

Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento
Av. Soledade, 569 - Torre Alfa - Cj. 1010
CEP 90.470-340 Porto Alegre, RS – Brasil
Fone: + 55 51 2103 4763
vento-s@vento-s.com www.vento-s.com

Laboratório de Aerodinâmica das Construções
UFRGS Caixa Postal 15.035
CEP 91.501-970 Porto Alegre, RS - Brasil
Fone: + 55 51 3308 7145
lac@ufrgs.br www.ufrgs.br/lac

Ação Estática do Vento sobre o
Campanário da Nova Basílica
do Divino Pai Eterno
Trindade, GO

Porto Alegre, novembro de 2017.

Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento
Av. Soledade, 569 - Torre Alfa - Cj. 1010
CEP 90.470-340 Porto Alegre, RS – Brasil
Fone: + 55 51 2103 4763
vento-s@vento-s.com www.vento-s.com

Laboratório de Aerodinâmica das Construções
UFRGS Caixa Postal 15.035
CEP 91.501-970 Porto Alegre, RS - Brasil
Fone: + 55 51 3308 7145
lac@ufrgs.br www.ufrgs.br/lac

Ação Estática do Vento sobre o Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno - Trindade, GO

Equipe Técnica

Prof. Acir Mércio Loredou-Souza
Ph.D. - University of Western Ontario, Canadá

Prof. Marcelo Maia Rocha
Dr.techn. – Universität Innsbruck, Áustria

Eng. Mario Gustavo Klaus Oliveira
Dr.Sc. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Maria Cristina Dolz Bênia, M.Sc.

Eng. Matthew Bruce Vallis, M.Sc.

Eng. Manuel Alejandro Zúñiga Inestroza, M.Sc.

Eng. Juarez Paulo Calvi Filho

Eng. Marcelo Zanfelize Cavalcante

Tec. Roges de Mari Leopoldo

Tec. Paulo Francisco Bueno

Acad. Arthur Panichi Bones

Acad. Felipe Bissigo Mércio Loredou

Acad. Théa Louise Sequeira Pessoa

Este relatório foi aprovado por:

Prof. Acir Mércio Loredou-Souza, Ph.D.
Eng. Civil, CREA/RS 69350
Diretor do LAC / UFRGS

Eng. Mario Gustavo Klaus Oliveira, Dr.Sc.
Eng. Civil, CREA/RS 120141
Diretor da Vento-S Consultoria

Prof. Marcelo Maia Rocha, Dr.techn.
Eng. Civil, CREA/SC 5542
Diretor do LAC / UFRGS

Porto Alegre, 03 de novembro de 2017.

1. Introdução

Este trabalho apresenta os resultados do estudo, em modelo reduzido, da ação estática do vento sobre o *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno*, a ser construído em Trindade, GO. Figuras indicando suas características arquitetônicas principais, juntamente com uma perspectiva artística, são mostradas no Anexo A. Fotografias e identificação da vizinhança do terreno onde o empreendimento será construído são mostradas no Anexo B.

Maiores níveis de segurança e confiabilidade são atingidos quando a consideração criteriosa dos efeitos do vento é feita a partir da etapa de concepção. Este processo preventivo é, geralmente, o de menor custo e o de maior eficiência. Por estas razões e por não existirem coeficientes aerodinâmicos específicos para a configuração arquitetônica do referido prédio em normas de vento, foi realizado o ensaio em túnel de vento. A solicitante foi AFIPE – Associação Filhos do Pai Eterno, sendo que a construção e instrumentação dos modelos, bem como o processamento e análise dos resultados ficaram a cargo da Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda., e os ensaios em túnel de vento foram realizados no Laboratório de Aerodinâmica das Construções (Anexo C) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul [3, 8].

2. Projeto do Modelo e Dados de Ensaio

Foi construído um modelo reduzido em escala 1/350. O modelo foi instrumentado com um total de 219 tomadas de pressão, distribuídas de modo a permitir um levantamento representativo das pressões em toda a edificação. As pressões foram medidas para 24 ângulos de incidência do vento, totalizando 5.256 registros de séries temporais de pressões. Fotografias do modelo ensaiado são mostradas no Anexo D e a localização das tomadas no modelo é indicada no Anexo E.

A edificação foi dividida verticalmente em **zonas**, identificadas por **I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII**, conforme desenhos indicados no Anexo F. A referência para o ângulo de incidência do vento é indicada no Anexo G.

Foram simulados todos os detalhes significativos da edificação real para que as condições de semelhança fossem preservadas, bem como reproduzidos os prédios mais significativos da vizinhança do *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno*, conforme explicado a seguir.

3. Técnica Experimental

Os ensaios foram realizados no túnel de vento *Prof. Joaquim Blessmann* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul [3, 8], mostrado no Anexo C. Trata-se de um túnel de vento de camada limite de circuito fechado, projetado especificamente para ensaios estáticos e dinâmicos de modelos de construções civis. Este túnel permite a simulação das principais características de ventos naturais. Tem relação “comprimento / altura” da câmara de ensaios superior a 10. A velocidade do escoamento de ar nesta câmara, com vento uniforme e sem modelos, ultrapassa 160 km/h. A simulação correta das principais características do vento natural em túneis de vento é requisito básico para aplicações em Engenharia Civil [9], sem a qual os resultados obtidos podem se afastar consideravelmente da realidade.

De acordo com as características da rugosidade do terreno em torno do empreendimento, foi simulado um vento, com perfil potencial de velocidades médias de expoente p igual a **0,23** (rugosidade entre as **Categorias III e IV** - NBR 6123). As características das rugosidades dos terrenos simulados são as seguintes:

Categoria III – terreno plano ou ondulado 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 3,0m.

Categoria IV – terreno coberto 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 10m. Esta categoria inclui também zonas com obstáculos maiores e que ainda não possam ser consideradas na Categoria V.

O vento simulado engloba a gama de rugosidades existentes nas proximidades da edificação em estudo. Considerando-se as características do local em estudo e dos terrenos próximos ao prédio, optou-se por testar o modelo para ventos incidentes com estas características. Em torno do modelo instrumentado foram reproduzidas as edificações mais próximas, na escala do modelo, para que as condições de escoamento correspondessem o mais fielmente possível às condições reais às quais a edificação testada estará sujeita depois de concluída. Com o correr dos anos há tendência de aumento da rugosidade das zonas construídas devido a prováveis futuras urbanizações, o que poderá causar alguma redução nos esforços estáticos em algumas zonas da edificação. Por outro lado, possíveis efeitos nocivos de vizinhança, pela construção futura de outras edificações nas cercanias imediatas da edificação em estudo, podem ocorrer.

