



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

CARACTERIZAÇÃO DA CHUVA DIRIGIDA NA REGIÃO DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

ZORZO, Sabrina de Castro (1); ZUCCHETTI, Lais (2); GIORDANI, Caroline (3); MASUERO, Angela Borges (4)

(1) Escola de Engenharia (EE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sazorzo1@gmail.com

(2) Departamento Interdisciplinar do Campus Litoral da UFRGS (DIDACLIN), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), laiszucchetti@yahoo.com.br

(3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), giordani.caroline@yahoo.com.br

(4) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO

O setor da construção civil tem se preocupado cada vez mais com a durabilidade das edificações, buscando aumentar a vida útil e reduzir os custos de manutenção. Nesse estudo, objetiva-se definir o fenômeno da chuva dirigida no litoral norte do Rio Grande do Sul, visto que a agressividade do meio é um dos principais causadores de manifestações patológicas em edificações. A chuva dirigida caracteriza-se pela associação entre precipitação e vento, o que aumenta a incidência de chuva sobre as superfícies de edificações, submetendo-as a um maior nível de umidade. A partir dos dados disponíveis de estações meteorológicas de dois municípios do litoral norte do RS, foram calculados os índices de chuva dirigida (ICD) anual, mensal e direcional para esses locais. Segundo o ICD anual, Torres tem grau de exposição alta enquanto Tramandaí tem exposição severa. Para ambas as cidades, outubro apresentou maior ICD mensal. O ICD direcional apontou o Sul como a direção predominante de chuva em Torres, enquanto em Tramandaí predominam as direções Leste e Sudeste. Essa análise poderá ser utilizada na criação de projetos de edificações mais adequados às necessidades da região de estudo considerando a durabilidade.

Palavras-chave: Índice de chuva dirigida. Umidade. Agressividade do meio. Fachadas. Durabilidade de edificações.

ABSTRACT

The construction sector has been increasingly concerned with the durability of buildings seeking to increase the life cycle and reduce maintenance costs. This research aims to define the driven rain phenomenon on the north coast of Rio Grande do Sul since the aggressiveness of the environment is one of the main causes of the pathological manifestations in buildings. The driven rain is characterized by the association between precipitation and wind, which increases the incidence of rain on building surfaces, subjecting them to a higher level of moisture. From the available data of the meteorological station in two municipalities on the north coast of RS, were calculated the annual, monthly and directional driving rain indexes (DRI) for these locations. Concerning the annual DRI, Torres has a high degree of exposure while Tramandaí has a severe exposure. For both cities, October had the highest monthly DRI. The

directional DRI pointed South as the predominant direction of rain in Torres while in Tramandaí predominate the East e Southeast directions. This analysis can be used in the designing of buildings projects best suited to the needs of the studied region, considering durability.

Keywords: Driving rain index. Moisture. Aggressiveness of the environment. Facades. Buildings durability.

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da indústria da construção civil, atualmente, refere-se ao desempenho das novas edificações. Buscam-se formas mais concretas de evitar manifestações patológicas, com o objetivo de reduzir custos de manutenção. Segundo Melo Júnior e Carasek (2011) a agressividade do meio é um dos principais fatores que afetam a durabilidade de uma edificação e, dentre os elementos climáticos a serem considerados, a chuva dirigida é um fenômeno crítico, dado que a chuva é uma das principais fontes de umidade na edificação.

Segundo Batista *et al.* (2017), a chuva dirigida é um fenômeno que depende exclusivamente das características climáticas da região em que ocorre, pois é caracterizada pela associação da precipitação, componente vertical, com o vento, componente horizontal e responsável por sua mudança de direção, fatores variáveis de acordo com a localização geográfica. Sendo assim, faz-se necessário um estudo específico para cada localidade, a fim de compreender sua ocorrência. Nessa pesquisa, o foco será o litoral norte do Rio Grande do Sul, através do mapeamento da chuva dirigida em duas cidades que compõem a região, Tramandaí e Torres.

