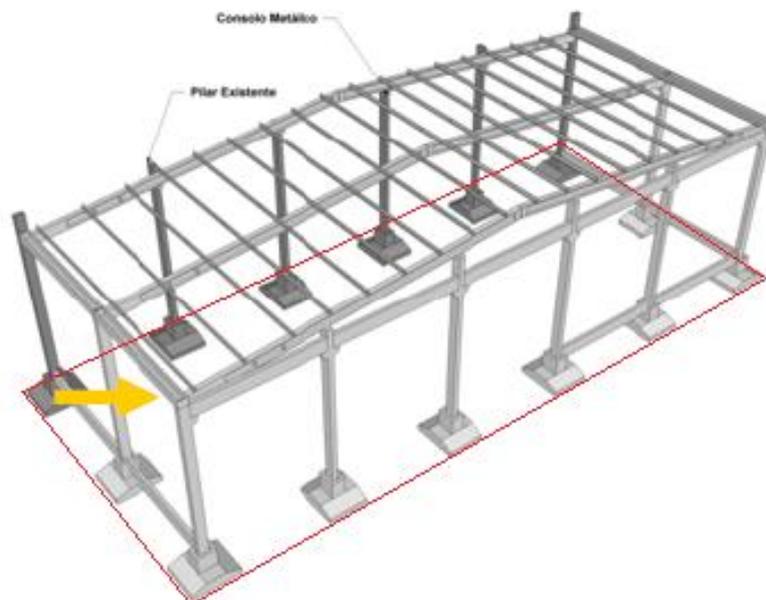


Figura 24 - Croqui do projeto do deck em estrutura de concreto in loco.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

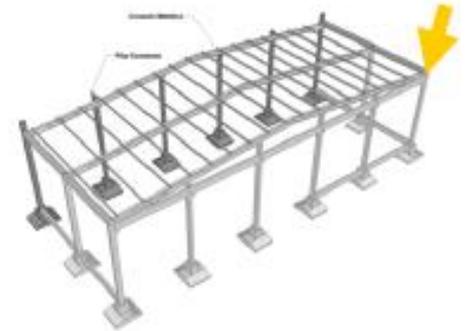


Figura 25 - Parafuso de ancoragem, quase rompido na base. Ao lado o croqui do local da foto.

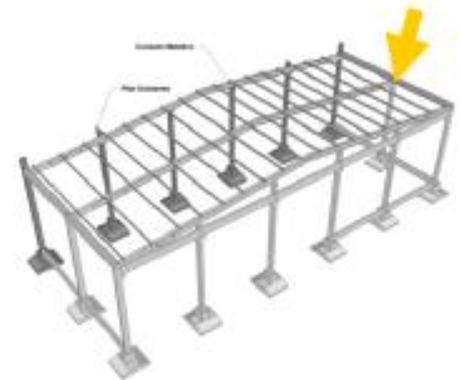


Figura 26 - Observa-se que há parafusos com porca sem arruela, sem estar espanada. Observando melhor, nota-se que as porcas estão longe da base

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 27 - Na estrutura metálica o furo está arrombado.

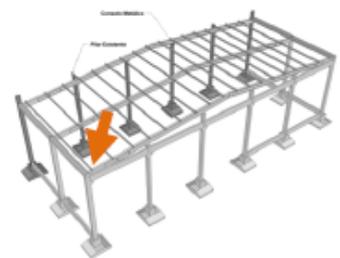


Figura 28 - Os parafusos não estão com a rosca espanada e a porca está na ponta do parafuso no outro sem a porca. Não há arruela. Esta observação conclui-se que não estavam bem afixadas à base.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 29 - Os parafusos no topo do pilar estão sem porca ou arruela e não tem indícios de estar espanado.



Figura 30 - Novamente a mesma observação anterior e com as roscas intactas.



Figura 31 - Parafuso com porca muito afastada da base e está sem arruela



Figura 32 - Novamente se nota que a porca está afastada da base e sem arruela



Figura 33 - Nos destroços das estruturas metálicas, observa-se que há marcas das arruelas e porcas enferrujadas ao lado dos furos. Conclui-se que as porcas e arruelas não estavam afixadas ao parafuso e juntas com a estrutura



Figura 34 - Noutra estrutura marca enferrujada da porca.

#### **4. INSPEÇÃO EM OUTROS LOCAIS:**

A partir da constatação dos fatos, tomou-se a medida de verificar as estruturas metálicas de todas as ampliações que foram feitas pela construtora.

Os chumbadores são barras que têm por finalidade fixar as placas de base dos pilares às fundações. Em geral são formadas por barras redondas todas rosqueadas ou só duas extremidades, normalmente formadas de aço SAE 1020 e ASTM A36. Na inspeção constatou-se que chumbadores não apresentaram problemas de cálculo, afinal ao que foram designados os mesmos, cumpriram e não tiveram seu arrancamento.

