



## Avaliação de manifestações patológicas em edifícios em função da orientação geográfica

W. Mazer<sup>1</sup>, L. M. R. Silva<sup>2</sup>, E. Lucas<sup>3</sup>, F. C. M. Santos<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Professor do Departamento Acadêmico de Construção Civil da UTFPR – Campus Curitiba.

<sup>2</sup> Arquiteta da Estrutor Patologia das Construções.

<sup>3</sup> Tecnóloga em Concreto.

<sup>4</sup> Tecnóloga em Concreto da Estrutor Patologia das Construções.

### Información del artículo

#### DOI:

<http://dx.doi.org/10.21041/ra.v6i2.135>

Artículo recibido el 16 de diciembre de 2015, revisado bajo las políticas de publicación de la Revista ALCONPAT y aceptado el 12 de abril de 2016. Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el primer número del año 2017 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del tercer número del año 2016.

### RESUMO

Com a finalidade de avaliar a incidência de manifestações patológicas em fachadas de edifícios, correlacionando com as direções geográficas, neste trabalho foram analisados 52 edifícios de uso residencial e comercial distribuídos em diversas regiões da cidade de Curitiba – Brasil. Foi observado que todos os edifícios vistoriados apresentaram algum tipo de manifestação patológica, sendo que 25 apresentaram problemas nas fachadas. Verificou-se que as manifestações patológicas nas fachadas aparecem em quantidades diferentes nas diferentes direções, tendo sido identificada uma relação com a variação de temperatura e com a direção dos ventos, conforme a direção geográfica.

**Palavras chave:** durabilidade; fachadas; direção geográfica; manifestações patológicas.

### ABSTRACT

In order to evaluate the incidence of pathological manifestations on the facades of buildings, correlated with the geographical location, 52 buildings for residential and commercial use were analyzed in this study; these were distributed in different parts of the city of Curitiba, Brazil. It was observed that all the buildings evaluated had some type of pathological manifestation, and 25 of these were present on the facades of the buildings. It was found that the pathological manifestations on the facades show up in different amounts and locations, having identified a relation with the variation of temperature and the direction of the wind in terms of geographical orientation.

**Keywords:** durability; facade; geographical location; pathological manifestation.

### RESUMEN

Con el propósito de evaluar la incidencia de manifestaciones patológicas en fachadas de edificios, correlacionadas con la dirección geográfica, se analizaron en este estudio 52 edificios de uso residencial y comercial distribuidos en varias partes de la ciudad de Curitiba – Brasil. Se observó que todos los edificios evaluados tuvieron algún tipo de manifestación patológica, y 25 de éstas en las fachadas. Se encontró que las manifestaciones patológicas en fachadas aparecen en diferentes montos y direcciones, habiéndose identificado una relación con la variación de la temperatura y la dirección del viento en función de la orientación geográfica.

**Palabras clave:** durabilidad; fachada; dirección geográfica; manifestación patológica.

Autor a contactar: Wellington Mazer ([wmazer@utfpr.edu.br](mailto:wmazer@utfpr.edu.br))

© 2016 ALCONPAT Internacional

### Información Legal

Revista ALCONPAT, Año 6, No. 2, Abril – Junio 2016, es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A.C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, [alconpat\\_int@gmail.com](mailto:alconpat_int@gmail.com), [Página Web: www.alconpa.org](http://www.alconpa.org)  
Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida Yucatán, C.P. 97310, fecha de publicación: 31 de mayo de 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la ALCONPAT Internacional A.C.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil convive com a ocorrência de manifestações patológicas em suas obras, advindo elas dos mais variados motivos. Segundo o método de avaliação determinado pela ASTM E632-82 (1996), que analisa a durabilidade das construções, existem diversos fatores que influenciam as edificações e podem ser separados em cinco diferentes grupos, de acordo com sua natureza: fatores atmosféricos, biológicos, de carga, de incompatibilidade e de uso, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

