Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

INDICE DE CHUVA DIRIGIDA PARA A REGIÃO DE URUSSANGA, SC

BACK, Álvaro José - ajb@unesc.net

Eng. Agrônomo, Dr. Engenharia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Unesc

HERDT, Graziela

Engenheira Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc)

RESUMO: As edificações sofrem ações de agentes meteorológicos como temperatura, insolação, umidade relativa, chuva e ventos. O Índice de Chuva Dirigida (ICD), que expressa a ação conjunta da intensidade da chuva e da velocidade do vento, é a maior fonte de umidade que afeta a durabilidade e o desempenho das fachadas. Este trabalho teve como objetivos determinar o ICD e o índice de chuva dirigida em parede vertical (I_0), seu nível de exposição, orientação da fachada mais exposta à degradação na região de Urussanga, SC. Foram usados dados horários de chuva e vento obtidos na Estação Experimental de Urussanga (Latitude 28º31'S, Longitude 49º19'W) do período de 13/05/2004 a 31/04/2012. Os resultados mostram que a área em estudo está submetida a níveis de exposição à chuva dirigida classificada como protegida (ICD = 1,64 m^2s^{-1}). Para o mês de janeiro foi encontrado o maior valor de ICD mensal (4,38 m^2s^{-1}), com maiores valores na direção SE. Também foi observada forte variação sazonal no ICD, com maiores valores nas estações da primavera e verão. As edificações situadas na região de estudo possuem uma maior tendência a apresenta grau maior de deterioração nas fachadas com orientação Sudeste e Sul.
Palavras-chave: Ambiente construído; vento; precipitação; patologia; deterioração.

DRIVEN RAIN INDEX FOR THE REGION OF URUSSANGA, SC

ABSTRACT: The buildings suffer actions meteorological agents such as temperature, solar radiation, relative humidity, rainfall and wind. The driven rain index (DRI), which expresses the joint action of rainfall intensity and wind speed, is the largest source of moisture that affects the durability and performance of the facades. This study aimed to determine the DRI and the index driven rain directed vertical wall (I0), their level of exposure, the orientation most exposed façade degradation in the region of Urussanga, SC. We used hourly data from wind and rain obtained at the Experimental Station Urussanga (Latitude 28º 31' S, Longitude 49º 19' W) for the period 13/05/2004 to 31/04/2012. The results show that the studied area is subjected to exposure levels to rain directed classified as protected (DRI = 1.64 m^2s^{-1}). For the month of January found the highest monthly value of DRI (4.38 m^2s^{-1}), with higher values in the SE direction. It was also observed strong seasonal variation in DRI, with higher values at stations of spring and summer. The buildings located in the study area have a greater tendency to present higher degree of deterioration the facades oriented Southeast and South.
Keywords: Built environment; wind, precipitation; pathology;

1. INTRODUÇÃO

Os elementos meteorológicos, como a temperatura, chuva, umidade relativa, radiação, vento, afetam a durabilidade das construções. Morelli *et al.* (2012) afirmam estes elementos são agentes agressivos e sofre a ação deletéria ao ambiente construído. Ventos constituem uma das variáveis meteorológicas com influência direta no cotidiano humano e no ambiente como um todo. Burgardt *et al.* (2011) citam a importância do estudo da direção predominante do vento

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

em varias atividades humanas. A chuva tem importância pela fonte de umidade, que pode aumentar a degradação das paredes e fachadas. Morelli *et al.* (2012) ressaltam que a sinergia entre vários agentes provoca, em geral, ação deletéria superior a ação isolada de cada um dos agentes em separado, seja na forma ou na intensidade.

Os danos provocados pela água da chuva no envelope do edifício atingem praticamente todos os materiais nele utilizados. Esses danos podem variar de problemas de efeitos estéticos, como o manchamento das fachadas, até degradações mais profundas, como a corrosão de metais ou congelamento em materiais porosos. Estes danos, além de serem de difícil solução e apresentarem custos relativamente altos, também implicam na perda da funcionalidade da edificação e causam danos a equipamentos e bens no interior do edifício, desconforto aos usuários com riscos à saúde e prejuízos financeiros, seja em decorrência dos percalços citados, como pelos custos com reparação das falhas apresentadas pelo edifício. Em estudos recentes foi identificada a presença de biocidas nas águas urbanas devido seu emprego em tintas com vista a prevenção de alga e fungos (BURKHARDT *et al.*, 2011; WITTMER *et al.*, 2011).

O índice de chuva dirigida mede o efeito de sinergia da ação da água da chuva e vento incidente nas fachadas das construções. Diversos autores (RYCHARTÁRIKOVÁ e VRGOVÁ, 2008; ABUKU *et al.*, 2009; STRAUBE, 2010), citam a chuva dirigida como a maior fonte de umidade que as fachadas de um edifício podem receber do meio externo; por essa razão, ela afeta diretamente o desempenho da edificação.

A chuva incidente é um dos fatores mais relevantes que afetam o desempenho termohigrométrico das edificações. Este tipo de precipitação caracteriza-se por ser afetada pela componente horizontal da velocidade do vento que direciona a chuva para a envolvente dos edifícios (PRATA, 2012). Este fenômeno é responsável pelo aparecimento de anomalias da construção com consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Segundo Freitas (2011) a quantidade de chuva que incidente depende de diversos fatores entre os quais: a geometria do edifício, a topografia do meio envolvente e a velocidade do vento, intensidade de precipitação, distribuição das gotas. Este conjunto de fatores converte a abordagem ao tema da sua quantificação num processo complexo. Freitas (2011) ressalta ainda que a geometria urbana gera gradientes de pressão à volta das fachadas dos edifícios, que modificam a trajetória das gotas de água, na sequência do regime turbulento, tornado assim extremamente complexo caracterizar a distribuição espacial e temporal da solicitação chuva (BLOCKEN e CARMELIET, 2010).