Quanto às placas de base, há dois tipos distintos de base. As rotuladas que recebem cargas axiais e as engastadas que recebem cargas axiais e momentos. No caso encontrado, as bases rotuladas dimensionadas para somente transmitir cargas verticais de compressão e horizontais, sem transmitir momentos às fundações.

Foram colocados em alguns chumbadores placas de reforço, que além de dar o devido reforço, como o nome propriamente diz, atuam juntamente para resistir aos esforços de flexão e também para assentar as interfaces. As chapas de reforço é uma placa simples. Em geral as bibliografias consultadas recomendam que a altura da chapa deve ser aproximadamente o dobro da sua largura e ter uma relação de largura espessura dentro do especificado pelas normas.

Mas não foram felizes, pois os furos eram maiores e a arruela e porca prendiam somente numa parte da face (figura 37).

Quanto a proteção da estrutura metálica, justamente na base entre os chumbadores a placa, arruela e porca. Em muitas aplicações, a galvanização a quente é utilizada sem qualquer tipo de proteção adicional. Entretanto, de modo a fornecer uma durabilidade extra, ou quando existirem requisitos de ordem estética, a pintura pode ser aplicada. A combinação de um revestimento metálico com um sistema de pintura é conhecida como “sistema duplex”. Tintas aplicadas sobre revestimentos galvanizados necessitam de um preparo de superfície adequado, para promover a adesão da tinta ao substrato. Estes incluem um jateamento abrasivo

## XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

ligeiro, para aumentar a rugosidade superficial e melhorar o ancoramento e a aplicação de agentes químicos de ataque ao zinco. Na inspeção não foi encontrado peças galvanizadas, apenas pintura de proteção e em outros casos sem pintura e com corrosão e ferrugem.

A base de concreto com o elemento da base da estrutura metálica não estava plana, dificultando o aperto entre as interfaces.

Outras não conformidades foram encontradas, tais como falta de aperto com a base e esta não está totalmente apoiada e parte fica no vazio. Falta de porca e arruela, enfim diversas não conformidades que foram mostradas em imagem e relatadas a seguir. Primeiramente um croqui da localização dos decks com cobertura metálica que foram incorporados ao pavilhão.