Na recomposição do carregamento é permitida a utilização de rugosidades distintas, desde que devidamente justificadas através de um estudo específico. Este estudo deve considerar a possibilidade de transições nas rugosidades dos terrenos mais afastados.

As principais características do vento simulado podem ser vistas no Anexo H: perfil vertical das velocidades médias, em porcentagem da velocidade média no eixo longitudinal do túnel (pontos experimentais e curva potencial teórica), intensidade (I_1) e macro-escala (L_1) da componente longitudinal da turbulência [11].

O perfil de velocidades médias mostrado no Anexo H é expresso, aproximadamente, pela lei potencial:

$$\bar{V}(x_3)/\bar{V}_{ref} = (x_3/x_{ref})^p \quad (3.1)$$

Sendo: $\bar{V}(x_3)$ – velocidade média na altura x_3 ;

\bar{V}_{ref} – velocidade média em uma altura de referência (no túnel, $x_{ref} = 450\text{mm}$ – cota do eixo longitudinal do túnel);

$p = 0,23$ (Categoria III/IV).

Para o cálculo dos coeficientes aerodinâmicos, definidos no item 4, a pressão dinâmica de referência, q , foi determinada a partir da velocidade média do vento a uma altura correspondente a **130m** (cento e trinta metros) acima do nível do terreno, em escala real.

As pressões no modelo foram registradas por meio de transdutores elétricos de pressão. Um exemplo de registro das pressões obtidas através dos transdutores elétricos de pressão é mostrado no Anexo I. Foram registradas as pressões para cada ponto de medição indicado no Anexo E, sendo apresentados os valores *mínimos*, *médios*, *máximos* e *rms* dos coeficientes de pressão na Tabela 1 do Anexo K.

4. Coeficientes Aerodinâmicos

A partir dos registros das séries temporais das pressões devidas ao vento, foram calculados os coeficientes de pressão externa nas faces do modelo, definidos por:

Coeficiente de pressão média

$$\bar{c}_p = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt}{q} \quad (4.1)$$

Coeficiente de pressão rms

$$\tilde{c}_p = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (p(t) - \bar{p})^2 dt}}{q} \quad (4.2)$$

Coeficiente de pressão máximo

$$\hat{c}_p = \frac{p_{max}}{q} \quad (4.3)$$

Coeficiente de pressão mínimo

$$\tilde{c}_p = \frac{p_{min}}{q} \quad (4.4)$$

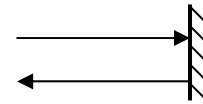
sendo:

$p(t)$ pressão instantânea, na superfície da edificação, medida em relação à pressão estática de referência;

| | |
|----------------------------------|---|
| \bar{p} | valor médio de $p(t)$ para o período de amostragem T ; |
| p_{max} | valor máximo de $p(t)$ para o período de amostragem T ; |
| p_{min} | valor mínimo de $p(t)$ para o período de amostragem T ; |
| t | tempo; |
| T | período de amostragem; |
| $q = \frac{1}{2} \rho \bar{V}^2$ | pressão dinâmica de referência; |
| ρ | massa específica do ar; |
| \bar{V} | velocidade média de referência, medida a uma altura equivalente a 130m acima do nível do solo, em escala real. |

Foi adotada a seguinte convenção de sinais:

- coeficientes positivos: sobrepressão (+)
- coeficientes negativos: sucção (-)



Embora as pressões de pico não ajam simultaneamente sobre toda a estrutura, as pressões médias podem ser integradas para fornecerem valores médios das forças cortantes e momentos fletores e de torção atuantes na edificação. Estes valores podem ser usados em combinação com fatores de rajada, tais como os da NBR-6123(1988) [1], para fornecerem as cargas totais equivalentes atuantes na edificação.

Os coeficientes de pressão médios calculados permitem a determinação de coeficientes de forma externos (C), aplicáveis a uma superfície plana de área A , sendo definidos por:

$$C = F / (qA) \quad (4.5)$$

sendo F a resultante das pressões externas sobre a superfície plana (é uma força perpendicular a esta superfície).

Conforme (4.1):

$$F = \int_A \bar{p} dA = \int_A \bar{c}_p q dA \quad (4.6)$$

Substituindo na (4.5):

$$C = \frac{1}{A} \int_A \bar{c}_p dA \quad (4.7)$$

Esta última expressão permite a obtenção de C a partir de \bar{c}_p , por integração numérica. Neste relatório, os coeficientes de pressão são fornecidos na Tabela 1 do Anexo K.

São também fornecidos os coeficientes de força globais na Tabela 2 do Anexo L, em duas direções X e Y, indicadas no Anexo J, definidos como:

$$C_x = \frac{F_x}{q B_y H} \quad C_y = \frac{F_y}{q B_x H} \quad (4.8)$$

Para a recomposição das forças globais, os coeficientes devem ser multiplicados pelas correspondentes áreas projetadas de referência e pela pressão dinâmica a uma altura equivalente a **130m** acima do nível do terreno na edificação real. São também fornecidas as correspondentes distâncias equivalentes em relação à base (z_x e z_y) para determinação dos respectivos momentos fletores (M_x e M_y). As áreas projetadas de referência são:

$$A_x = B_y \times H = 3.557,31\text{m}^2 \text{ (27,28m x 130,40m)}$$

$$A_y = B_x \times H = 3.557,31\text{m}^2 \text{ (27,28m x 130,40m)}$$

Além destes, são apresentados coeficientes de força parciais (C_{x-pav} e C_{y-pav} , Tabela 3, Anexo M), por pavimento, nas direções X e Y, definidos como:

$$C_{x-pav} = \frac{F_{x-pav}}{q A_{ref}} \quad C_{y-pav} = \frac{F_{y-pav}}{q A_{ref}} \quad (4.9)$$

sendo:

F_{x-pav} - força parcial, aplicada no respectivo pavimento (Anexo J), na direção X;

F_{y-pav} - força parcial, aplicada no respectivo pavimento (Anexo J), na direção Y;

A_{ref} - área de referência correspondente a cada pavimento (Tabela 3 – Anexo M), na respectiva direção: largura de referência da fachada em estudo (B_x ou B_y) multiplicada pela altura de influência do respectivo pavimento (média das alturas dos pavimentos adjacentes – Anexo J).