O índice de chuva dirigida pode ser aplicado para análise de durabilidade e também para estudos de estanqueidade de elementos de fachada e análise do comportamento higrotérmico e da durabilidade de fachadas. Segundo Briggen *et al.,* (2008) e Straube (2010), a informação sobre a magnitude e natureza da carga de umidade imposta pela chuva dirigida é muito útil e de valor prático para estudos com a modelagem do comportamento da parede com mais precisão e confiança.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

As medições são, na maior parte das vezes, difíceis de realizar, uma vez que têm um custo elevado e demoram tempo. Além disso, não se pode generalizar valores medidos em um local para outros edifícios e para outras localizações e estão sujeitas a alguns erros (BLOCKEN e CARMELIET, 2010). Existe também a possibilidade de utilizar túneis de vento associados a maquetas para medir chuva incidente, mas este estudo requer muito trabalho e apresenta um custo muito elevado (BLOCKEN e CARMELIET, 2004).

Para a estimativa da chuva incidentes foram desenvolvidos método semi-empíricos que permitem quantificar de forma rápida e fácil a chuva incidente. São modelos com bases teóricas que necessitam da utilização de coeficientes que são parcialmente determinados por medições. Mais recentemente surgiram os modelos CFD (*computational fluid dynamics*) que permitem um maior rigor, mas são complexos e, por isso, não são tão fáceis e rápidos de usar como os semi-empíricos (Blocken e Carmeliet, 2004).

Os métodos semi-empíricos são muito usados, no entanto, é necessário utilizar dados climáticos horários da precipitação, velocidade e direção do vento para o local em análise, que nem sempre estão disponíveis. Freitas (2011) estudou algumas metodologias semi-empíricas e concluiu que não foi possível definir qual o melhor método para quantificar a chuva incidente em fachadas.

Diferentes modelos de cálculo da chuva dirigida têm sido desenvolvidos e progressivamente melhorados utilizando a modelagem computacional, com a vantagem de explorar os efeitos da construção de geometria, detalhes geométricos e condições climáticas locais. Destacam-se os trabalhos de Blocken e Cameliet (2008b); Tominaga *et al.* (2008); Blocken *et al.* (2009) Blocken *et al.* (2010) e Coutu *et al.* (2012).

No Brasil ainda há carência de estudos para caracterizar e quantificar a chuva dirigida e relacionar com a patologia das construções Lima e Morelli (2005) apresentaram o primeiro mapa de chuva incidente (DRI) para o território Brasileiro, contendo apenas informações relativas ao grau de exposição; sendo um estudo meramente qualitativo não possui informações de índices direcionais. É, portanto, um mapa de âmbito limitado, dado que apenas permite fazer uma avaliação dos riscos a que cada edificação está sujeita. Através da sua consulta pode inferir-se acerca do risco de infiltrações em fachadas e danos provocados por umidade. Para a elaboração do mapa foi adotada a fórmula de Lacy (1979) em conjunto com a tabela de classes de exposição propostas por Chand e Bargava (2002) e usadas no seu estudo para o território indiano.

Giongo *et al.* (2011) apresentaram o primeiro índice de chuva incidente para a cidade de Florianópolis. Adicionalmente levou a cabo uma comparação entre as tabelas de níveis de exposição de Lacy (1979), Chand e Bhargava (2002). Melo Junior (2011) apresentou um índice direcional para a cidade de Goiânia também usado foi a fórmula de Lacy (1979). Como método auxiliar à equação, o autor procedeu também ao levantamento de dados sobre casos de infiltração em fachadas de edifícios. Foram também recolhidos registros fotográficos de anomalias em fachadas com o intuito de se estabelecer a relação entre a chuva incidente e a densidade de anomalias nas fachadas. Trabalhos semelhantes

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

foram publicados por Silva e Giralt (1995), Estrela e Lima (2009) e Melo Junior e Carasek (2011), adotando a mesma metodologia de cálculo.

Este trabalho teve como objetivo determinar a chuva dirigida sazonal e anual para Urussanga, SC bem como determinar a chuva dirigida em parede vertical considerando a orientação das fachadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados de vento registrados na Estação Meteorológica de Urussanga, SC, localizada na Estação Experimental da Epagri (Latitude 28º31'S, Longitude 49º19'W, altitude 49 m). Foram usados dados horários de velocidade e direção do vento registrado na estação meteorológica automática, no período de 13/05/2004 a 31/04/2012. A velocidade do vento é medida a 10 metros de altura em metros por segundo (m s^{-1}) e a direção do vento em graus, a partir da direção norte. No período de 13/05/2004 a 28/05/2006 a velocidade e a direção do vento foram obtidas pela média das leituras a cada 15 segundos, isto é, média das 240 leituras no intervalo horário. A partir do dia 28/05/2006 a velocidade média e a direção do vento foram registradas pela média das leituras em intervalos de 15 segundos dos últimos 10 minutos da hora analisada, isto é, a média de 40 observações em intervalos de 15 segundos. Também foram usados os dados horários de precipitação registrados na estação automática. Os dados horários dos ângulos foram transformados em direção do vento de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Ângulos, direção do vento e símbolo correspondente.