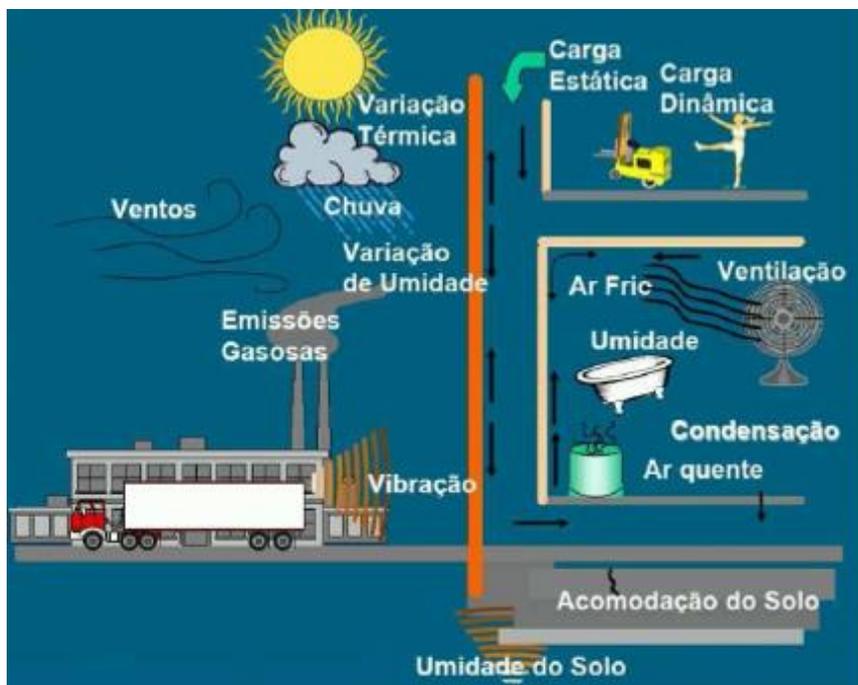


Figura 1. Fatores de degradação atuantes sobre fachadas (Fonte: Antunes; 2010).

Os fatores atmosféricos são definidos como os grupos de fatores associados ao meio ambiente, os quais incluem temperatura, radiação solar, poluentes do ar e umidade proveniente da chuva e gelo. Tais fatores sempre atuam sobre as edificações e podem sofrer uma série de variações, em função das estações do ano e da localização geográfica do empreendimento. A variação da temperatura pode produzir uma variação dimensional do material (dilatação ou contração) (Resende, Barros e Campos, 2001).

Os agentes biológicos são caracterizados principalmente por fungos ou pequenas espécies de vegetações que necessitam de condições especiais para se desenvolverem, tais como: temperaturas entre 10°C e 35°C, umidade elevada, presença de nitrogênio, fósforo, carbono e em menor quantidade ferro, cálcio, cloro, magnésio, entre outros componentes químicos (Shirakawa, 1995). O que demonstra que a presença de água, em qualquer estado, é fundamental para o desenvolvimento destes organismos e coloca as fachadas de edifícios como um dos locais mais propícios para que a sua ocorrência.

Os fatores de carga podem ser representados pela ação física das chuvas e dos ventos sobre a fachada dos edifícios. Os fatores de incompatibilidade podem ocorrer devido a algum tipo de divergência química ou física; a química pode acontecer devido diferenças na composição química de materiais de base e revestimento ou adição incorreta de algum material como o gesso na argamassa e a física

quando um revestimento proporciona cargas insustentáveis à base ou substrato, gerando descolamento.

Por fim, os fatores de uso são determinados pela influência direta dos usuários da edificação sobre os materiais componentes da edificação, em toda a vida útil da mesma – projeto, execução, uso, operação e manutenção. (Resende, Barros e Campos, 2001).

Segundo Barros e Sabbatini (2001), os problemas patológicos mais frequentes são: formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor; deslocamentos e deslocamento entre camada de reboco e emboço e formação de fissuras e trincas.

Um dos fatores amplamente estudados é a ação atmosférica sobre as fachadas. Romero et al (2011) estudaram a Torre Colpatria, na Colômbia, e observaram a existência de fissuração, carbonatação e ataque por sulfatos nas fachadas do edifício em estudo, relacionando os danos observados com fatores como a altura em que ocorreu o dano, a orientação geográfica da fachada e a direção predominante de ventos e chuvas. Já Lembo (2011) estudou três edifícios da região da Basilicata onde verificou a influência do relevo ao redor da construção e da direção predominante dos ventos, tendo verificado, principalmente, problemas de infiltração e ventilação.