Os coeficientes de torção são apresentados em dois formatos. A Tabela 4 (Anexo N) apresenta os valores dos coeficientes de torção ($100C_t$), **acumulados**, aplicados nas bases das respectivas zonas, as quais são definidas no Anexo F. Os coeficientes são definidos por:

$$C_t = \frac{M_t}{q B_x B_y H} \quad (4.10)$$

sendo:

M_t - momento torçor em relação ao ponto de origem dos eixos X e Y, indicado no Anexo J, acumulado e aplicado na base da respectiva zona;

B_x - dimensão de referência ($B_x = 27,28\text{m}$);

B_y - dimensão de referência ($B_y = 27,28\text{m}$);

H - altura de referência ($H = 130,40\text{m}$);

$B_x \times B_y \times H$ - volume de referência para o cálculo do momento de torção
 ($B_x \times B_y \times H = 97.043,47\text{m}^3$).

Já a Tabela 5 (Anexo O) apresenta os valores dos coeficientes de torção correspondentes a cada pavimento ($100C_{t-pav}$). Os coeficientes de torção são definidos por:

$$C_{t-pav} = \frac{M_{t-pav}}{qB_x B_y H} \quad (4.11)$$

sendo:

M_{t-pav} - momento torçor em relação ao ponto de origem dos eixos X e Y, indicado no Anexo J, distribuído **individualmente** por pavimento e aplicado na base do respectivo pavimento.

Uma vez definida e dimensionada a estrutura, deverá o engenheiro projetista estrutural determinar a posição do centro de torção e as componentes das forças e momentos de torção em relação a este centro.

Os resultados são apresentados do seguinte modo:

- Tabela 1, Anexo K, fornece os valores dos coeficientes de pressão externa: mínimos (\tilde{c}_p), médios (\bar{c}_p), máximos (\hat{c}_p) e rms (\tilde{c}_p), para as tomadas localizadas de acordo com a disposição apresentada no Anexo E.
- Tabela 2, Anexo L, apresenta os coeficientes de força global (C_x e C_y), para a determinação da força global do vento nas direções X e Y, indicadas no Anexo J. A Tabela 2 também apresenta as correspondentes distâncias equivalentes em relação à base para determinação dos respectivos momentos fletores.
- Tabela 3, Anexo M, fornece os valores dos coeficientes de força parciais (C_{x-pav} e C_{y-pav}), por pavimento, conforme figuras de referência mostradas no Anexo J.
- Tabela 4, Anexo N, apresenta os coeficientes de torção resultantes ($100C_t$). As figuras de referência para aplicação dos momentos torçores acumulados por zona (Tabela 4) são mostradas nos Anexos F e J.
- Tabela 5, Anexo O, apresenta os coeficientes de torção individuais por pavimento ($100C_{t-pav}$). As figuras de referência para aplicação destes coeficientes são mostradas no Anexo J.
- Tabela 6, Anexo P, fornece os valores das forças parciais (F_{x-pav} e F_{y-pav}), por pavimento, para o período de recorrência de 50 anos, conforme figuras de referência mostradas no Anexo J.
- Tabela 7, Anexo Q, fornece os valores dos momentos torçores individuais por pavimento (M_{t-pav}), para o período de recorrência de 50 anos, conforme figuras de referência mostradas no Anexo J.

- Tabela 8, Anexo R, fornece os valores dos momentos fletores na base, parciais por pavimento, para o período de recorrência de 50 anos, conforme figuras de referência mostradas no Anexo J.
- Diagramas de blocos indicando as pressões externas mínimas (**sucções externas** máximas), em **kPa**, para um período de recorrência de 50 anos, para utilização nos elementos de revestimento da fachada. Os diagramas são fornecidos no Anexo S para as combinações mais significativas.
- Diagramas de blocos indicando as pressões externas máximas (**sobrepressões externas** máximas), em **kPa**, para um período de recorrência de 50 anos, para utilização nos elementos de revestimento da fachada. Os diagramas são fornecidos no Anexo T para as combinações mais significativas.

5. Forças devidas ao vento

As forças externas devidas ao vento são determinadas por:

$$F = C q A \quad (5.1)$$

sendo: C - coeficiente aerodinâmico;

q - pressão dinâmica na altura de **130m** [N/m^2];

A - área da zona em estudo (ou de sua projeção) para a qual está sendo determinada a força F do vento.

A pressão dinâmica é obtida por

$$q = 0,613 V_k^2 \quad (5.2)$$

sendo:

$$V_k = V_o S_1 S_2 S_3 \quad (5.3)$$

Tendo sido reproduzido no túnel de vento o perfil vertical de velocidades médias do vento natural no local da obra, e tendo sido adotada a velocidade do vento a **130m** de altura para o cálculo dos coeficientes, S_2 deve ser sempre o correspondente a esta altura, na respectiva Classe (a Classe a considerar depende da finalidade do cálculo --- Ver item 5.3.2 da NBR-6123/88) e Categoria do terreno. O valor da velocidade básica do vento a ser adotado para o *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno* foi determinado em estudo específico (ver relatório *Determinação da velocidade básica do vento para Trindade, GO* – referência [164] deste relatório), sendo igual a 39,2m/s. O valor da velocidade básica do vento para a cidade de Trindade, indicado pela NBR-6123(1988) [1] consta na figura das isopletas da velocidade básica do vento, reproduzida no Anexo U.

O valor de V_k assim obtido aplica-se a toda edificação, independentemente da zona ou região em estudo, mas dependendo da finalidade de cálculo, que fará variar S_2 conforme comentado no parágrafo anterior e no item 3.

Para outras probabilidades e períodos de tempo, o valor da velocidade básica pode ser alterado por um fator estatístico S_3 através da relação:

$$V_0^+ = S_3 V_0 \quad (5.4)$$

onde V_0^+ é a velocidade do vento que tem uma probabilidade P_m de ser excedida, no local em consideração, pelo menos uma vez em um período de m anos. Esta velocidade corresponde a uma rajada de três segundos de duração, nas condições da Categoria de rugosidade II, na altura de 10 m acima do terreno.

A expressão matemática do fator S_3 é:

$$S_3 = 0,54 \left[-\frac{\ln(1 - P_m)}{m} \right]^{-0,157} \quad (5.5)$$

Lembramos que a NBR-6123/88 recomenda que "para toda a edificação ou parte da edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 80 metros, o intervalo de tempo correspondente poderá ser determinado de acordo com as indicações do Anexo A" (da referida norma). Com isto ter-se-á economia sem diminuição da segurança prevista.