Ângulo (°)	Direção	Símbolo
337,5 a 22,5	Norte	N
22,5 a 67,5	Nordeste	NE
67,5 a 112,5	Leste	E
112,5 a 157,5	Sudeste	SE
157,5 a 202,5	Sul	S
202,5 a 247,5	Sudoeste	SW
247,5 a 292,5	Oeste	W
292,5 a 337,5	Noroeste	NW

O anemômetro da estação meteorológica registra a velocidade do vento com valores de 0,1 m s^{-1}. Para comparação com os trabalhos de Giongo *et al.* (2011) e Melo Junior e Carasek (2011) foram considerados os valores de vento inferior a 1 nó (0,514 m s^{-1}) como vento calmo. Assim foram calculados os valores de precipitação total, precipitação com vento com valores de 0,1 m s^{-1} e precipitação com vento acima de 0,514 m s^{-1}.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Para obter o índice de chuva dirigida (ICD) mensal e anual foram somados os valores mensais de chuva (P) nos horários com vento acima do limite considerado. Também foi calculada a velocidade média do vento (V) nos horários com chuva. O cálculo do índice de chuva dirigida é dado pela equação (1):

$$ICD = \frac{VP}{1000} \quad (1)$$

Em que: ICD - índice de chuva dirigida, $m^2\ s^{-1}$;

V - velocidade média do vento com chuva, $m\ s^{-1}$;

P - precipitação total, mm.

Para o cálculo do índice de chuva dirigida direcional foram calculados os valores de chuva e velocidade média do vento para cada mês e para cada direção. A interpretação do índice de chuva dirigida pode ser feita com base na classificação proposta por Chand e Bhargava (2002), para análise do grau de exposição das fachadas á chuva dirigida, conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2. Faixas de exposição à chuva dirigida.

Faixa do índice de chuva dirigida (ICD)	Grau de exposição
ICD < 3 $m^2\ s^{-1}$	Protegida
3 m^2/s < ICD < 7 $m^2\ s^{-1}$	Moderada
7 m^2/s < ICD < 11 $m^2\ s^{-1}$	Alta
ICD > 11 $m^2\ s^{-1}$	Severa

Para o cálculo do montante de chuva dirigida em parede vertical foi utilizado à equação (2) proposta por Rydock *et al.* (2005):

$$I_O = 0{,}206 \sum_{D=\theta-80°}^{D=\theta+80°} \left(R_D V_D \cos(D-\theta)\right) \quad (2)$$

Em que: Io - Montante de chuva dirigida em parede vertical, mm ano^{-1};

D - direção do vento, graus;

θ - ângulo entre o Norte e a direção normal à parede, graus;

R_D - precipitação média para a direção D, mm;

V_D - Velocidade média do vento para a direção D, $m\ s^{-1}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A chuva total anual apresentou no período estudado média de 1646,5 mm, sendo que a chuva com vento acima de 0,1 $m\ s^{-1}$ foi de 1407 mm e chuva com vento acima de 0,51 $m\ s^{-1}$ foi de 1022,6 mm s^{-1} (Tabela 3). A velocidade média do vento acima de 0,51 $m\ s^{-1}$ variou de 1,36 $m\ s^{-1}$ observado no mês de junho

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

até 2,01 m s^{-1} observado no mês de novembro, com média anual de 1,62 m s^{-1}. Observa-se que estes valores são ligeiramente inferiores aos valores citados por Back (2009), baseado em dados de vento de Urussanga do período de 1977 a 1997, indica valores médios variando de 1,9 a 2,7 m s^{-1}. As diferenças devem-se principalmente pelo fato de que Back (2009) ter utilizado dados do cata vento Wild com observações das 09:00, 15:00 e 21:00 horas, constituindo dados de vento diurno, que normalmente são maiores que a média diária. Os valores de velocidade do vento também foram inferiores aos encontrados por Melo Junior e Carasek (2011) e Giongo *et al.* (2011). Segundo Brito Costa (2012), o vento pode ser conceituado como sendo o ar em movimento, devido às diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões distintas e influenciada por efeitos locais, seja pela rugosidade da superfície ou pela ortografia do local.

Tabela 3. Valores médios mensais de chuva, velocidade do vento e índice de chuva dirigida para Urussanga, SC.

Período	Chuva total (mm)	Chuva com vento (mm)		Velocidade média (m s^{-1})		ICD ($m^2 s^{-1}$)	
		V_1[1]	V_2[2]	V_1	V_2	V_1	V_2
Janeiro	250,1	197,6	149,3	1,25	1,71	4,38	6,20
Fevereiro	134	120,2	93,8	1,06	1,52	3,43	4,83
Março	160,9	141,4	112,0	1,06	1,50	2,75	4,27
Abril	84,9	74,0	54,0	0,98	1,43	1,56	2,66
Maio	125,5	104,7	65,0	0,87	1,37	1,21	1,86
Junho	58,5	49,8	30,2	0,92	1,36	0,92	1,49
Julho	99,3	82,8	60,3	1,01	1,42	1,11	1,60
Agosto	138,8	121,0	85,6	1,21	1,65	1,55	2,15
Setembro	158,6	139,2	97,8	1,34	1,80	1,71	2,40
Outubro	129,2	113,9	76,5	1,36	1,79	1,54	2,02
Novembro	168,6	142,1	107,1	1,52	2,01	2,06	2,88
Dezembro	138,3	120,4	91,3	1,40	1,84	2,75	3,73
Anual	1646,5	1407	1022,6	1,16	1,62	1,64	1,65

[1] V_1 -velocidade do vento acima de 0,1 m s-1; [2] V_2 - velocidade do vento acima de 0,51 m s^{-1}.

