

DETERMINAÇÃO DA CHUVA DIRIGIDA PARA REGIÃO SUL CATARINENSE

Graziela Heerdt (1); Álvaro José Back (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) graziela.heerdt@unescc.net, (2) ajb@unescc.net

RESUMO

As edificações sofrem ações de agentes externos presentes no meio ambiente como temperatura, insolação, umidade relativa, chuva, vento entre outros. A chuva dirigida, ou seja, chuva carregada pelo vento, que possui componentes horizontais dada pela velocidade do vento, é a maior fonte de umidade que afeta a durabilidade e o desempenho das fachadas. Pesquisadores de diversos países vem desenvolvendo trabalhos relacionados com os agentes climáticos e sua influência sobre as edificações, no entanto esbarram na complexibilidade do problema "degradação", pois ela é o resultado real da ação conjunta dos diferentes agentes climáticos presentes no meio ambiente, que incidem sobre a edificação. Para obtenção dos parâmetros para o trabalho aplicaram-se fórmulas empíricas já existentes na literatura internacional para expressar a ação conjunta dos agentes de degradação das edificações no momento da precipitação com os dados de velocidade, direção de vento e precipitações, para determinar as variáveis como o Índice de Chuva Dirigida (ICD) e o Índice de chuva dirigida em parede vertical (I_0), seu nível de exposição, orientação da fachada mais exposta a degradação na região Sul Catarinense, em específico Urussanga e municípios próximos, com base nos dados de chuva e vento obtidos na Estação Experimental da Epagri de Urussanga no período de 13/05/2004 a 31/04/2012. Os resultados obtidos no trabalho podem auxiliar projetistas, engenheiros e arquitetos a criarem projetos com detalhes construtivos mais adequados para proteção das fachadas, das edificações na área em estudo, além de trazer contribuições para os estudos referentes à durabilidade dos materiais utilizados na composição dos acabamentos de fachadas, detalhes arquitetônicos, que aumentem o período de manutenção, e com isso melhorar a qualidade da edificação para os usuários evitando transtornos como infiltrações e manutenções, incômodos que podem ser evitados na fase de projeto desde que conhecida a orientação mais exposta aos agentes que contribuem para sua deteriorização das edificações podendo assim ser tomada medidas preventivas. Os resultados mostram que a área em estudo está submetida a níveis de exposição à chuva dirigida classificada como protegida ($ICD = 1,65 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$), e que o ICD é maior nas estações, primavera e verão. As edificações situadas na região de estudo possuem uma maior tendência a apresentar maior grau de deteriorização nas fachadas com orientação Sudeste e Sul.

Palavras-Chave: Chuva Dirigida, Índice de Chuva dirigida (ICD), Índice de chuva dirigida em parede vertical (I_0), Deteriorização, Fachadas.

INTRODUÇÃO

"Os elementos meteorológicos como precipitação, temperatura, vento, radiação solar, umidade do ar, afetam a durabilidade das construções. A chuva tem importância pela fonte de umidade que pode aumentar a degradação das paredes e fachadas". PEREZ, (1988, p. 571); CHOI, (1999, p.106).

De acordo com Souza *et al.* (2005):

Os efeitos pelo aparecimento desse problema grave, de difícil solução e também dispendioso são a perda da funcionalidade da edificação, 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.

Ciria *apud* Giongo (2007, p. 23),

Os danos provocados pela água da chuva no envelope do edifício atingem praticamente todos os materiais nele utilizados. Tais danos podem ser desde problemas de efeitos estéticos como o manchamento das fachadas até degradações mais profundas como a corrosão de metais ou congelamento em materiais porosos.

De acordo com Straube *apud* Melo Junior (2010, p.39),

Os aspectos nocivos da umidade - de qualquer que seja sua origem - tem sido determinantes na estimulação de estudos e pesquisas com o objetivo de desenvolvimento de alternativas que viabilizem a durabilidade de edifícios, atuantes tanto na área da ciência e da tecnologia dos materiais quanto das soluções de projeto. A presença de umidade em abundância pode contribuir dentre outros, com : corrosão eletroquímica de metais; proliferação de microrganismos (bolor e mofo); descoloração dos revestimentos de fachadas; da variação dimensional de componentes, materiais e elementos construtivos, como o concreto, o revestimento de argamassa, blocos de alvenaria, gesso, etc; manchamento; eflorescência. criptofloreências; lixiviação; e aumento na transmissão de calor.