De acordo com Giongo (2007), o projeto arquitetônico pode ser executado visando prevenir o aparecimento de manifestações patológicas devido à ação da chuva. Portanto, um dos principais objetivos desse estudo é criar uma base de dados para que os projetistas possam pensar em soluções específicas de engenharia para as edificações no litoral norte gaúcho. Isso porque a caracterização desse fenômeno permite identificar quais as orientações de fachadas em que a chuva é mais intensa, possibilitando conhecer o seu nível de agressividade. Estas informações são necessárias para a adequada escolha de materiais e técnicas construtivas, visando um desempenho satisfatório e uma maior durabilidade para a edificação.

A partir da coleta de dados históricos em estações meteorológicas de Torres e Tramandaí, são calculados os Índices de Chuva Dirigida (ICD) anual, mensal e direcional. O ICD anual tem como objetivo caracterizar o nível de agressividade da chuva, enquanto o ICD mensal busca obter os valores críticos da chuva dirigida, ou seja, os meses em que o fenômeno tem uma incidência maior, servindo como parâmetro para que os projetistas tenham um valor máximo para suas previsões. O ICD direcional é calculado com o objetivo de compreender como o fenômeno ocorre em cada uma das direções possíveis, isto é, permite definir quais as orientações geográficas com maior e menor incidência de chuva, bem como quantificá-lo. Esse cálculo é efetuado a partir de dados horários, porque há maior precisão na confecção de gráficos e tabelas, por se aproximarem mais da realidade.

Melo Júnior e Carasek (2011) afirmam que os locais de maior incidência de chuva coincidem com os locais de maior umidade superficial na fachada. Portanto as conclusões obtidas nesta pesquisa são de suma importância, visto que, além de prejuízos estéticos, a água oriunda da chuva pode danificar os materiais que compõem a envoltória externa de um edifício e penetrar em forma de umidade para o ambiente interno, ocasionando danos e prejuízos aos moradores, comprometendo a habitabilidade e, por vezes, a segurança, tornando-se um problema a ser priorizado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A chuva dirigida é a chuva que passa a cair obliquamente devido à ação vento, pois ele confere ao fenômeno um componente de velocidade horizontal. Seu estudo é de relevância em diversas áreas, incluindo agronomia, meteorologia e engenharia civil (BLOCKEN; CARMELIET, 2004).

Conforme Giongo (2007), o problema da umidade está estreitamente ligado ao desempenho da edificação e a sua vida útil, sendo o vento e a precipitação os fatores climáticos mais relevantes para o seu aparecimento. A penetração de água na edificação, além de causar incômodo ao usuário, pode causar problemas de saúde devido ao aparecimento de bolores e é de complexa resolução, devido aos fenômenos envolvidos e ao alto custo de correção (GIONGO, 2007).

Melo Júnior (2010) ressalta a importância do posicionamento das fachadas levando em conta a direção do vento predominante na localidade em que a edificação está situada, pois as fachadas voltadas para essas direções receberão maiores quantidades de chuva. Além disso, os locais de maior incidência de chuva coincidem com os locais de maior umidade superficial na fachada (MELO JÚNIOR; CARASEK, 2011).

2.1 Índice de chuva dirigida

Existem diversos métodos de quantificação de chuva dirigida, os quais podem ser distinguidos em três diferentes categorias: experimentais, semi-empíricos e numéricos (BLOCKEN; CARMELIET, 2004). Segundo Zanoni *et al.* (2018), esses métodos permitem avaliar a condição de exposição da edificação, bem como a intensidade de ação do fenômeno. No cenário brasileiro não existem normas que estabeleçam critérios, modelos ou métodos de cálculo para quantificar a chuva dirigida, porém, no cenário internacional, existem alguns documentos e normas que servem como referência de procedimentos e critérios para essa quantificação (ZANONI *et al.*, 2018).

Segundo Blocken e Carmeliet (2004), os métodos experimentais consistem em medições de chuva dirigida através de coletores WDR (*Wind-Driven-Rain gauges*). Os métodos numéricos consistem no cálculo da trajetória das gotas de chuva, através de simulações computacionais.