O Índice de chuva dirigida médio anual (ICDa) é de 1,64 m^2 s^{-1}, o que caracteriza como grau de exposição "Protegido". Giongo *et al.* (2011) encontraram para a região de Florianópolis ICDa médio anual de 4,94 $m^2 s^{-1}$, caracterizando como grau "Moderado", sendo as diferenças principalmente pela maior velocidade do vento. Melo Junior e Carasek (2011) com base em sete anos de observação obteve para a cidade de Goiânia, ICD média anual de 2,01 m^2 s^{-1}, classificado como grau protegido, sendo a precipitação anual com vento de 1115,2 mm. Observa-se que os valores obtidos neste trabalho se assemelham com os resultados obtidos por Melo Junior e Carasek (2011).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Morelli *et al.* (2012) apresentaram um mapa de Índice de chuva dirigida produzido com dados SYNOP para o Brasil indicado uma severidade variando entre moderada e protegida em quase todo o Brasil, com exceção de apenas quatro pontos classificados em alta severidade. Estes autores também observaram grandes variações nos valores de ICD, sendo na região litoral de Santa Catarina o índice varia de protegido a moderado. Lima e Morelli (2005) apresentam uma mapa com grau de exposição da chuva dirigida no Brasil em que a região Sul enquadra-se na faixa de exposição severa. No entanto, este mapa traz informação apenas sobre o grau de severidade para o ano de 2004. De acordo com Bonin (1993) na cidade de Porto Alegre o ICD anual é de aproximadamente 4,0 m^3/s, e a condição de exposição à chuva dirigida é moderada. Silva e Giralt (1995) obtiveram valores de 3,92 m^2/s para Porto Alegre. Estrela e Lima (2009) analisado dados da cidade de São José dos Campos (SP) apresenta um índice de chuva dirigida que indica uma condição de exposição protegida. Ressalta-se que as diferenças obtidas entre os vários trabalhos citados podem ser devido a diferentes séries de dados utilizados e também diferentes intervalos duração. Blocken e Carmeliet (2008) apresentam uma análise da resolução de tempo necessário para entrada de dados meteorológicos (velocidade do vento, direção do vento, e intensidade da chuva horizontal) para obter valores precisos chuva dirigida. Segundo estes autores a utilização de dados de entrada de 10 minutos pode proporcionar resultados precisos, enquanto o uso de uma média aritmética dos dados horários pode dar origem a subestimações significativas nos valores calculados de chuva dirigida

As Figuras 1 e 2 representam os índices de chuva dirigida direcional mensal. Para o mês de janeiro foi encontrado o maior valor de ICD mensal (4,38 m^2s^{-1}), com maiores valores para a direção SE (0,059 m^2s^{-1}). No mês de fevereiro observa-se predomínio das direções E (0,030 m^2s^{-1}) e SE (0,039 m^2s^{-1}). No mês de março o maior valor foi observado na direção S (0,048 m^2s^{-1}). Nos meses de abril, maio, junho e julho os valores foram abaixo de 0,023 m^2s^{-1}. Nos meses de agosto a dezembro também predominam as direções S e SE, com destaque para os meses de novembro e dezembro com valores mensais acima de 0,35 m^2s^{-1} para as direções S e SE.
A Figura 3 mostra a variação sazonal da chuva dirigida, onde se observa que a agressividade é maior nas estações da primavera e verão, e nas direções SE e S. Na Figura 5 está representado a chuva dirigida média anual, por direção predominante. Estes dados mostram que na região estudada as direções mais agressivas a chuva dirigida são SE e S. Giongo *et al.* (2011) encontraram para a região de Florianópolis como a direção mais agressiva sendo a direção S. Melo Junior e Carasek (2011) observaram que para Goiânia embora a direção predominante foi SE, mas os valores de chuva dirigida direcional estavam mais bem distribuídos nas diversas direções.
Na Tabela 4 encontram-se os valores de precipitação total, precipitação com vento, a velocidade média do vento e os valores de chuva dirigida em parede vertical para cada uma das direções estudadas. A face da fachada mais exposta com orientação SE (Sudeste) com valor de 151,4 mm ano^{-1}, sendo a mais crítica na região, seguida pela fachada S (Sul) com 135,0 mm ano^{-1}, E (Leste) com 123,1 mm ano^{-1}. As fachadas NE e SW apresentam resultados intermediários próximos, e a fachada W (Oeste), é a fachada que está menos exposta, com valor de 56,9 mm ano^{-1}, o que não significa que está isenta da ação da chuva dirigida.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