A chuva dirigida é um elemento climático que se origina com a associação da chuva e do vento. A chuva dirigida, também chamada por alguns autores de chuva incidente é a quantidade de chuva que passa por um plano vertical, a força com que as gotas de chuva incidem sobre uma superfície vertical está diretamente relacionada com a intensidade do vento durante a precipitação. Em situações em que não há vento, ou seja, as gotas de chuva caem verticalmente sobre o solo, a chuva dirigida será nula.

Straube e Burnett *apud* Melo Junior (2010, p. 27), consideram:

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. Ainda para os autores citados, a

análise do comportamento higrotérmico e da durabilidade de fachadas requer a quantificação da carga de chuva dirigida.

Gaspar e Brito *apud* Melo Junior (2010, p. 27), estudando edifícios de Lisboa, identificaram que:

25% dos problemas de degradação em fachadas de edifícios revestidas com argamassa de base cimentícia e com acabamento decorativo em pintura são decorrentes da chuva dirigida e do escoamento superficial de água na fachada.

O índice de chuva dirigida pode ser aplicado para análise de durabilidade e também para estudos de estanqueidade de elementos de fachada. A variação da inclinação e variação da chuva incidente é um dos aspectos de complexibilidade do fenômeno. A penetração de água nas fachadas das edificações está associada, entre outros fatores, à chuva incidente. Chuva incidente ou dirigida refere-se a ação conjunta da chuva e do vento incidente nas fachadas quando da precipitação (SILVA & GIRALT 1995).

Vallejo *apud*, Melo Junior (2010, p. 50) relata que:

a quantidade de água de chuva que consegue alcançar uma fachada é menos da metade prevista pela teoria, isto porque mais da metade deste total perde-se devido aos desvios das trajetórias das gotas em decorrência de fluxos de vento surgido na intenção de transpor o obstáculo.

"O índice de chuva dirigida em parede vertical é um parâmetro definido por uma expressão matemática que faz uso de duas variáveis ambientais que são medidas diretamente, o vento e a precipitação". (MORELLI, 2008, p.72).

A Norma **BS 8104/92** do *British Standards Institution* (BSI) relata que a quantidade de chuva que escorre por uma fachada é proporcional à quantidade de chuva que cai em uma superfície horizontal e a velocidade do vento no local; sendo assim, apresenta o Índice de Chuva Dirigida anual, como sendo o resultado do produto da média anual de vento com o total de precipitação anual, em um determinado local.

No Brasil ainda há carência de estudos para caracterizar e quantificar a chuva dirigida e relacionar com a patologia das construções. Dentre eles destacam-se os trabalhos publicados por Silva e Giralt (1995), Lima e Morelli (2005) e Giongo (2007) e Melo Junior (2010).

O índice de chuva dirigida pode ser aplicado para análise de durabilidade e também para estudos de estanqueidade de elementos e materiais utilizados em fachada.

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 de Urussanga (Latitude 28°31' S, Longitude 49°19'W, altitude 49 m). Esta estação meteorológica é a mais antiga existente no Sul de Santa Catarina, sendo usada como referência nos estudos ambientais da região Sul Catarinense. 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.

2.1 TRATAMENTO DOS DADOS

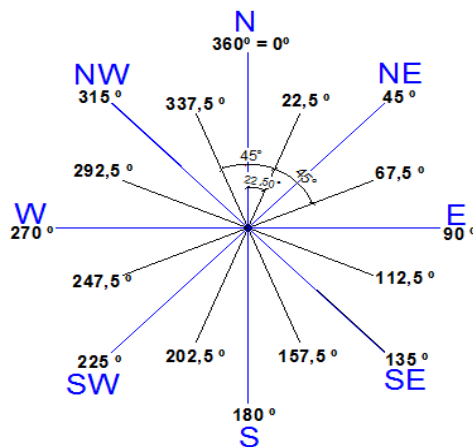
Os dados horários foram armazenados e manipulados em planilha excel, os ângulos foram transformados em direção do vento de acordo com a Tabela 1, e representados na Figura 1.