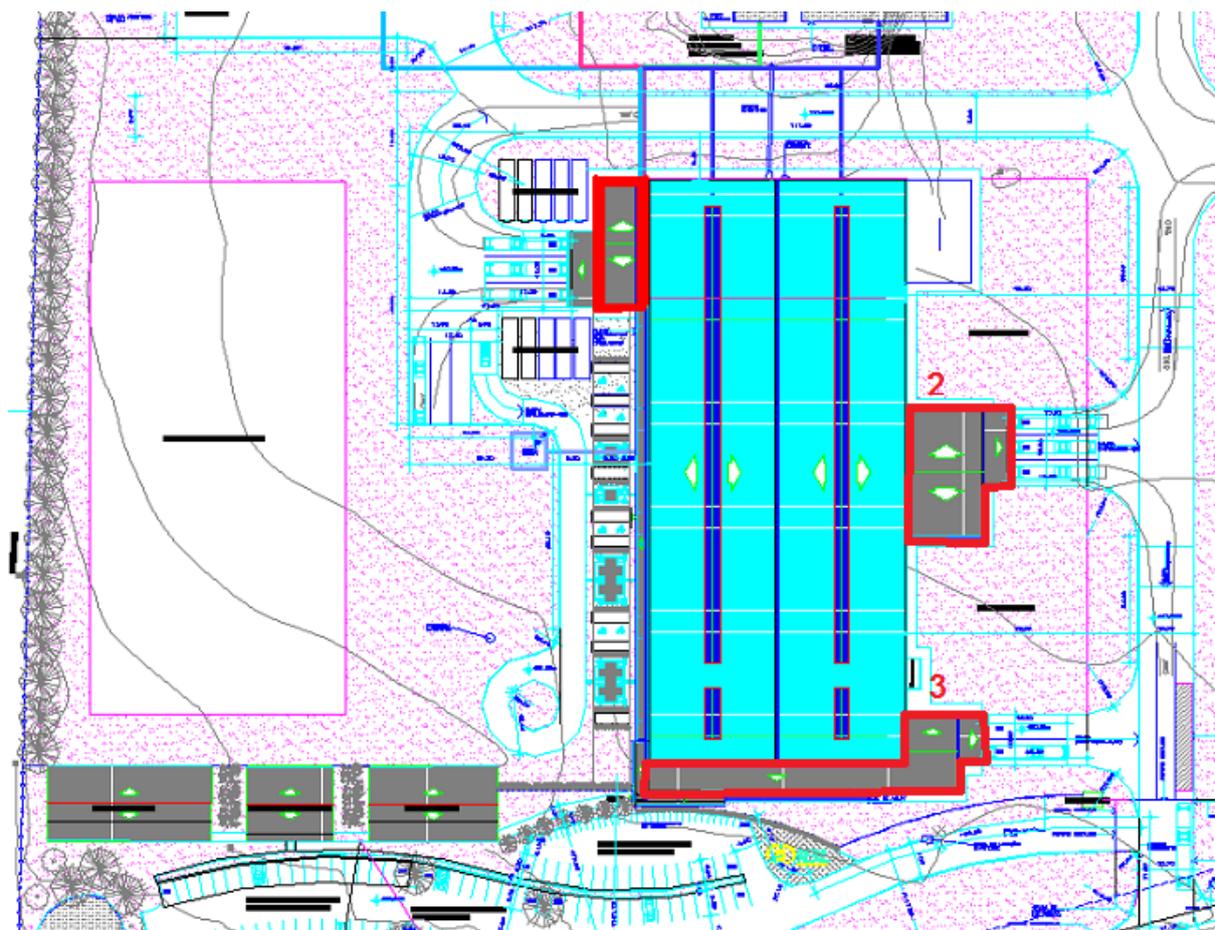


Figura 35 – Na continuação a inspeção foram feitas na estrutura do deck 2 e 3 , que estão em destaque em vermelho.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**



Figura 36 - Estrutura metálica afixada, com parafusos, porcas e arruelas. Se não fosse por uma observação mais detalhada deixaria de notar que a base não está de acordo, vejam as fotos seguintes.



Figura 37 - A base de aperto não está totalmente apoiada e parte fica no furo. O buraco da base é muito grande e a arruela e porca prendem somente numa parte.



Figura 38 - No detalhe a fixação da estrutura está levemente afixada.



Figura 39 - Outro ponto mal afixado e sem a pintura de proteção.



Figura 40 - Outro ponto em balanço



Figura 41 – Parafusos e estrutura metálica sem estar afixadas

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O caso foi mostrado sob dois pontos de vista. Sendo que, primeiramente a inspeção predial mostra sob o ponto de vista do construtor, que insistia dizer que o sinistro foi em decorrência dos ventos fortes. Em seqüência, mostra-se que os ventos foram fortes, mas houve um relaxamento na execução. Ainda, como a parte antiga da obra já tinha cinco anos de execução e durante este período sofreu ventos de mesma intensidade na região, veio a sofrer um abalo na estrutura, que houve necessidade de ser feito reparos e reforços.

A fiscalização é necessária na montagem e principalmente orientações ao montador diminui o risco de acontecer um acidente, mesmo numa situação crítica como ocorreu. Os ventos chegaram a 103 Km/h, ou seja, 28,61 m/s, bem longe do que nossas obras devem suportar que segundo a norma devem ser de 45 m/s ou 162 km/h.

Levantamento de dados por Lindemberg Oliveira de Almeida, visando atualização do mapa de ventos da NBR 6.123/88, permitiram observar que nos aeroportos das capitais de Santa Catarina e do Paraná, registram com freqüência inferior a 5 anos ventos com velocidades superiores a 180 km/h, o que permitiu concluir pela necessidade da revisão visando a utilização de valores mais conservadores na NBR 6.123/88 – Forças devido ao vento em edificações, que já indica a necessidade de considerações de ventos com velocidades superiores ao da Norma.

Quanto às estruturas pré-moldadas, estas devem levar em conta principalmente os ventos fortes da região como no furacão Catarina alcançou a 180 km/h, segundo o INPE – Instituto Nacional de Pesquisa, e freqüentemente os ventos da região atinge nas rajadas ou tornados com valores bem próximos ou maiores que o cálculo pela Norma 6.123.

Por fim, vem alertar que a Norma de *Forças devidas ao vento em edificações* precisa ser revista, e os cálculos de estrutura deve levar em conta este fator preponderante para a edificação suportar.

**XVII COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE  
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BECKE, Sergio Augusto. **Manual Saiba Identificar Rachadura**. Sérgio Augusto Becke CREA-SC 26.569-0. Manual registrado no CREA-SC sob nº ART. 1578348-0, 02/08/1999.

BLESSMANN, Joaquim. **Acidentes Causados pelo Vento** - / 3ª edição / Editora Código do Consumidor Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.

De Almeida, Lindemberg Oliveira.

[http://www.bd.bibl.ita.br/tesesdigitais/lista\\_resumo.php?num\\_tese=000564980](http://www.bd.bibl.ita.br/tesesdigitais/lista_resumo.php?num_tese=000564980)

acessado em 22/08/2013.

[http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=703&Itemid=262](http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=703&Itemid=262) acessado em 22/08/2013.

INPE - [http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/artigos/Marcelino-et al\\_2005\\_Impacto\\_Furacao\\_Catarina.pdf](http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/artigos/Marcelino-et al_2005_Impacto_Furacao_Catarina.pdf). Acessado em 22/08/2013.

**Inspeção Predial – Check-up: Guia da boa manutenção** 2ª. Edição/ LEUD-Livraria e Editora Universitária de Direito/ IBAPE-SP, 2009

BELLEI, Hélio. **Interfaces Aço** – Concreto/ 5ldony– Rio de Janeiro, IBS/CBCA; 2006. Série Manual da Construção em Aço.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios – causa, prevenção e recuperação** –, co-edição IPT/EDUSP/PINI, 1989.