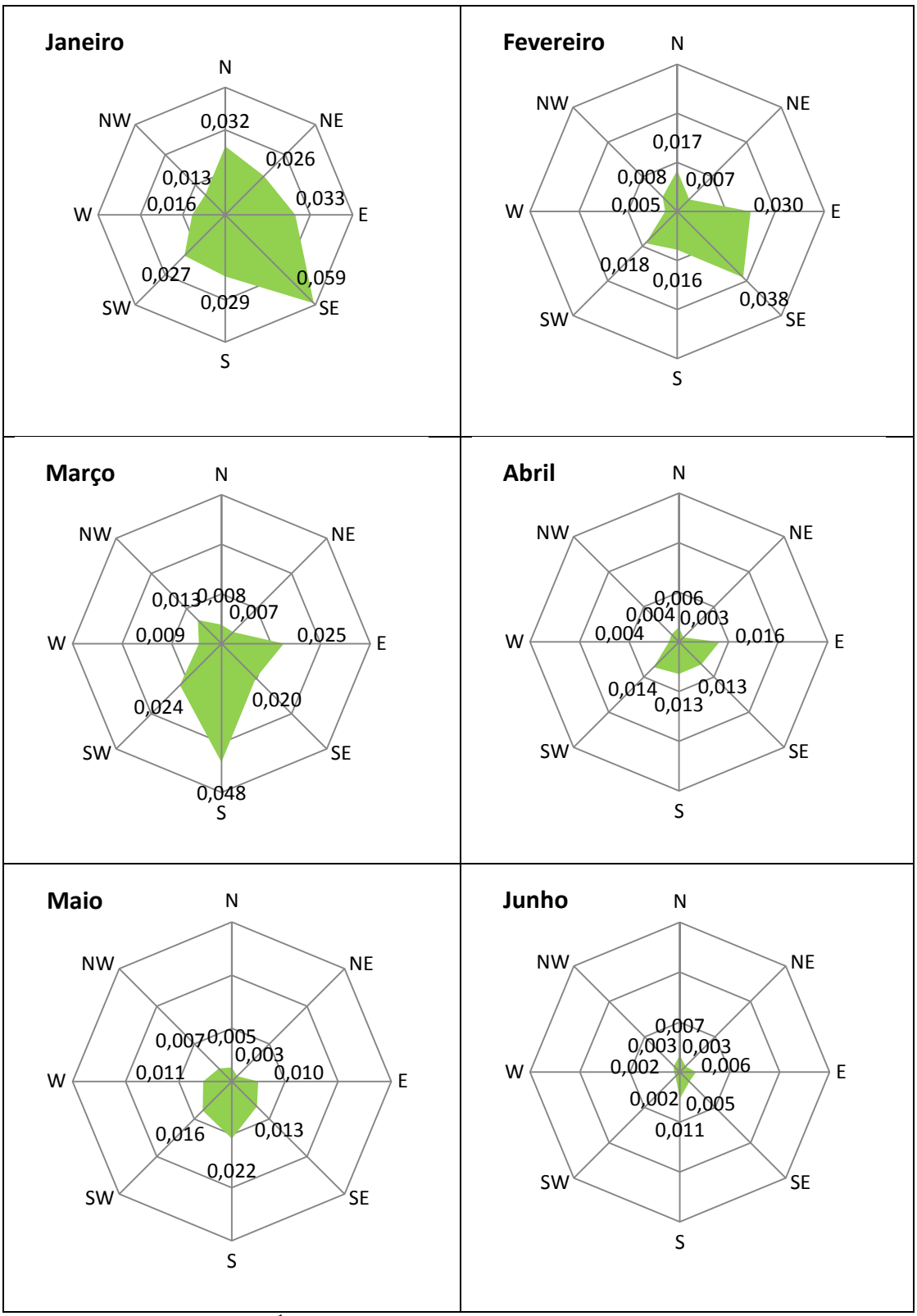


Figura 1. ICD mensal (m^2s^{-1}) de Janeiro a Junho para Urussanga, SC.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