Fica a cargo do engenheiro projetista da estrutura a composição das forças (vento, cargas acidentais, permanentes, etc.), levando em consideração as incidências do vento que conduzirem a valores extremos das ações em parte ou em toda a estrutura.

Nos ensaios realizados foram obtidas séries temporais de pressões, porém nenhuma consideração de possíveis efeitos dinâmicos foi feita nesta etapa. A importância destes efeitos e a necessidade de sua consideração são determinadas pelo engenheiro projetista da estrutura, o qual pode tomar como ponto de partida as informações sobre a ação estática do vento contidas neste trabalho. Após a determinação das características dinâmicas da estrutura, poderá ser elaborado um novo estudo considerando a combinação destas características com as séries temporais de pressões obtidas, porém admitindo-se a inexistência de interação fluido-estrutura.

6. Pressões nos elementos de revestimento

6.1 Considerações gerais

As flutuações das pressões atuantes nas fachadas das edificações são devidas tanto às rajadas presentes no vento natural (turbulência atmosférica), como ao caráter flutuante da esteira gerada pelo prédio. Normalmente, sucções ou sobrepressões de pico, sobre um período de uma hora, podem ter valores consideravelmente maiores do que as correspondentes pressões médias para aquela mesma hora.

As pressões locais esperadas, relevantes ao projeto dos elementos de revestimento, podem ser determinadas através da combinação dos coeficientes aerodinâmicos medidos em ensaios em túnel de vento, com a estatística do vento na região de construção da edificação.

Não há total consenso, dentro do atual estado da arte da Engenharia do Vento, quanto a qual procedimento para determinação das pressões locais é o mais significativo para o projeto dos elementos de revestimento. Entretanto, três alternativas são possíveis:

a) O primeiro utiliza o conceito de fator de pico, g . A pressão de projeto, p_o , é dada por:

$$p_o = \bar{p} + g \tilde{p}$$

sendo: \bar{p} : carga causada pelo vento médio (média sobre uma hora, usualmente);

\tilde{p} : média quadrática das flutuações em torno da pressão média;

g : fator de pico equivalente.

b) A segunda alternativa é utilizar diretamente os valores de pico medidos em túnel de vento, embora estes estejam sujeitos a uma dispersão estatística consideravelmente maior do que valores dos coeficientes *rms* ou valores médios de g . A pressão de projeto é dada por:

$$p_o = \bar{q} \tilde{c}_p$$

sendo: \bar{q} : pressão dinâmica de referência, correspondente à velocidade média de referência, medida sobre um intervalo de aproximadamente uma hora, medida a uma altura equivalente a **130m**, em escala real, para o caso do *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno*;

\tilde{c}_p : coeficiente de pressão de pico (mínimo ou máximo, medido no túnel de vento).

c) A terceira alternativa consiste em utilizar valores médios dos coeficientes de pressão combinados com pressões dinâmicas de pico. A pressão de projeto é dada por:

$$p_o = \tilde{q} \bar{c}_p$$

sendo: \tilde{q} : pressão dinâmica de referência, correspondente à velocidade média de referência, medida sobre um intervalo de aproximadamente três segundos, medida a uma altura equivalente a **130m**, em escala real, para o caso do *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno*;

\bar{c}_p : coeficiente de pressão médio (média temporal, medido no túnel de vento).

As pressões de projeto indicadas acima devem considerar os efeitos das pressões internas, de acordo com as observações descritas nos itens 4 e 6.2 deste relatório.

Para algumas incidências do vento, valores elevados de sucções externas podem aparecer em zonas restritas da edificação, zonas estas geralmente situadas nas proximidades das bordas. Estas sucções não aparecem simultaneamente em todas estas zonas, e são usadas apenas para o dimensionamento, verificação e ancoragem de elementos de vedação e da estrutura secundária por elas afetadas. Para determinação do carregamento nos elementos de revestimento, estas pressões externas devem ser combinadas com valores adequados da pressão interna no local específico.

6.2 Pressões internas

Estimativas das pressões internas são necessárias para a determinação dos carregamentos resultantes devidos ao vento em elementos de vedação e suas fixações. São também importantes com respeito à conservação de energia, pois o escoamento de ar através da edificação será proporcional à diferença entre as pressões externas e internas.

Embora de grande importância, a pressão interna apresenta dificuldades quanto à sua exata determinação. Pressões internas são influenciadas por diversos fatores os quais também apresentam grandes incertezas em sua determinação, tais como o caráter da permeabilidade da edificação, ou se as janelas ou outras aberturas externas serão deixadas abertas ou serão quebradas durante tempestades. A complexa distribuição espacial das pressões externas e a influência das variações temporais das pressões externas na determinação das pressões internas também devem ser consideradas.

Apesar das dificuldades existentes, estimativas razoáveis da pressão interna podem ser obtidas. Para o projeto dos elementos de vedação e suas fixações é de interesse a diferença entre as pressões externas e internas. Esta diferença representa o carregamento ao qual o elemento estará sujeito. As pressões externas são medidas diretamente no túnel de vento. As pressões internas são determinadas a partir destas pressões externas utilizando-se, por exemplo, a metodologia indicada na NBR-6123 (1988). As pressões internas podem então ser subtraídas das pressões externas para formar as pressões resultantes.

No caso de permeabilidade uniforme do envelope da edificação e não havendo repartições estanques, a pressão interna tenderá a um valor negativo ou próximo de zero. Isto significa que nas zonas sujeitas a pressões externas negativas (zonas de sucção) as pressões resultantes terão seus valores máximos equivalentes às pressões externas nas zonas correspondentes.

Para as zonas em sobrepressão externa, espera-se um acréscimo nos valores resultantes das pressões, porém menores em valor absoluto do que as pressões de sucção. Valores mais nocivos das pressões resultantes podem ocorrer caso janelas sejam abertas, ou formadas por acidente, em zonas de alta sucção externa.

6.3 Pressões nos elementos de revestimento

No Anexo S são apresentadas figuras, na forma de diagramas de blocos, que indicam as **sucções externas** máximas (pressões externas mínimas) atuantes nas fachadas do prédio para um período de recorrência de 50 anos. Já no Anexo T são apresentados os diagramas de blocos que indicam as **sobrepressões externas** máximas (pressões externas máximas) atuantes nas fachadas do referido prédio para o mesmo período de recorrência. Os valores das pressões externas, em kPa, foram calculados com base nos procedimentos descritos acima, considerando-se o valor mais nocivo para cada caso. Nestes cálculos foram utilizados os seguintes valores para os parâmetros de correção de velocidades, obtidos na NBR-6123:

$$V_o = 39,2 \text{ m/s (CAT. II, 10 m)}$$

$S_1 = 1,0$ (os efeitos topográficos já estão considerados nos valores dos coeficientes aerodinâmicos, não sendo necessário adotar valores diferentes da unidade).