Melo e Carasek (2014) verificaram a existência de uma relação entre a direção predominante das chuvas e manchas existentes em fachadas de edifícios históricos. Os autores também verificaram a existência de manchas devido a ação microbiológica, influenciada pela radiação solar.

Entre as diversas manifestações patológicas encontradas nas fachadas de edifícios, Galletto e Andrello (2013) observaram que a principal incidência são as fissuras, seguido das manchas e dos descolamentos de revestimentos cerâmicos, tanto em edifícios novos quanto antigos. Os autores acreditam que as fissuras existentes nos sistemas de rejuntamento, provenientes de variações térmicas e de umidade, podem ter influenciado na ocorrência dos demais danos. Estes mesmos danos foram observados por Abreu et al (2013) que estudaram fachadas revestidas com elementos cerâmicos e com pinturas.

Já os deslocamentos de revestimentos foram estudados por Japiassú et al (2014) que analisaram a interface entre argamassa e azulejos em fachadas de edifícios executados nos séculos XIX e XX, onde constataram que a aderência entre estes materiais, que influencia diretamente nos deslocamentos, apresenta uma grande relação com o diâmetro dos agregados e com o tardos das peças cerâmicas.

Diversos autores (Melo e Carasek, 2014; Galletto e Andrello, 2013) verificaram a influência de alguns parâmetros ambientais como radiação solar, direção das chuvas, variação térmica e umidade na incidência de manifestações patológicas, sendo que estes fatores podem variar de intensidade segundo a direção geográfica da fachada de um edifício, gerando uma maior incidência de danos em alguma das fachadas.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou verificar quais são as principais manifestações patológicas incidentes em fachadas de edifícios residenciais e comerciais em Curitiba/PR e correlaciona-las com a direção geográfica em que se encontram.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu na cidade de Curitiba, situada no Primeiro Planalto do estado do Paraná, a uma altitude aproximada de 950m e a 100km de distância do litoral, tendo sido dividida em duas etapas, sendo a primeira constituída de uma amostra de 52 edifícios da cidade com localizações indicadas na Figura 2, com idades entre 1 e 50 anos de construção. A altura dos edifícios variaram de 4 pavimentos a 23 pavimentos, sendo que 31 edifícios possem 1 subsolo, 5 possuem 2 subsolos e os outros 16 não possuem subsolo. Os edifícios localizam-se, em sua grande maioria, próximo à região central da cidade e em bairros onde existe uma grande concentração de prédios.



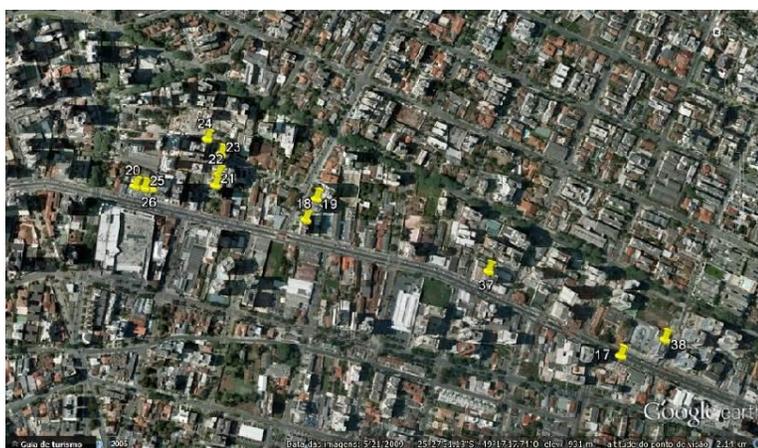
edifícios que não apresentaram problemas nas fachadas foram descartados nesta etapa. Na Figura 3 estão indicadas as regiões utilizadas na segunda etapa da pesquisa, onde estão situados os edifícios que apresentaram manifestações patológicas nas fachadas.



a) Região central da cidade.



b) Região dos bairros Bigorriho e Mercês.



c) Região do bairro Água Verde.

Figura 3. Localização das regiões da segunda etapa do estudo.

A partir dos dados observados nas vistorias dos edifícios, buscou-se verificar as maiores incidências de anomalias e a possibilidade de associar as manifestações patológicas das fachadas dos edifícios com a direção geográfica.