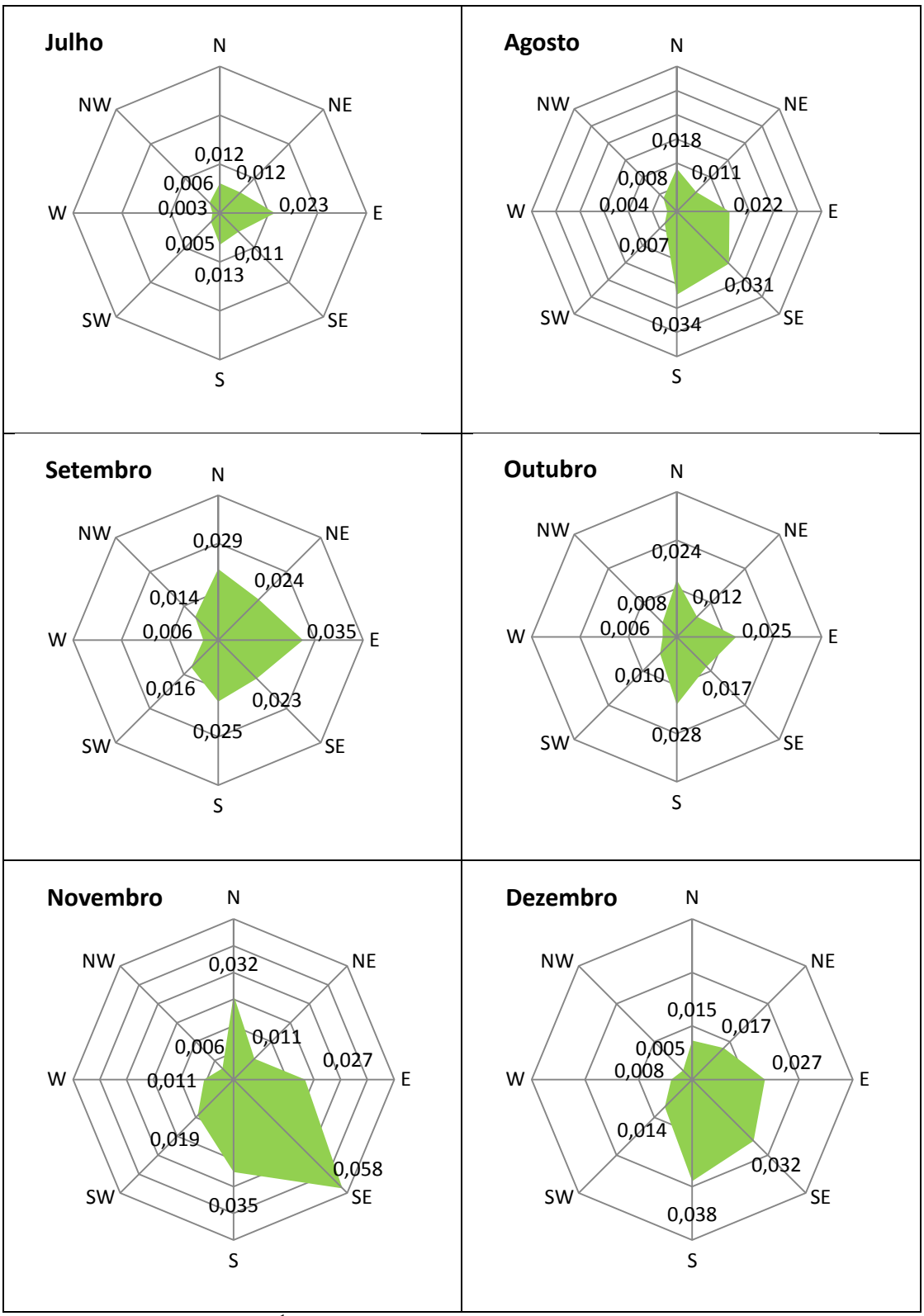


Figura 2. ICD mensal (m^2s^{-1}) de Julho a Dezembro, para Urussanga, SC

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

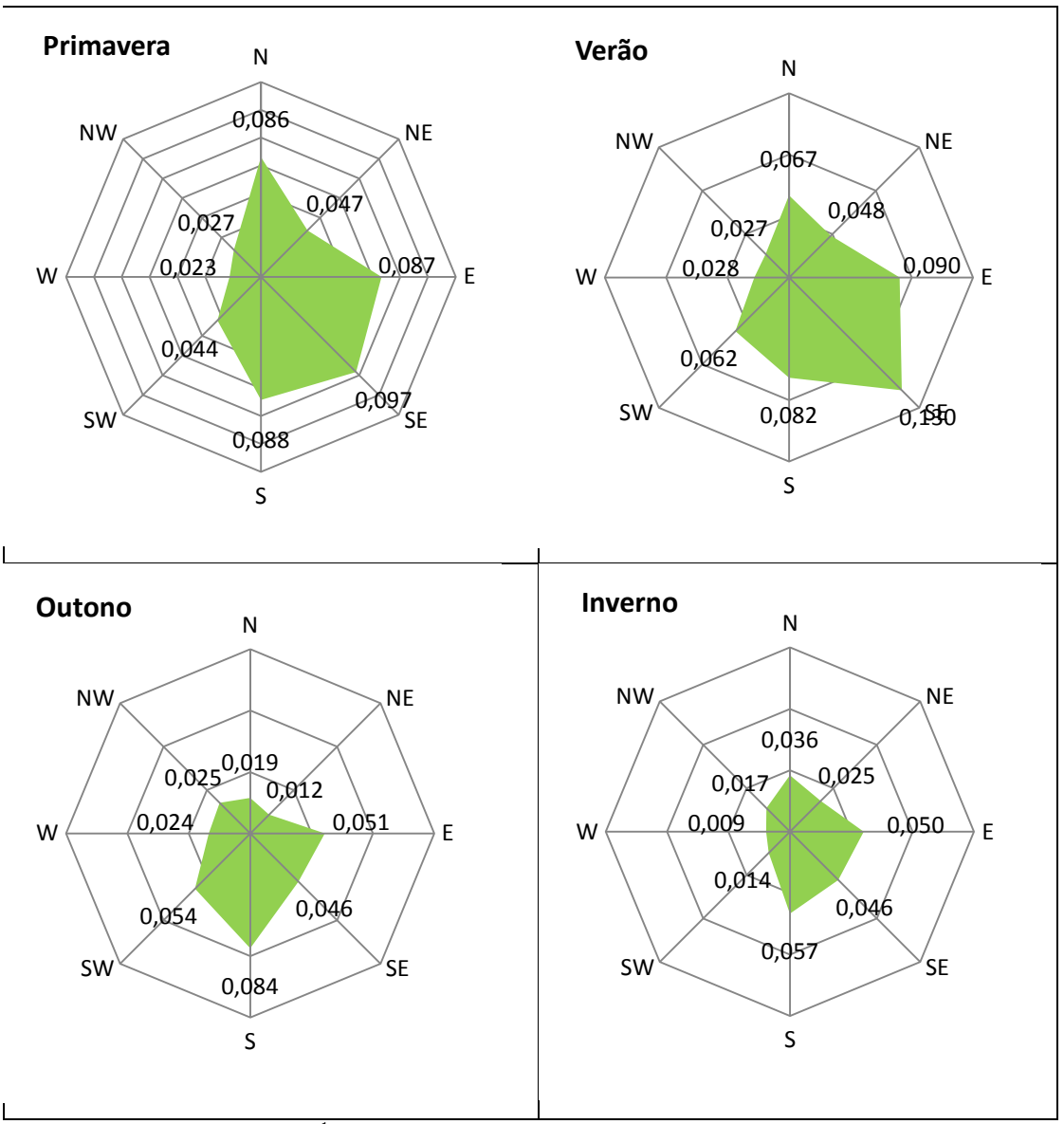


Figura 3. ICD Sazonal (m^2s^{-1}) para Urussanga, SC.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