$S_3 = 1,0$ (o valor $S_3 = 0,88$ corresponde a uma velocidade do vento com período médio de recorrência de 22 anos).

$$S_2 (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}, \text{Classe A}) = 1,210$$

$$S_2 (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}) = 0,925$$

$$S_2 (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}, \text{Classe A}) = 1,190$$

$$S_2 (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}) = 0,880$$

As velocidades de projeto são então:

$$V_k (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}, \text{Classe A}) = 47,4 \text{ m/s}$$

$$V_k (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}) = 36,3 \text{ m/s}$$

$$V_k (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}, \text{Classe A}) = 46,6 \text{ m/s}$$

$$V_k (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}) = 34,5 \text{ m/s}$$

E as correspondentes pressões dinâmicas de projeto resultam em:

$$q_k (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}, \text{Classe A}) = 1.379 \text{ Pa}$$

$$q_k (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III}) = 806 \text{ Pa}$$

$$q_k (3 \text{ seg.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}, \text{Classe A}) = 1.334 \text{ Pa}$$

$$q_k (1 \text{ h.}, 130\text{m}, \text{CAT. III / IV}) = 730 \text{ Pa}$$

A velocidade básica do vento de 39,2m/s recomendada para a cidade de Trindade, GO, a partir de estudo específico (ver relatório *Determinação da velocidade básica do vento para Trindade, GO* – referência [164] deste relatório), apresenta um período de recorrência médio de 50 anos. A probabilidade de que a velocidade V_o seja igualada ou excedida neste período é de 63%. O nível de probabilidade (0,63) e a vida útil (50 anos) adotados são considerados adequados para edificações normais destinadas a moradias, hotéis, escritórios, etc. Para a obtenção das pressões correspondentes a um período de recorrência de 100 anos (para a mesma probabilidade 0,63), $S_3 = 1,11$. Portanto, as **pressões** correspondentes ao período de 50 anos deveriam ser multiplicadas por $(S_3)^2 = 1,23$.

Na falta de uma norma específica sobre segurança nas edificações, ou de indicações correspondentes na norma estrutural em uso, cabe ao projetista fixar a probabilidade e a vida útil de acordo com as características da edificação.

7. Análise dos resultados

7.1 Comentários gerais

Existem diversos mecanismos que causam excitação em edifícios altos. Estes incluem a excitação direta pela energia cinética contida na turbulência atmosférica, o desprendimento cadenciado de vórtices, além de outros associados a efeitos aeroelásticos. Estes mecanismos são responsáveis pela indução de respostas na direção do vento e transversais a este, além de efeitos de torção. Em um ambiente típico de cidade, onde vários edifícios altos e outros tipos de edificações encontram-se agrupados em grande proximidade, cada edifício pode influenciar o campo aerodinâmico e, portanto, as forças do vento agindo sobre os outros ao redor.

A presença de edifícios altos próximos (vizinhança) pode aumentar as respostas tanto na direção do vento como transversalmente a este, além dos efeitos de torção, em geral em torno de 30% a 40%, podendo, entretanto, resultar em aumentos muitíssimo superiores para certas posições críticas de separação do escoamento, bem como de seu posicionamento e forma. Kwok [13] cita casos de aumento de mais de 400% na resposta na direção do vento. Pode-se citar também o caso do edifício do Citibank, na Avenida Paulista, em São Paulo, SP, em que o momento torçor devido ao vento sofreu um acréscimo de até 125% para certas condições de incidência do vento, em relação ao que sofreria caso a vizinhança não existisse [2]. Os efeitos de interferência em edifícios adjacentes, existentes ou propostos, podem ser avaliados somente em estudos específicos em túnel de vento, simulando-se as principais características de ventos naturais e vizinhança mais próxima. Dentre muitos, citamos as referências [5, 6, 10, 12, 14 a 171].

Caso a estrutura seja sensível a efeitos dinâmicos, deve-se conhecer bem o tipo de excitação, pois o papel da massa, rigidez, amortecimento e forma aerodinâmica na redução das vibrações induzidas pelo vento é um tanto complexo, exceto no caso de um aumento da capacidade de amortecimento, o qual é sempre benéfico.

Modificações aerodinâmicas na forma da edificação podem trazer benefícios. Por exemplo, edifícios com seção transversal originalmente retangular em planta, podem ter sua resposta na direção do vento diminuída em até 40% caso as arestas vivas sejam eliminadas (chanfros). Existem diversas possibilidades de alterações arquitetônicas passíveis de acarretar diminuição nos esforços do vento. Estas formas podem ser convenientemente estudadas em ensaios de modelos reduzidos em túnel de vento.

7.2 Comentários específicos

Os valores dos coeficientes de força e de torção obtidos a partir dos ensaios em túnel de vento do *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno* são coerentes do ponto de vista aerodinâmico com relação à forma do prédio estudado e de sua vizinhança. Além disso, de acordo com o estudo comparativo exposto a seguir, os ensaios em túnel de vento realizados para o *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno* resultaram em uma otimização no projeto, em termos de economia e segurança.

Comparando-se os valores das solicitações obtidas a partir dos ensaios em Túnel de Vento para os ângulos de incidência indicados pela NBR-6123 ($0^\circ/90^\circ/180^\circ/270^\circ$ – ângulos perpendiculares às fachadas), com os valores obtidos a partir das indicações desta norma (método convencional) para um prédio de seção quadrada (base 27,28m x 27,28m e 130,40m de altura), verificou-se que os valores de forças na direção do eixo X, forças na direção do eixo Y, momentos fletores em torno do eixo X, momentos fletores em torno do eixo Y e de momentos torçores obtidos a partir dos ensaios em Túnel de Vento são menores dos que os valores indicados pela NBR-6123. A *Tabela I* mostra os percentuais dessas variações.

Ao se fazer a comparação dos máximos valores obtidos a partir dos ensaios no Túnel de Vento com os valores determinados a partir da aplicação da NBR-6123 (método convencional), também foram observadas reduções em relação à norma para os valores de forças na direção do eixo X, forças na direção do eixo Y, momentos fletores em torno do eixo X, momentos fletores em torno do eixo Y e momentos torçores.