Os métodos semi-empíricos são aqueles que relacionam os dados de vento e chuva do local, a partir de informações fornecidas por estações meteorológicas, como velocidade do vento, direção do vento e precipitação total (BLOCKEN; CARMELIET, 2004). Para esses autores, o índice de chuva dirigida (ICD) (*Driven Rain Index- DRI*) e a relação de chuva dirigida (*Driven Rain Relationship*), apresentadas por Hoppestad em 1955, são as duas principais relações em que se baseiam os métodos semi-empíricos.

Segundo Blocken e Carmeliet (2004), na década de 1960 o CIB (*Conseil International du Bâtiment*) estabeleceu o ICD como o produto da velocidade média do vento pela quantidade total de precipitação, conforme a equação 1.

$$ICD = P.V/1000 \tag{1}$$

onde, ICD = índice de chuva dirigida (m²/s);
 V = velocidade média do vento (m/s);
 P = precipitação (mm).

Segundo Tomaz *et al.* (2014), o ICD é concebido classicamente como anual, visto que baseia-se em dados de anos completos e, apesar de não ser comumente

considerado na prática, é um parâmetro importante como critério global de balizamento de projetos de fachadas de edifícios, de modo a torná-las mais duráveis.

A partir do índice de chuva dirigida anual (ICDa), é possível classificar o nível de agressividade do meio em que se encontra a edificação considerando critérios propostos por Marsh (1977) e Chand e Bhargava (2002). A classificação proposta por Chand e Bhargava (2002) têm sido amplamente utilizada em estudos científicos por ser mais recente, sendo todo ICD menor $3\text{m}^2/\text{s}$ classificado como protegido, ICD entre 3 e $7\text{m}^2/\text{s}$ considerado moderado, ICD entre 7 e $11\text{m}^2/\text{s}$ considerado alto e ICD maior que $11\text{m}^2/\text{s}$ classificado como severo.

Neste trabalho, dada a proximidade com o mar, é importante destacar os critérios de classificação quanto ao grau de exposição propostos por Marsh (1977), pois abrangem as áreas de região costeira distantes até 8km do mar e grandes estuários. Para essas regiões, o autor propôs considerar a exposição como moderada para ICD menores de $3\text{m}^2/\text{s}$, a exposição deve ser considerada moderada, e severa para ICD entre $5\text{m}^2/\text{s}$ e $7\text{m}^2/\text{s}$.

A confecção do ICDa é realizada com o objetivo de fornecer ao projetista o nível de agressividade do meio, permitindo-lhe a comparação entre diferentes locais. Porém, segundo Zanoni *et al.* (2018), esse método pode mascarar o comportamento sazonal dos agentes climáticos envolvidos, por isso é calculado também o ICD com base em dados mensais de vento e precipitação. Porém, esses métodos não fornecem ao projetista informações sobre a agressividade do meio em relação às diferentes orientações de fachada. A partir disso, são confeccionados mapas com o índice de chuva dirigida direcional (ICDd), os quais fornecem as informações necessárias para identificar as orientações da fachada que estão mais propícias à incidência de chuva (ZUCCHETTI, 2014).

2.2 Índice de chuva dirigida direcional

O índice de chuva dirigida direcional é calculado a partir da associação da Equação 1 às respectivas direções de chuva. É necessário ressaltar, ainda, que a periodicidade da coleta dos dados nas estações afeta diretamente a precisão dos resultados obtidos (ZUCCHETTI, 2014).

Um dos estudos pioneiros quanto à identificação de direções da chuva dirigida foi desenvolvido internacionalmente por Lacy¹ (1971) apud Blocken e Carmeliet (2004). No cenário nacional, a pouca disponibilidade de dados adequados dificulta a realização do estudo da chuva dirigida (LIMA; MORELLI, 2005; MELO JÚNIOR; CARASEK, 2011; GIONGO; PANDARATZ; LAMBERTZ, 2011). Devido a esse fator, ainda há poucos estudos publicados no país sobre o assunto. Ainda assim, destacam-se recentemente Batista *et al.* (2017), que realizou o cálculo de índice de chuva dirigida direcional para cidades do Paraná, e Heerd t e Back (2012), em sua determinação do ICDd para a região sul de Santa Catarina. Melo Júnior (2010) determinou o ICDd para Goiânia, Giongo (2007) estudou as direções para Florianópolis, e Silva e Giralt (1995) obtiveram as direções de chuva dirigida predominantes para a cidade de Porto Alegre.