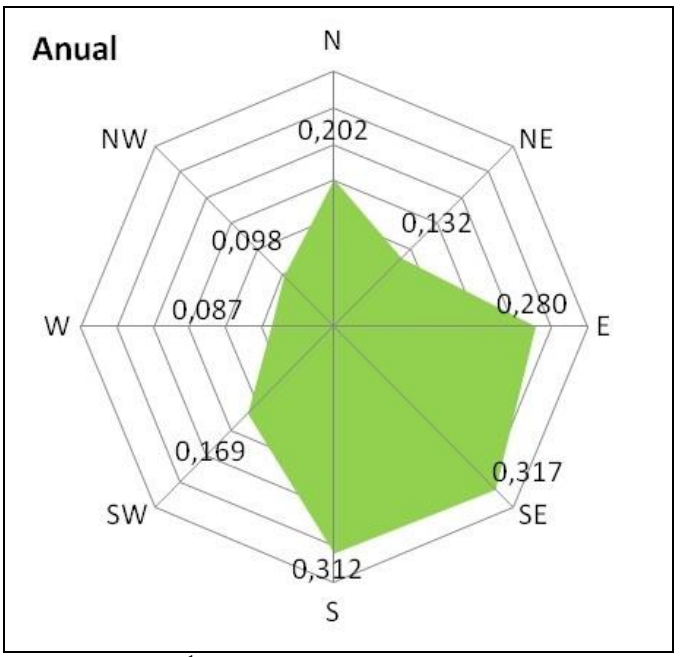


Figura 4. ICD Anual (m^2s^{-1}) para Urussanga, SC.

Tabela 4. Índice de chuva dirigida em parede vertical observada em Urussanga, SC no período de 13/05/2004 a 31/04/2012.

Índice	Orientação da fachada							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Precipitação total (mm)	163,5	132,9	243,2	272,6	313,8	258,0	144,7	117,8
Chuva com vento (mm)	141,2	108,4	209,9	235,4	281,8	216,9	114,1	99,3
Chuva com vento*(mm)	103,9	67,6	163,3	189,6	210,8	142,8	75,9	68,9
Vento médio (m s^{-1})	1,62	1,48	1,28	1,25	0,97	0,62	0,68	1,16
Vento médio* (m s^{-1})	1,94	1,96	1,71	1,67	1,48	1,19	1,15	1,43
Io (mm ano^{-1})	87,2	105,3	121,3	139,2	118,5	78,7	52,4	68,4
Io* (mm ano^{-1})	75,2	97,5	123,1	151,4	135,0	93,0	56,9	62,3

* velocidade do vento acima de 0,51 m s^{-1}

Com base nos resultados obtidos, para prevenção da deterioração e aumento da durabilidade da fachada, sugere-se pesquisa de elementos de coroamento no topo das edificações, para evitar o processo de deterioração das platibandas. Também é necessário realizar a análise referente aos peitoris para que se tornem mais eficientes, pois contribuem para aceleração e a perda da durabilidade nas edificações. Na fase de elaboração de projeto, com o conhecimento da orientação da fachada mais exposta a deterioração, pode-se

avaliar materiais e detalhes construtivos que ajudem na prevenção para aumentar a vida útil dos elementos de vedação.

4. CONCLUSÕES

Com base nos dados observados pode-se obter as seguintes conclusões sobre a chuva dirigida da região de Urussanga, SC:

1) O índice de chuva anual (ICDa) é de 1,64 $m^2 s^{-1}$, caracterizando nível de exposição á chuva dirigida classificada como protegido; com maior resultado médio foi no período de janeiro e fevereiro, considerados com grau de exposição protegido.
2) O maior índice de chuva dirigira mensal é observado em janeiro, com valores médios de 4,38 $m^2 s^{-1}$, com predomínio na direção SE.
3) O índice de chuva dirigida apresenta forte variação sazonal, com maiores valore observados nas estações de primavera e verão.
4) O índice de chuva dirigida em parede vertical (Io) indica tendência das edificações apresentarem um grau maior de deterioração nas fachadas com orientação Sudeste e Sul.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUKU, M.; JANSSEN, H.; POESEN, J.; ROELS, S. Impact, absorption and evaporation of raindrops on building facades. **Building and Environment**, London, v.44, n.1, p.113-124, 2009.

BACK, Á. J. Caracterização Climática *In:* **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**. ed. Curitiba: Juruá Editora, 2009, p.17-33

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. *Overview of three state-of-the-art wind-driven rain assessment models and comparison based on model theory.* **Building and Environment**, v.45, n.3, p.691-703, 2010.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. Guidelines for the required time resolution of meteorological input data for wind-driven rain calculations on buildings. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Amsterdam, v.96, n.5, p.621-639, 2008.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. Wind-Driven rain assessment on buildings using climatic data sets: What time resolution is needed? *In:* **BUILDINGS CONFERENCE**, 10, 2007, Florida: ASHRAE, 2008, p.1-13.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. *A review of wind-driven rain research in buildings science.* **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics** 92, 2004, pp. 1079-1130.