Cabe ressaltar que esses valores máximos foram obtidos para ângulos de incidência do vento não indicados na NBR-6123, a qual se limita à indicação de somente quatro ângulos de incidência do vento (perpendiculares às fachadas de uma edificação com seção transversal retangular em planta), e que os valores obtidos a partir da norma consideram a exigência de seu Anexo G – Efeitos de Vizinhança. As variações percentuais entre as solicitações máximas obtidas a partir dos ensaios em túnel de vento e os valores indicados pela NBR-6123 também são mostrados na *Tabela I*.

Tabela I – Variação das solicitações obtidas a partir dos ensaios em túnel de vento em relação aos valores obtidos pela aproximação indicada na NBR-6123.

| Ângulos indicados pela NBR-6123 | | | | | Máximos Túnel de Vento | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| Forças na direção do eixo X | Forças na direção do eixo Y | Momento torçor | Momento em torno do eixo X | Momento em torno do eixo Y | Forças na direção do eixo X | Forças na direção do eixo Y | Momento torçor | Momento em torno do eixo X | Momento em torno do eixo Y |
| -64,4% | -47,4% | -89,8% | -56,5% | -68,0% | -64,4% | -47,4% | -86,3% | -56,5% | -68,0% |

Esta avaliação compreende apenas a determinação dos carregamentos estáticos do vento. As cargas devidas a eventuais amplificações dinâmicas podem apresentar valores distintos, exigindo análise específica.

8. Agradecimentos

O estudo em túnel de vento do *Campanário da Nova Basílica do Divino Pai Eterno* foi solicitado por AFIPE – Associação Filhos do Pai Eterno. Vento-S e LAC agradecem a atenção da solicitante, em particular da Eng. Maria das Graças Duarte Oliveira, bem como dos Engenheiros Marcos Rezende e Sílvia Rezende, da Engexpor Brasil – Gerenciamento de Projetos e Obras.

9. Referências bibliográficas

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas (1988). NBR-6123 – Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro.
- [2] Blessmann, J. (1992) Neighbouring wind effects on two tall buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 41-44. pp. 1041-1052.
- [3] Blessmann, J. (1982) The Boundary Layer Wind Tunnel of UFRGS; *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 10. pp. 231-248.
- [4] Blessmann, J. (1995) O vento na engenharia estrutural. Porto Alegre. Ed. Universidade. UFRGS.
- [5] Blessmann, J., Riera, J. D. Interaction effects in neighbouring tall buildings. In: *International Conference on Wind Engineering*, 5., Fort Collins, Colorado, USA, 1979, v. 1, p. IV.4-1 a IV.4-15.
- [6] Blessmann, J., Riera, J. D. (1983) Mean wind excitation in neighbouring tall buildings. In: *International Conference on Wind Engineering*, 6. Gold Coast, Queensland, Australia, March 1983, 13 p. ("Pre-prints").

- [7] Cook, N. J. (1985) The designer's guide to wind loading of building structures. Part 1. (Building Research Establishment). Butterworths, London, UK.
- [8] Cook, N. J. (1990) The designer's guide to wind loading of building structures. Part 2: Static Structures. (Building Research Establishment). London, UK.
- [9] Davenport, A. G., Isyumov, N. (1967) The Application of The Boundary Layer Wind Tunnel to the Prediction of Wind Loading. In: Proceedings of the International Research Seminar: Wind Effects on Buildings and Structures. Ottawa, Canada. September 11-15. Vol. 1. Pp. 201-230.
- [10] Davenport, A. G., Isyumov, N., Jandali, T. (1971) A study of wind effects for the Sears Project. Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory. The University of Western Ontario. Engineering Science Research Report. BLWT-5-71.
- [11] Engineering Sciences Data Unit (1982) "Strong winds in the atmospheric boundary layer, Part 1: mean hourly wind speeds. Data item 82026". London, ESDU.
- [12] Isyumov, N., Loh, P. (1982) A study of wind effects on the Trump Tower, New York, N.Y.- facade pressures, overall wind induced forces and responses, and the pedestrian level wind environment. Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory. The University of Western Ontario Engineering Science Research Report. BLWT – SS10 – 1982.
- [13] Kwok, K.C.S. (1995) Aerodynamics of tall buildings. In: Ninth International Conference on Wind Engineering. A State of the Art in Wind Engineering. Davenport Sixtieth Anniversary Volume. pp. 180-204.
- [14] Loredou-Souza, A. M. (1999) *Ação do Vento sobre o Edifício Cyrela Classique Klabin, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [15] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. (1999) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Brascan Century Staybridge Suites. Projeto Brascan Century Plaza, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [16] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M.M. (2001) *Ação do Vento sobre o Edifício A, Projeto Rochaverá, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [17] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. (2001) *Ação do Vento sobre o Edifício B, Projeto Rochaverá, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [18] Loredou-Souza, A. M. (2001) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício e_Tower, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [19] Loredou-Souza, A. M. (2001) *Ação do Vento sobre o Edifício GAFISA-Eldorado, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [20] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. (2002) *Ação do Vento sobre os Edifícios do Projeto SP Wellness - Alphaville*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.
- [21] Loredou-Souza, A. M. (2002) *Ação do Vento sobre o Edifício Torre de Málagá, Londrina*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [22] Loredou-Souza, A. M. (2003) *Ação do Vento sobre o Edifício L'Essence Jardins, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.

- [23] Loredou-Souza, A. M. (2003) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Mandarin, Rio de Janeiro*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [24] Loredou-Souza, A. M. (2004) *Ação Estática do Vento sobre os Edifícios Gafisa Sundeck, Rio de Janeiro*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [25] Loredou-Souza, A. M. (2004) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Sunset Residence, Novo Hamburgo, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [26] Loredou-Souza, A. M. (2005) *Ação Estática do Vento sobre os Edifícios Estrela do Atlântico, Natal, RN*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [27] Loredou-Souza, A. M. (2005) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Brennand Plaza, Recife, PE*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre.
- [28] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. (2005) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Rio Towers, Rio de Janeiro, RJ*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre.
- [29] Loredou-Souza, A. M. (2005) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Sky House, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre.
- [30] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. (2006) *Ação do Vento sobre os Prédios Vila Gardner, Empreendimento Vale dos Cristais, Nova Lima, MG*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre.
- [31] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Blue Marlin Towers, Natal-RN*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [32] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Mundo Plaza, Salvador-BA*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [33] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Planolar – Barra Tower, Balneário Camboriú-SC*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [34] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Prosperitas, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [35] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício C do Empreendimento Rochaverá, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [36] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício D do Empreendimento Rochaverá, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [37] Loredou-Souza, A. M. (2007) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício do Empreendimento Odebrecht Atlanta, Alphaville, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.