É importante salientar que o estudo do índice de chuva dirigida direcional ainda não classifica os resultados obtidos por faixas de agressividade, uma vez que os critérios de Chand e Bhargava (2002) só podem ser aplicados aos dados anuais.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

¹ LACY, R. E. An index of exposure to driving rain. Building Research Station Digest 127, Garston, 1971.

Para a realização desse estudo foi utilizado o método proposto por Lacy²(1965) apud Chand e Bhargava (2002), que consiste na análise de dados de vento e precipitação do local de interesse. Esses dados, referentes às cidades de Torres e Tramandaí-RS, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em uma série histórica de 2010 a 2019. É importante ressaltar que, na região do Litoral Norte do RS, essas são as duas cidades que dispõem de estações meteorológicas com dados históricos, os quais foram fornecidos em milímetros (mm) de chuva e a velocidade do vento em m/s, podendo ser aplicados diretamente na Equação 1 para determinação dos ICD's anual e mensal.

Entretanto, os dados de direção do vento foram fornecidos em graus, de 0° a 360° e, para que pudessem ser utilizados na confecção dos mapas, foram convertidos em oito diferentes orientações, cada uma abrangendo 45°, sendo 0° equivalente à direção Norte, seguido por Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste, no sentido horário.

Para confecção do ICDA foram utilizados os dados de precipitação total de cada ano e as velocidades médias de vento respectivas ao mesmo período, aplicando-se diretamente a Equação 1. Para a classificação quanto ao nível de agressividade do meio, foi realizado o cálculo de um ICD médio entre todos os anos analisados e foram aplicados os critérios de Marsh (1977).

O cálculo do ICD mensal foi realizado a partir da multiplicação dos dados de precipitação de cada um dos meses estudados pela velocidade média do vento no mesmo período, permitindo a determinação dos meses críticos do período analisado.

Para o cálculo do ICDD foram utilizados dados horários de precipitação e velocidade do vento, associados aos respectivos dados de direção do vento. Essas informações consistem em 24 leituras de precipitação (mm), velocidade (m/s) e direção do vento durante o dia. Por fim, foram determinadas as orientações com maior nível de exposição para cada cidade estudada, bem como comparados os resultados entre as duas cidades com o objetivo de fornecer informações de chuva dirigida para o litoral norte gaúcho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados de ICD anual, mensal e direcional para as duas cidades do Litoral Norte do RS avaliadas, bem como a discussão dos resultados.

4.1 ICD anual

Os valores de velocidade média do vento, precipitação total anual e ICDA, classificado conforme os critérios de Marsh (1977) estão expressos para as cidades de Torres e Tramandaí na Tabela 1.

² LACY, R. E. Driving-rain maps and the onslaught of rain on buildings. In: Moisture problems in Buildings. RILEM/CIB Symposium. Helsinki, 1965.

Tabela 1-Velocidade média do vento, precipitação total anual, ICDA e nível de exposição para Torres e Tramandaí-RS

TORRES					TRAMANDAÍ				
ANO	VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO (m ² /s)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	ICDa (m ² /s)	GRAU DE EXPOSIÇÃO	ANO	VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO (m ² /s)	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	ICDa (m ² /s)	GRAU DE EXPOSIÇÃO
2010	2,16	1.491,80	3,22	Alto	2010	4,66	1.681,60	7,84	Severo
2011	2,18	1.925,50	4,19	Alto	2011	4,50	1.199,20	5,39	Severo
2013	2,07	1.796,20	3,72	Alto	2012	4,45	1.169,60	5,20	Severo
2014	1,87	1.856,50	3,47	Alto	2013	4,18	1.593,20	6,66	Severo
2018	2,03	1.388,50	2,82	Moderado	2014	4,30	1.702,00	7,32	Severo
2019	1,80	1.615,20	2,90	Moderado	2015	3,93	1.925,80	7,57	Severo
ICD médio (m ² /s)			3,38	Alto	ICD médio (m ² /s)			6,67	Severo