BLOCKEN, B.; DEZSÖ, G.; BEECK, J.; CARMELIET, J. The mutual influence of two buildings on their wind-driven rain exposure and comments on the obstruction factor. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Amsterdam, v.97, n.5-6, p.180-196. 2009.

BLOCKEN, B.; DEZSÖ, G.; VAN BEECK, J.; CARMELIET, J. Comparison of calculation methods for wind-driven rain deposition on building facades**. Atmospheric Environment**, Oxford, v.44, n.14, p.1714-1725, 2010.

BONIN, L.C. Manuais de referencia técnica. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – GESTÃO E TECNOLOGIA, 2, 1993, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, 1993.

BRIGGEN, P.M.; BLOCKEN, B.; SCHELLEN, H.L. Wind-driven rain on the facade of a monumental tower: numerical simulation, full-scale validation and sensitivity analysis. **Building and Environment**, London, v.44, n.8, p.1675-1690, 2008.

BRITO COSTA, G.; LYRA, R.F.F. Análise dos padrões de vento no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.27, n.1, p.31-38, 2012.

BURGARDT, S.; LEITE, M.L. VIRGENS FILHO, J.S. Direção horária predominante e de rajada de vento em localidades dos Campos Gerais do Paraná e arredores. **Revista Brasileira de Climatologia**, n.8, p.137-151, 2011.

BURKHARDT, M.; ZULEEG, S.; VONBANK, R.; SCHMID, P.; HEAN, S.; LAMANI, X.; BESTER, K.; BOLLER, M. Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. **Water Science & Technology**, Oxford, v.63, n.9, 1974-1982, 2011.

CHAND, I.; BHARGAVA, P.K. Estimation of driving rain index for India. **Building and Environment**, London, n.37, p.549-554, 2002

COUTU, S.; WYRSCH, V.; ROSSI, L.; EMERY, P.; GOLAY, F.; CARNEIRO, C. Modeling wind-driven rain on buildings in urbanizes areas using 3-d GIS and LiDAR datasets. **Building and Environment**, London, 2012. Dx.doi.org/10.1016/j.buidenv,2012.09.022

ESTRELA, P.H.T.; LIMA, M.G. Índice de exposição à chuva dirigida para São José dos Campos – SP com base em um ano de dados. *In:* ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, 15, 2009, São José dos Campos. **Anais ...**São José do Campos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009

FREITAS, A.S.S.L.A. Avaliação do comportamento higrotérmico de revestimentos exteriores de fachadas devido à acção da chuva incidente. 2011. 170p. **Dissertação e Mestrado em Engenharia Civil.** Faculdade de Engenharia da universidade do Porto. Porto, Portugal 2011.

GIONGO, M.; PADARATZ, I.J.; LAMBERTS, R. Determinação da exposição à chuva dirigida em Florianópolis, SC: Índices de chuva dirigida e métodos semi-empíricos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.1, 2011, p.7-23.

LACY, R.E. *Climate and building in Britain.* **Meteorological Society**, Volume 105, Volume 105, Issue 443, page 319, January 1979

LIMA, M. G; MORELLI, F. Mapa Brasileiro de Chuva Dirigida: Algumas considerações. Florianópolis, SC. 2005. p.620-634. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSA, 6, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2005.

MELO JUNIOR, C.M.; CARASEK, H. Índices de chuva dirigida direcional e análise do nível de umedecimento em fachada de edifício multipavimento em Goiânia, GO. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.3, p.23-37. 2011.

MORELLI, F.; LIMA, M.G; SOUZA JUNIOR, W.C. Influência do ambiente natural sobre o ambiente construído: um estudo sobre o índice de chuva dirigida. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.15, n.1, p.41-52, 2012.

PRATA, J.M.T. Métodos de quantificação da chuva incidente em paredes. 2012. 103p. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil**. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. 2012.

RYCHTÁRIKOVÁ, M.; VARGOVÁ, A. Bionics and wind-driven rain on building facades. Slovak **Journal of Civil Engineering, Bratislava**, v.4, p.35-40, 2008.

RYDOCK, J.P.; LISO, K.R.; FORLAND, E.J.; NORE, K.; THUE, J.V. A **Driving Rain Exposure Index for Norway.** Building and Environment, London, v. 40, n. 11, p. 1450-1458, 2005.

SILVA, A.C.S.B.; GIRALT, R.P. Estabelecimento de um Índice de Chuva Dirigida para Porto Alegre. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Rio de Janeiro, 1995. **Anais...** v.2, Rio de Janeiro, p.605-610. 1995.

STRAUBE, J. Simplified prediction of driving rain on buildings: ASHRAE 160P and WUFI4.0. Building Science Digest 148. 2010. 15p.

TOMINAGA, Y.; MOCHIDA, A.; YOSHIE, R..; KATAOKA, H.; NOZU, T.; YOSHIKAWA, M.; SHIRASAWA, T. AI guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings, **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamic**s, Amsterdam, v.96, n.10-11, p.1749-1761, 2008.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

WITTMER I.K.; SCHEIDEGGER R., STAMM, C.; GUJER, W.; BADER, H.P. **Modeling biocide leaching from facades**. Water Resources Research, Washington, v.45, n.11, p.3453-3460, 2011.