Tabela 1: Ângulos e direção do vento.

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

Fonte: Graziela Heerd

Figura 1: Transformações das direções de ventos medidas a cada 45° graus para as oito direções (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).



Fonte: Graziela Heerd

O anemômetro da estação meteorológica registra a velocidade do vento com valores de $0,1 \text{ m s}^{-1}$. Para comparação com os trabalhos de Giongo (2007) e Melo Junior (2010) foram considerados os valores de vento inferior a 1 nó ($0,514 \text{ m s}^{-1}$) como vento calmo. Assim foram calculados os valores de precipitação total, precipitação com vento com valores de $0,1 \text{ m s}^{-1}$ e precipitação com vento acima de $0,514 \text{ m s}^{-1}$.

2.3 Cálculos dos Índices de Chuva Dirigida

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):

$$ICD = \frac{V \cdot P}{1000} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

ICD = índice de chuva dirigida ($\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$);

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 tabela 2, a seguir representa as faixas de agressividade adotados pelos autores Lacy(1962) *apud* SILVA e GIRALT(1995), complementada por Chand e Bhargava, (2002), para análise do grau de exposição das fachadas.

Tabela 2 : Faixas de exposição à chuva dirigida.

Faixa	Grau de exposição
$DRI < 3 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	Protegida
$3 \text{ m}^2/\text{s} < DRI < 7 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	Moderada
$7 \text{ m}^2/\text{s} < DRI < 11 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	Alta
$DRI > 11 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$	Severa

Fonte: Metodologia de Lacy(1962) *apud* SILVA & GIRALT,(1995), complementada por Chand e Bhargava, (2002).

DRI = *driving rain* ou *wind-driven*, ou, ICD= Índice de chuva dirigida.

Para o cálculo do montante de chuva dirigida em parede vertical foi utilizado à equação (2):

$$I_o = 0,206 \cdot \sum_{D=\theta-80^{\circ}}^{D=\theta+80^{\circ}} R_D V_D \cos D^{-\theta} \quad \text{equação (2)}$$

Em que:

I_o = 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;

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 $0,1 \text{ m s}^{-1}$ foi de 1407 mm e chuva com vento acima de $0,51 \text{ m s}^{-1}$ foi de $1022,6 \text{ mm s}^{-1}$ (Tabela 3). A velocidade média do vento acima de $0,51 \text{ m s}^{-1}$ variou de $1,36 \text{ m s}^{-1}$ observado no mês de junho até $2,01 \text{ m s}^{-1}$ observado no mês de novembro, com média anual de $1,62 \text{ m s}^{-1}$. Observa-se que estes valores são ligeiramente inferiores aos valores observados por Back (1999, p.10), que analisando dados de vento de Urussanga do período de 1977 a 1997 encontrou

valores médios variando de 1,9 a 2,7 m s⁻¹. As diferenças devem-se principalmente pelo fato de que Back (1999, p.8) ter utilizado dados do catavento 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 (2010) e Giongo (2007). 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.”

O Índice de chuva dirigida médio anual (ICDa) é de 1,64 m² s⁻¹, o que caracteriza como grau de exposição “Protegido”. Giongo et al. (2011, p.15) encontraram para a região de Florianópolis ICDa médio anual de 4,94 m² s⁻¹, caracterizando como grau “Moderado”, sendo as diferenças principalmente pela maior velocidade do vento. Melo Junior (2010) com base em sete anos de observação obteve para a cidade de Goiânia, ICD média anual de 2,01 m² 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 (2010).