Ao analisar os dados referentes a Torres, percebe-se que o ano que registrou o ICD mais elevado foi 2011, com 4,19 m²/s, cujo nível de exposição é considerado alto. Em relação a série histórica estudada, pode-se concluir que o ICD médio anual tem o valor de 3,38 m²/s, também considerado alto quanto ao nível de exposição. A composição da Tabela 1 partiu de uma série histórica de 2010 a 2019, porém, para a cidade de Torres, não foram considerados 2012, 2015, 2016 e 2017 devido ao grande número de lacunas nos dados fornecidos pela estação meteorológica nesses anos.

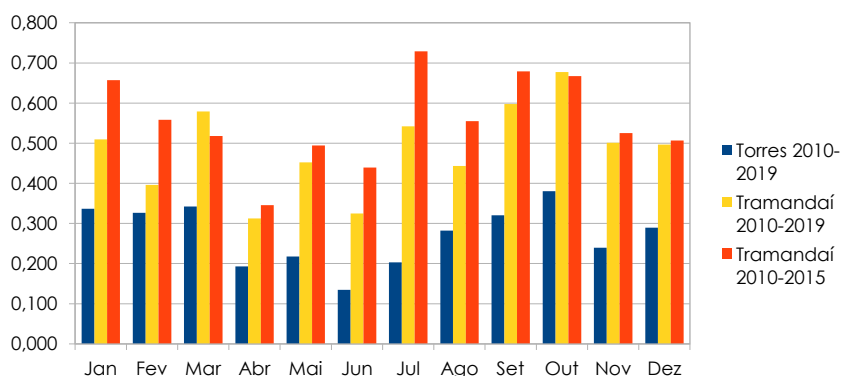
As características climáticas de Tramandaí são ainda mais agressivas, pois o nível de exposição ao longo da série histórica mantém-se severo, com um ICD médio de 6,67 m²/s. O ICDA máximo de 7,84 m²/s foi registrado em 2010, primeiro ano da série histórica. Optou-se pela desconsideração dos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, para que os resultados não fossem tão afetados pelas lacunas nos dados fornecidos pela estação desse município nesse período.

Comparando os valores que compõem a Tabela 1, percebe-se a diferença entre os dois municípios quanto ao ICDA e à agressividade do meio. Torres apresenta um pico no valor do ICDA, no ano de 2011, além de apresentar valores de ICDA consideravelmente menores nos anos de 2014 e 2015, em relação aos anteriores. Tramandaí apresenta três valores de ICDA muito elevados nos anos de 2018 e 2019, que ficam atrás apenas do valor registrado no ano de 2010. Portanto o comportamento do ICDA não segue a mesma tendência para as duas cidades, principalmente quando são comparados os anos com dados em comum (2010, 2011, 2013 e 2014).

4.2 ICD mensal

Os valores calculados de ICD mensal estão expressos na Figura 1 para as cidades de Torres e Tramandaí. É necessário ressaltar que para Tramandaí foram utilizados dados de 2010-2019 e de 2010-2015, pois a partir de 2016 há diversos problemas de coletas de dados nas estações, o que alterou significativamente o ICD mensal para alguns dos meses do ano.