- [38] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento CENU Torre IV, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [39] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre I do Empreendimento E-Business Park, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [40] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre II do Empreendimento E-Business Park, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [41] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre III do Empreendimento E-Business Park, São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [42] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação do Vento sobre a Torre Comendador Araújo, Curitiba*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.
- [43] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Torre d’Napoli, Balneário Camboriú*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [44] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Brascan – Green Valley, Alphaville - SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [45] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Ocean Palace, Balneário Camboriú*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [46] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício UNIQUE RESIDENCE, Natal*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [47] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício ISSA HAZBUN, Natal*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [48] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Residencial Alameda Quintino – Novo Hamburgo, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [49] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre I – Alpha Offices, Empreendimento Odebrecht Alpha Square, Alphaville - SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [50] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre II – Alpha Offices, Empreendimento Odebrecht Alpha Square, Alphaville - SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [51] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Bloco D – Alpha Garden, Empreendimento Odebrecht Alpha Square, Alphaville - SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.

- [52] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre a Torre I – Bonnaire Home, Empreendimento Odebrecht Bonnaire - São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [53] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Cidade – Fortaleza, CE*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [54] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento YUNY Leopoldo Green - São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [55] Loredou-Souza, A. M. (2008) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Cristal Tower - Porto Alegre, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [56] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre II – Bonnaire Home, Empreendimento Odebrecht Bonnaire - São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [57] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre o WTC FREE ZONE, Empreendimento World Trade Center – Montevideo, Uruguay*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [58] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Alegria do Empreendimento Nuova Vita. Construção Merit Engenharia – Caxias do Sul, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [59] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Armonia do Empreendimento Nuova Vita. Construção Merit Engenharia – Caxias do Sul, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [60] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Benessere do Empreendimento Nuova Vita. Construção Merit Engenharia – Caxias do Sul, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [61] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Felicitá do Empreendimento Nuova Vita. Construção Merit Engenharia – Caxias do Sul, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [62] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Don Alfonso – Balneário Camboriú, SC*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.
- [63] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 1, Empreendimento Cidade Jardim Corporate Center, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.

- [64] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 3, Empreendimento Cidade Jardim Corporate Center, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [65] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 2, Empreendimento Cidade Jardim Corporate Center, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [66] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Alpha, Empreendimento Brookfield Towers, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [67] Loredou-Souza, A. M. (2009) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Sigma, Empreendimento Brookfield Towers, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [68] Loredou-Souza, A. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Unique Residence, Novo Hamburgo, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [69] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre a Torre A, Empreendimento SEGROB, Porto Alegre, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [70] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B, Empreendimento SEGROB, Porto Alegre, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [71] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre a Torre C, Empreendimento SEGROB, Porto Alegre, RS*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [72] Loredou-Souza, A. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento YUNY Torre Z, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [73] Loredou-Souza, A. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre a Torre de Controle Aéreo do Aeroporto Internacional de Brasília Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, DF*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [74] Loredou-Souza, A. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cron Residencial Double Helbor - Curitiba, PR*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [75] Loredou-Souza, A. M. (2010) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cron Comercial Double Helbor - Curitiba, PR*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.

- [76] Loredou-Souza, A. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Odebrecht Evolution - Barueri, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [77] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre A do Empreendimento Multiplan Henri Dunant – São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.
- [78] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B do Empreendimento Multiplan Henri Dunant – São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.
- [79] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Mall do Empreendimento Multiplan Henri Dunant – São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [80] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre III do Center Shopping Uberlândia, Uberlândia, MG*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [81] Loredou-Souza, A. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Odebrecht São Paulo*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [82] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre A do Empreendimento CCDI Fotografia, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [83] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B do Empreendimento CCDI Fotografia, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [84] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Bloco B1 do Empreendimento Odebrecht BMX, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [85] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Odebrecht Carlos Steinen – São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [86] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Rossi Serzedelo – Belém, PA*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [87] Rocha, M. M. e Loredou-Souza, A. M. (2011) *Ação Dinâmica do Vento sobre as Torres do Empreendimento CCDI Fotografia, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.

- [88] Loredou-Souza, A. M. e Rocha, M. M. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Horizonte – São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [89] Rocha, M. M. e Loredou-Souza, A. M. (2011) *Ação Dinâmica do Vento sobre o Edifício Toledo Ferrari “Horizonte”, São Paulo, SP*. Laboratório de Aerodinâmica das Construções. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [90] Rocha, M. M., Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Dinâmica do Vento sobre o Edifício YUNY Presidente Wilson, Santos, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [91] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Acción Estática del Viento sobre La Torre Caelum – Montevideo, Uruguay*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [92] Rocha, M. M., Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Acción Dinâmica del Viento sobre La Torre Caelum – Montevideo, Uruguay*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [93] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Concórdia, Nova Lima, MG*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [94] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre A do Empreendimento EZ-TEC Berrini Corporate, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [95] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B do Empreendimento EZ-TEC Berrini Corporate, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [96] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B3 do Empreendimento Odebrecht BMX, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [97] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B2 do Empreendimento Odebrecht BMX, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [98] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B1 do Empreendimento Odebrecht BMX, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.

- [99] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Odebrecht Legend – Hotel + Residencial 1, Santos, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [100] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Odebrecht Legend – Residencial 2, Santos, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [101] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Planc – Residencial Alfredo Volpi, João Pessoa, PB*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [102] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Residencial do Empreendimento CFL Reserva Casa Rosa, Caxias do Sul, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [103] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Comercial do Empreendimento CFL Reserva Casa Rosa, Caxias do Sul, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [104] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício VR Resort Residence, Caxias do Sul, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [105] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre A do Empreendimento Wtorre Morumbi, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [106] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B do Empreendimento Wtorre Morumbi, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [107] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento YUNY AIR - Atílio Innocenti, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Maio.
- [108] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre C1 do Empreendimento Odebrecht BMX - São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.