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

Mês	Chuva Total (mm)	Chuva com vento (mm)		Velocidade média do vento (m s ⁻¹)		ICD (m ² s ⁻¹)	
		V1 ¹	V2 ²	V1	V2	V1	V2
Jan.	250,1	197,6	149,3	1,25	1,71	4,38	6,20
Fev.	134	120,2	93,8	1,06	1,52	3,43	4,83
Mar.	160,9	141,4	112,0	1,06	1,50	2,75	4,27
Abr.	84,9	74,0	54,0	0,98	1,43	1,56	2,66
Mai	125,5	104,7	65,0	0,87	1,37	1,21	1,86
Jun.	58,5	49,8	30,2	0,92	1,36	0,92	1,49
Jul.	99,3	82,8	60,3	1,01	1,42	1,11	1,60
Ago.	138,8	121,0	85,6	1,21	1,65	1,55	2,15
Set.	158,6	139,2	97,8	1,34	1,80	1,71	2,40
Out.	129,2	113,9	76,5	1,36	1,79	1,54	2,02
Nov.	168,6	142,1	107,1	1,52	2,01	2,06	2,88
Dez.	138,3	120,4	91,3	1,40	1,84	2,75	3,73
Ano	1646,5	1407	1022,6	1,16	1,62	1,64	1,65

¹ - velocidade do vento acima de 0,1 m s⁻¹

² - velocidade do vento acima de 0,51 m s⁻¹

Fonte: Graziela Heerd

As Figuras 2 e 3 representam os índices de chuva dirigida direcional mensal. Para o mês de janeiro foi encontrado o maior valor de ICD mensal ($4,38 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$), com maiores valores para a direção SE ($0,059 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). No mês de fevereiro observa-se predomínio das direções E ($0,030 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) e SE ($0,039 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). No mês de março o maior valor foi observado na direção S ($0,048 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). Nos meses de abril, maio, junho e julho os valores foram abaixo de $0,023 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. 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 $0,35 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para as direções S e SE.

A Figura 4 mostra a variação sazonal da chuva dirigida, onde observa-se que a agressividade é maior nas estações da primavera e verão, e nas direções SE, 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 (2010) observaram que para Goiânia embora a direção predominante foi SE, mas os valores de chuva dirigida direcional estavam mais bem distribuídos nas diversas direções.