Figura 1-ICD mensal para Torres e Tramandaí



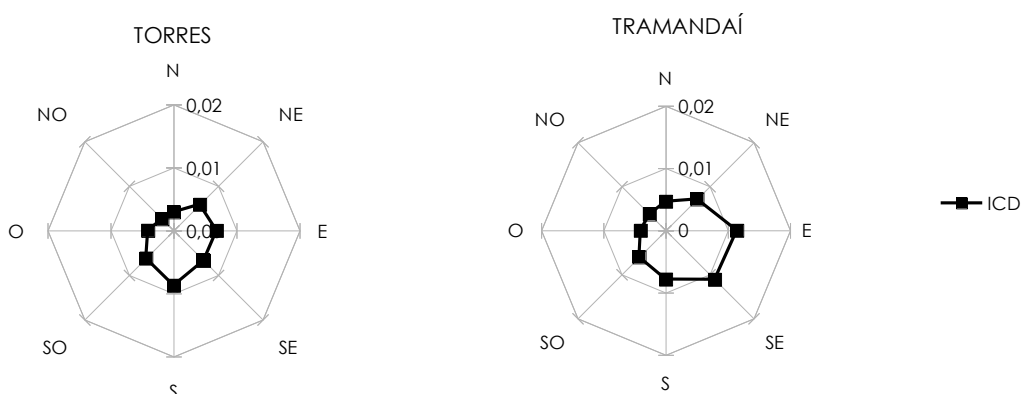
A partir da análise da Figura 1, constata-se que no período de 2010 a 2019, o município de Torres tem o valor crítico de ICD mensal em outubro, sendo ele 0,380 m²/s, seguido pelos meses de março, janeiro e fevereiro. O município de Tramandaí, usando dados do mesmo período, tem seu valor crítico de 0,677 m²/s, também no mês de outubro, seguido pelos meses de setembro e março. As barras referentes ao ICD mensal de Tramandaí calculado com dados de 2010 a 2015, sem lacunas tão significativas, apontam que o mês crítico é julho, com valor de 0,729 m²/s, seguido pelos meses de setembro, outubro e janeiro. Percebe-se que para os três casos analisados, outubro está entre os meses em que a chuva dirigida se apresenta com maior agressividade.

A principal semelhança no comportamento do fenômeno entre os dois municípios, apresentada pela Figura 1, é em relação aos valores de ICD mínimos. Nota-se que há dois meses com valores mais baixos em comum, referentes a abril e junho, coincidentes com o período do outono no Brasil, quando há uma redução das chuvas na região sul.

4.3 ICD direcional

Os gráficos de índice de chuva dirigida direcional foram produzidos a partir de dados horários para os dois municípios e estão apresentados em forma de radar, a fim de permitir uma melhor visualização das orientações de chuva predominantes.

Figura 2- ICDD de Torres e Tramandaí a partir de dados horários de 2010 a 2019



A partir da Figura 2, percebe-se que, para Torres, a direção com o maior ICDD é a Sul (S). Logo depois, destacam-se as orientações Leste (E) e Sudeste (SE). Por último, com o menor ICDD, está a direção Noroeste (NO). A representação gráfica mostra, também que, para Tramandaí, a direção com o maior ICDD é Leste, seguida pela orientação Sudeste, que apresenta pequena diferença em relação à anterior. O

terceiro maior ICDd é da direção Sul, enquanto o menor ICDd é da região Noroeste (NO).

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos cálculos do índice de chuva dirigida anual, realizados com dados fornecidos pelo INMET, foi possível concluir que os níveis de exposição das cidades gaúchas estudadas são diferentes. Torres, segundo os critérios de Marsh (1977), tem uma exposição considerada alta, enquanto Tramandaí tem uma exposição severa. Isso mostra que o Litoral norte do Rio Grande do Sul é composto por municípios com diferentes agressividades, porém o fenômeno de chuva dirigida tem uma intensidade bastante significativa na região.

O ICD mensal apontou outubro como o mês crítico, com maior incidência de chuva dirigida, para as duas cidades estudadas. Para Torres, o mês com o ICD mais baixo foi junho, seguido pelo mês de abril; já para Tramandaí, o mês com menor ICD é abril, seguido pelo mês de junho, ambos coincidentes com o outono, estação que mede os menores volumes de chuva no sul do Brasil.