- [109] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre C2 do Empreendimento Odebrecht BMX - São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [110] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento TWS Tour Geneve, João Pessoa, PB*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [111] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Corporativa do Empreendimento Even-Yuny Riverside, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [112] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Residencial do Empreendimento Even-Yuny Riverside, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [113] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício Liège, João Pessoa, PB*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [114] Rocha, M. M., Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Dinâmica do Vento sobre as Torres A e B do Empreendimento WTorre Morumbi - São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [115] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Edifício VR Resort Residence - Caxias do Sul, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [116] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cechinel Splendido, Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [117] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Bloco A do Condomínio Estevão Baião, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [118] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Bloco B do Condomínio Estevão Baião, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [119] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Bloco C do Condomínio Estevão Baião, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.

- [120] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento GMR - The One Jundiá, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [121] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 1 do Empreendimento Odebrecht Porto Atlântico, Rio de Janeiro, RJ*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [122] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 2 do Empreendimento Odebrecht Porto Atlântico, Rio de Janeiro, RJ*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [123] Loredou-Souza, A. M.; Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento FG Infinity Coast, Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [124] Rocha, M. M., Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2011) *Ação Dinâmica do Vento sobre o Empreendimento FG - Infinity Coast - Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [125] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 1 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [126] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 2 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [127] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 3 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [128] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 4 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [129] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 5 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.

- [130] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 6 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [131] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 7 do Empreendimento OAS Liberdade, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [132] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2012) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento LABAT - Edifício Trend Tower, Barueri, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [133] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Residencial do Empreendimento Odebrecht LED Barra Funda, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [134] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Comercial/Hotel do Empreendimento Odebrecht LED Barra Funda, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [135] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre B do Empreendimento Odebrecht Henri Dunant, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [136] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 1 do Lote 1 do Empreendimento CFL Germânia, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [137] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 2 do Lote 1 do Empreendimento CFL Germânia, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [138] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 1 do Lote 2 do Empreendimento CFL Germânia, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [139] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Torre 2 do Lote 2 do Empreendimento CFL Germânia, Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.

- [140] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Fase 1 do Empreendimento Tishman Speyer Pátio da Marítima, Rio de Janeiro, RJ*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [141] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre a Fase 2 do Empreendimento Tishman Speyer Pátio da Marítima, Rio de Janeiro, RJ*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [142] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento VR Faria Lima Tower, São Paulo, SP. Parte I – Estrutura da Torre e Elementos de Revestimento*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [143] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Nex Group KROLOW, Pelotas, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [144] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Terral Clarity, Goiânia, GO*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [145] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2013) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento João Fortes – Mansão Wildberger, Salvador, BA*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [146] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Método – Hotel Gleba A Parque da Cidade, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Fevereiro.
- [147] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Shopping da Gleba A do Empreendimento Odebrecht Parque da Cidade, São Paulo – SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [148] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento SETIN Praça da República, São Paulo – SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Março.
- [149] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre a Torre Corporativa da Gleba A do Empreendimento Odebrecht Parque da Cidade, São Paulo – SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Abril.

- [150] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento MRM - Vasco da Gama. Salvador, BA.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Maio.
- [151] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre a Nova Configuração Arquitetônica do Empreendimento VR Faria Lima Plaza. São Paulo, SP. Parte I – Estrutura da Torre e Elementos de Revestimento.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Agosto.
- [152] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Winter Gomes Portinho. Novo Hamburgo, RS.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Outubro.
- [153] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Moura Dubeux – Bahiano de Tênis. Salvador, BA.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Novembro.
- [154] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento H Lar Esplêndido - Novo Hamburgo, RS.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Novembro.
- [155] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cron – Hesa 100 – Hotel Adagio - Curitiba, PR.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Dezembro.
- [156] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2014) *Ação Dinâmica do Vento sobre a Nova Configuração Arquitetônica do Empreendimento VR Faria Lima Plaza – São Paulo, SP.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Dezembro.
- [157] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Pasqualotto Vitra by Pininfarina – Balneário Camboriú, SC.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Janeiro.
- [158] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cron – Av. Paraná – Curitiba, PR.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Janeiro.
- [159] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Ação Estática do Vento sobre o Hotel da Gleba A do Empreendimento Parque da Cidade, São Paulo – SP.* Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico.** Porto Alegre. Abril.

- [160] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Ação Estática do Vento sobre as Torres Residenciais da Gleba D do Empreendimento Odebrecht Parque da Cidade, São Paulo – SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Junho.
- [161] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Determinação experimental, em túnel de vento, do comportamento aerodinâmico da Torre Mata Atlântica do Empreendimento Arup – Matarazzo / Ação Estática do Vento, São Paulo – SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.
- [162] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2015) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Cechinel – Copenhagen, Balneário Camboriú – SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Outubro.
- [163] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2016) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Construtora Laguna – Projeto LLUM Curitiba, PR*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Janeiro.
- [164] Loredou-Souza, A.M. e Oliveira, M.G.K. (2016) *Determinação da Velocidade Básica do Vento para Trindade, GO*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Abril.
- [165] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2016) *Determinação da velocidade básica do vento para Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Julho.
- [166] Loredou-Souza, A. M. e Oliveira, M. G. K. (2016) *Determinação da velocidade básica do vento para Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [167] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2016) *Ação Dinâmica do Vento sobre as Torres 1 e 2 do Empreendimento Pasqualotto Yachthouse, Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Novembro.
- [168] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2016) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento EMBRAED Edifício New York, Balneário Camboriú, SC*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Dezembro.
- [169] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2017) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Paddock V, São Paulo, SP*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.

Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento

Av. Soledade, 569 - Torre Alfa - Cj. 1010
CEP 90.470-340 Porto Alegre, RS – Brasil
Fone: + 55 51 2103 4763
vento-s@vento-s.com www.vento-s.com

Laboratório de Aerodinâmica das Construções

UFRGS Caixa Postal 15.035
CEP 91.501-970 Porto Alegre, RS - Brasil
Fone: + 55 51 3308 7145
lac@ufrgs.br www.ufrgs.br/lac

- [170] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2017) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento GPL - HFA Goiânia, GO*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Agosto.
- [171] Loredou-Souza, A. M., Rocha, M. M. e Oliveira, M. G. K. (2017) *Ação Estática do Vento sobre o Empreendimento Multiplan – Vila Hípica – Porto Alegre, RS*. Vento-S Consultoria em Engenharia do Vento Ltda. e Laboratório de Aerodinâmica das Construções – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Relatório Técnico**. Porto Alegre. Setembro.