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

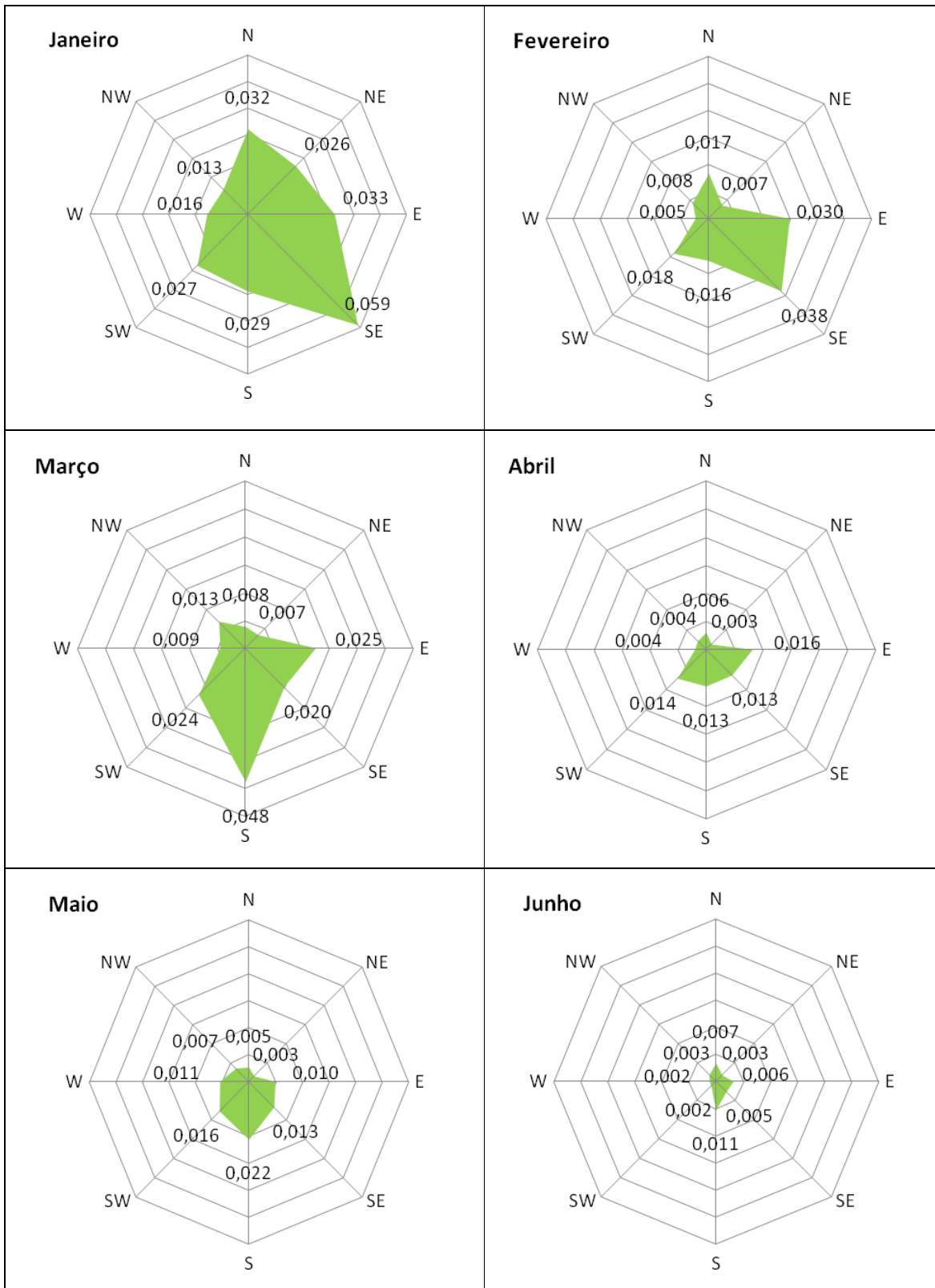


Figura 3 : ICD mensal ($m^2 s^{-1}$), de Julho a Dezembro para Urussanga, SC.