A realização do ICDd mostrou que a direção em que o fenômeno de chuva dirigida se apresenta com menor agressividade é a Noroeste, segundo o observado nos dois municípios. As três direções com os maiores índices de chuva dirigida também coincidem para os municípios estudados, são elas: Leste, Sudeste e Sul, não necessariamente nessa ordem. Isso mostra que a incidência de chuva para o litoral norte gaúcho é predominante nessas orientações, as quais necessitam uma maior atenção durante o desenvolvimento de projetos para edificações.

Recomenda-se que os dados e cálculos sejam atualizados com o decorrer dos anos, pois trata-se de um fenômeno natural sujeito a variações. Dessa forma, haverá uma maior compreensão do comportamento da chuva dirigida ao longo do tempo. Destaca-se que, para que haja uma representação mais próxima da realidade, seria ideal contar com dados históricos de vento e precipitação dos 20 municípios que compõem o litoral norte gaúcho. Entretanto, somente Torres e Tramandaí, situadas a aproximadamente 82km de distância, contam com estações meteorológicas que dispõem dessas informações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPERGS, a CAPES e ao CNPq pelo fornecimento de recursos para esta pesquisa. Agradecemos também ao INMET pelo auxílio quanto ao fornecimento de dados.

REFERÊNCIAS

BATISTA, G. D. M.; RUFATO, L. T.; MIRANDA, D.C.; GIORDANO, D.E.; MEDEIROS, M. H. F.; Análise do índice de chuva dirigida em cidades do Paraná e sua importância no projeto de fachadas de edifícios. In: Simpósio Paranaense de Patologia das Construções, Curitiba, 2º SPPC, 2017. **Anais...** Curitiba, 2017. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/issue/view/9>. Acessado em 13 jun. 2020.

BLOCKEN, B; CARMELIET, J. A review of Wind-driven Rain Research in Building Science. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 92, n.13, p. 1079-1130, Nov. 2004.

CHAND, I.; BHARGAVA, P. K. Estimation of Driving Rain Index for India. **Journal Building and Environment**, v. 37, n. 5, p. 549-554, maio. 2002.

GIONGO, M. **Análise do Nível de Exposição das Edificações à chuva Dirigida para Florianópolis**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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

HEERDT, G.; BACK, A. J. **Determinação da chuva dirigida para a região sul catarinense**. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1150/1/Graziela%20Heerdt.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2020.

LIMA, M. G.; MORELLI, F. Mapa Brasileiro de "Chuva Dirigida": algumas considerações. Florianópolis, SC. 2005. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 6., Florianópolis, 2005. **Anais...** Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/96325210/Chuva-Dirigida>.

MARSH, P. **Air and rain penetration of buildings**. London: The Construction Press, 1997.

MELO JÚNIOR, C. M. **Influência da Chuva Dirigida e dos Detalhes Arquitetônicos na Durabilidade de Revestimentos de Fachadas**. 204 f. Goiânia, 2010. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Construção Civil e Mecânica da Estruturas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MELO JÚNIOR, C. M.; CASAREK, H. Índices de chuva dirigida direcional e análise do nível de umedecimento de fachadas de edifício multipavimentos em Goiânia, GO. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 23-37, jul./set. 2011.

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, **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995.

TOMAZ, T. P.; BILL, G. H.; GIORDANO, D.E.; PEREIRA, E.; MEDEIROS, M. H. F. Índice de Chuva Dirigida para o Estado do Paraná: uma ferramenta para projeto de fachadas. In: Lúcia Bressiani; Cristiano Poletto (Org.). **Tópicos Especiais em Construção Civil**. 1ed. Toledo: UTFPR, 2014, v. único, p. 107-122.

ZANONI, V. A. G.; SANCHEZ, J. M. M.; BAUER, E. Métodos para a quantificação de chuva dirigida incidente nas fachadas das edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 9, n. 2, p. 122-132, jun. 2018. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650260>. Acesso em: 06 jun. 2020.

ZUCCHETTI, L.; MASUERO, A. B.; LOREDO-SOUZA, A. M. Influência da periodicidade de dados na determinação do ICDD em Porto Alegre. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** Maceió, ENTAC, 2014.