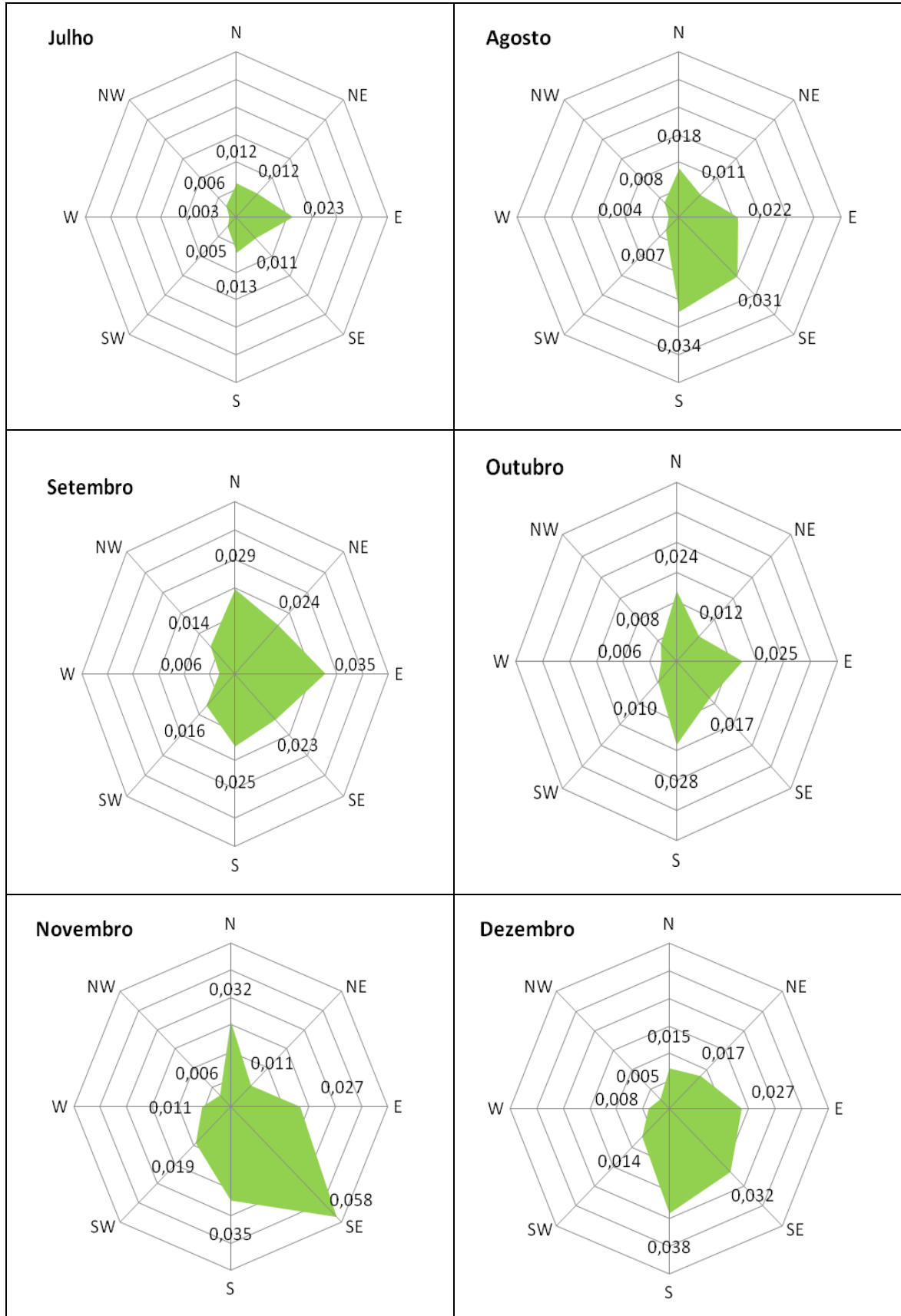
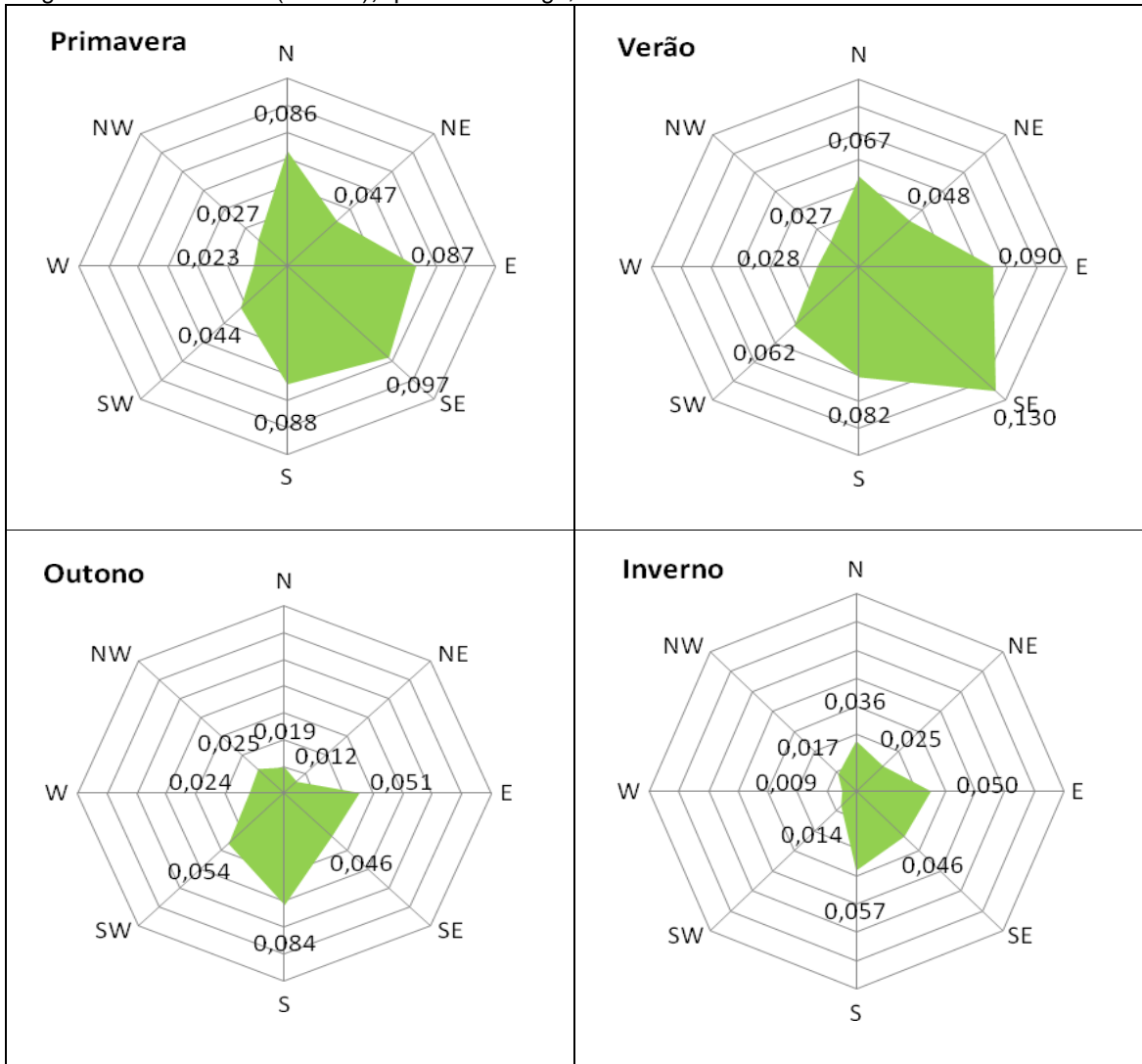
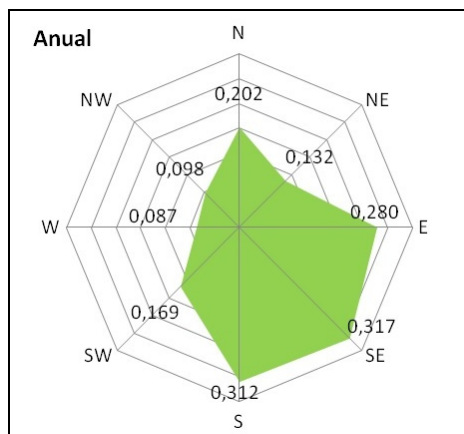


Figura 4: ICD Sazonal ($m^2 s^{-1}$), para Urussanga, SC.



Fonte: Graziela Heerdt

Figura 5 : ICD Anual ($m^2 s^{-1}$), para Urussanga, SC.



Fonte: Graziela Heerdt

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.

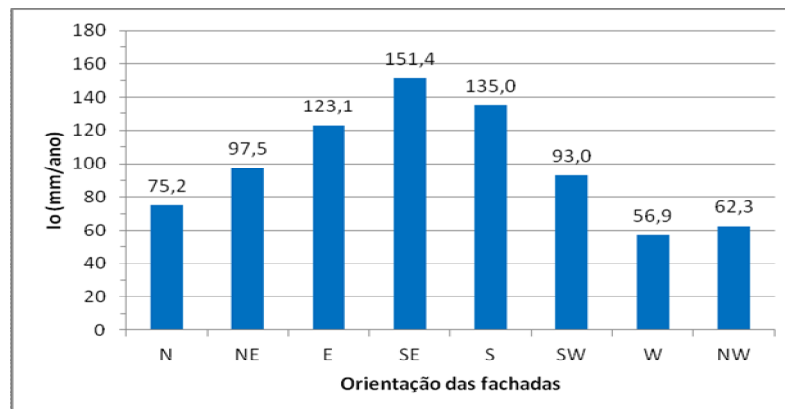
Tabela 4: Índice de chuva dirigida em parede vertical observada em Urussanga, SC no período de 13/05/2004 a 31/04/2012.

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
lo (mm ano ⁻¹)	87,2	105,3	121,3	139,2	118,5	78,7	52,4	68,4
lo* (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
Fonte: Graziela Heerd

Com os resultados de lo* (mm ano⁻¹), da tabela 4, obteve-se o gráfico representado da figura 6.

Figura 6 : Índices de Chuva Dirigida em Parede Vertical (lo) (mm ano⁻¹), Urussanga SC no período de (13/05/2004 a 31/04/2012).



Fonte: Graziela Heerd

Com base nos resultados obtidos, para prevenção da deteriorização e aumento da durabilidade da fachada, sugere-se pesquisa de elementos de coroamento no topo das edificações, para evitar o processo de deteriorização das platibandas. Também é necessário que seja realizada análise referente aos peitoris para que se tornem mais eficientes, pois contribuem para aceleração e a perda da durabilidade nas edificações, pode-se sugerir, que na fase de elaboração de projeto com o conhecimento da orientação da fachada mais exposta a deteriorização se possa estudar materiais e detalhes construtivos que ajudem na prevenção para aumentar a vida útil dos elementos de vedação.

Recomenda-se futuras pesquisas relacionadas com o tema, chuva dirigida, para que sejam elaborados métodos e materiais, que possam ser aplicados nas faces mais expostas das edificações, para evitar a deteriorização precoce, aumentando a durabilidade dos elementos de vedação (pintura, reboco, alvenaria, etc.) e consequentemente aumentar a vida útil das edificações.

4 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos com base na série de dados horários com oito anos de observação permite concluir que:

- a) De acordo com as recomendações dos BRS Digests 23 e 127 *apud* Lacy (1977), a área em estudo está submetida a níveis de exposição à chuva dirigida classificada como protegida ($ICD = 1,65 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$);
- b) O índice de chuva anual (ICDa), com maior resultado médio foi no período de janeiro e fevereiro, considerados com grau de exposição protegido;
- c) Os maiores valores de índice de chuva dirigida foram observados nas estações de primavera e verão;
- d) As edificações situadas na região possuem uma maior tendência a apresentar um grau maior de deteriorização nas fachadas com orientação Sudeste e Sul.

REFERÊNCIAS

BACK, Álvaro José. **Análise dos Dados de Vento**, Revista de Tecnologia e Ambiente, Unesc, Santa Catarina, v.5, 1999, p 7-17

BRITO COSTA, Gabriel; LYRA, Roberto Fernando da Fonseca. **Análise dos padrões de vento no Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, n.1, 2012, p.31-38.

CHOI, E.C.C. Wind-Driven Rain on Building Faces and The Driving-Rain Index. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, v.79, n.1 e 2, p.105-122, Jan/1999. Disponível em :<http://sciencedirect.com>. Acessado em março de 2012.

CHAND, I.; BHARGAVA, P. K. Estimation of Driving Rain Index for India. **Building and Environment**, v. 37, n. 5, p. 549-554, maio 2002. Disponível em : <http://www.sciencedirect.com>. Acessado em: março 2012.

GIONGO, Michele. **Análise do nível de exposição das edificações à Chuva dirigida para Florianópolis**. 2007, 107p. Dissertação Mestrado (Pós Graduação em Engenharia Civil). Univ. Fed. de Santa Catarina. Florianópolis.

GIONGO, Michele; PADARATZ, Ivo José; 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: Building Research Establishment. London: Her Majesty's Stationery Office, 1977. 185 p.

LACY, R.E.; SHELLARD, H.C. An Index of Fringing Rain, Meteorol. Mag, 91, p.177-184, 1962.

LIMA, Maryangela G.; MORELLI, Fabiano. **Mapa Brasileiro de "Chuva Dirigida": Algumas Considerações**. Florianópolis, SC. 2005. p.620-634. Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa, 6 ,2005, Florianópolis e International Symposium on Mortars Technology, 1, 2005.

MELO JUNIOR, Carlos Mariano. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada**. 2010. 196p. Dissertação (Pós Graduação em Geotecnia, Mecânica das Estruturas e Construção Civil). Universidade de Goiás. Goiânia.

PEREZ, Ary Rodrigo. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. **Tecnologia de Edificações**, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. De Edificações do IPT. 1988. p.571-574.

SILVA, Antonio César S.B.;GIRALT, Romulo Plentz. **Estabelecimento de um Índice de Chuva Dirigida para Porto Alegre**.Rio de Janeiro,RJ. p.605-610.ENTAC 95, Rio de Janeiro, 1995.Artigo Técnico. Disponível em : <http://www.infohab.org.br>.Acessado em: março 2012.