### 3. RESULTADOS E ANÁLISE

Nos 52 edifícios vistoriados inicialmente, conforme procedimentos indicados anteriormente, as principais manifestações patológicas observadas estão indicadas na Figura 4:

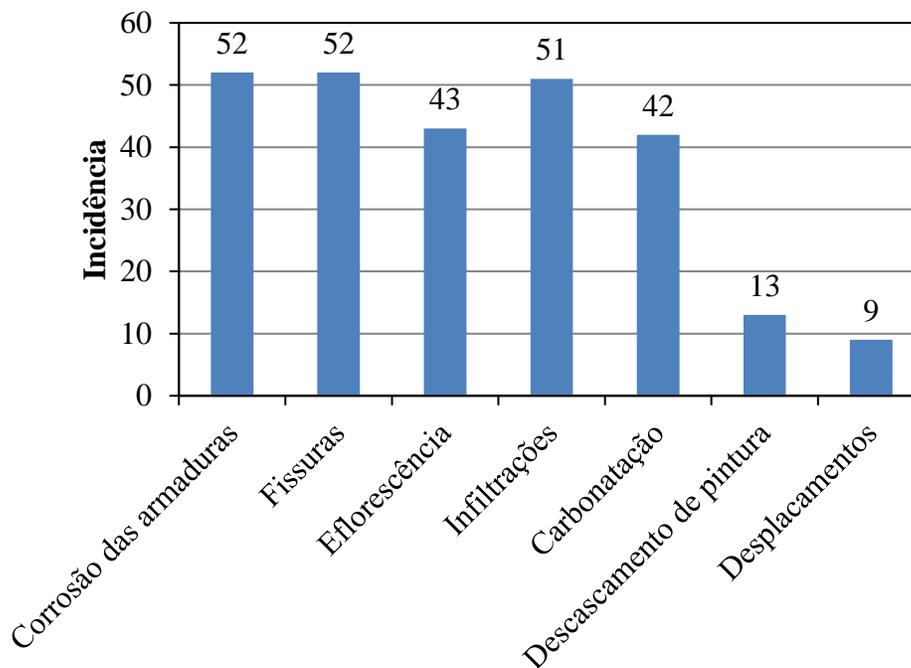


Figura 4. Ocorrência de manifestações patológicas.

Com incidência em 100% dos condomínios vistoriados, a corrosão de armadura é a manifestação patológica de maior frequência em função de ter vários agentes causadores, como infiltração, falta de cobertura da armadura, exposição a ambientes confinados com cloreto (reservatórios), entre outras causas.

A segunda anomalia com maior incidência foram as fissuras, que também é uma manifestação que provem de várias causas como: dilatação térmica, falta de verga e contraverga, causadas por corrosão entre outras. Após as fissuras tem-se as infiltrações como a terceira anomalia com maior incidência, seguida da eflorescência e carbonatação das estruturas. Das manifestações patológicas analisadas a menor incidência foram aquelas existentes nas fachadas dos edifícios, como deslocamento e descascamento da pintura, consideradas, de modo geral, como deslocamentos.

Na Figura 5 é possível verificar as incidências de anomalias relacionadas a região construtiva da edificação, e que neste caso observa-se anomalias de fachada em aproximadamente 50% das edificações avaliadas, indicando que não são apenas os deslocamentos que estão relacionados a este problema, conforme pode ser visto a seguir:

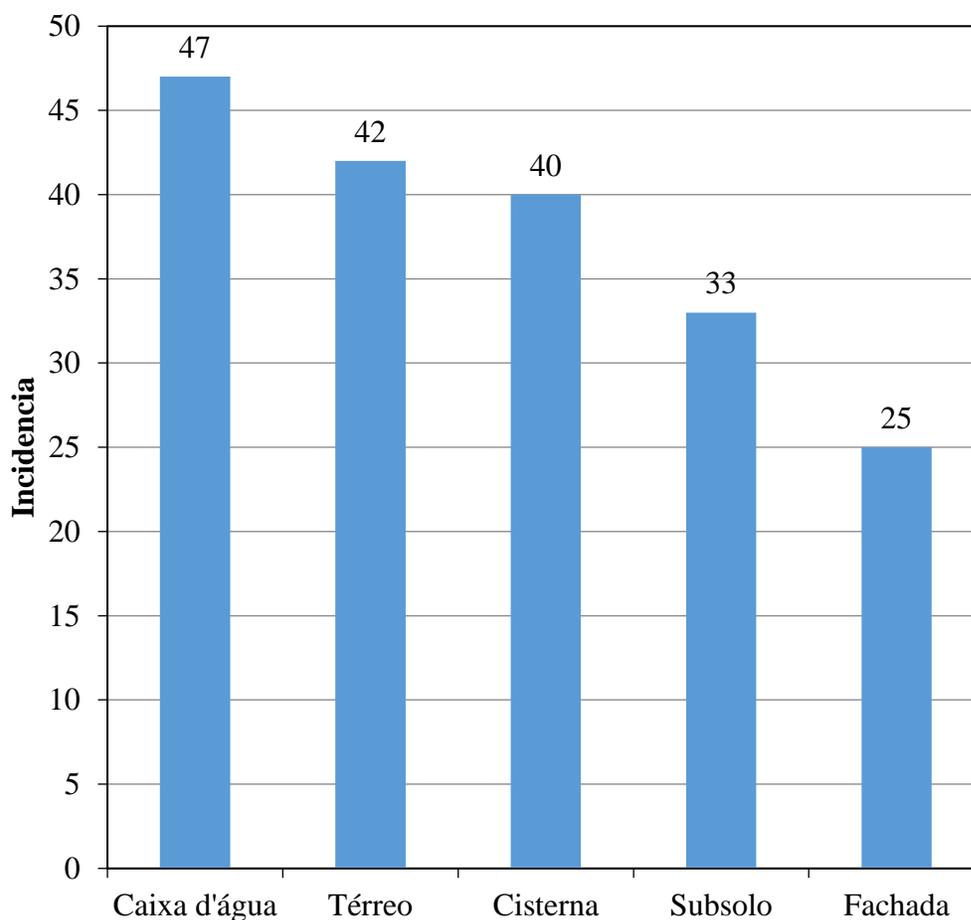


Figura 5. Localização das manifestações patológicas.

É possível observar na Figura 5, que as fachadas dos edifícios possuem a menor incidência de manifestações patológicas, porém ocorrem em 48% dos edifícios vistoriados, ou seja em 25 edifícios. Apesar da menor incidência, foram observadas nas fachadas as manifestações patológicas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Incidência de manifestações patológicas em fachadas.

<b>Manifestação patológica</b>	<b>Quantidade incidente na fachada.</b>
Fissuras	25
Eflorescência	14
Desplacamentos	22
Infiltrações	7

Os percentuais de incidência de manifestações patológicas incidentes nas fachadas dos edifícios vistoriados estão indicados na Tabela 2, divididos de acordo com a direção geográfica em que foram observadas.

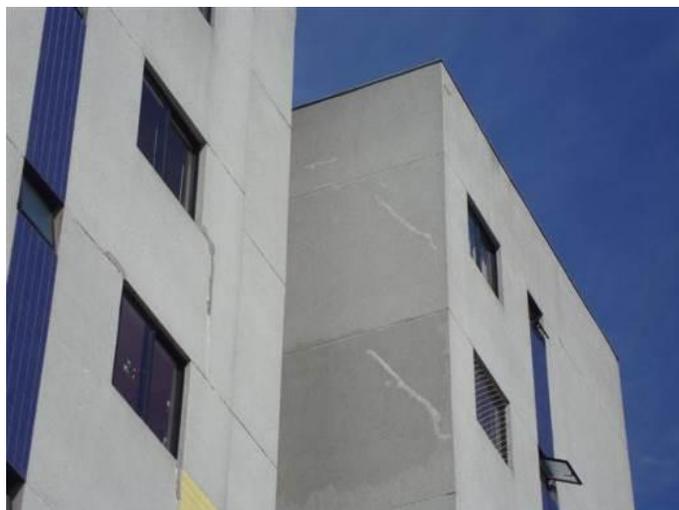
Tabela 2 - Porcentagem de incidência de manifestações em cada direção geográfica.

Direção Geográfica	Fissuras	Eflorescência	Deslocamentos	Infiltrações
Norte	40,0	28,6	31,8	0,0
Sul	16,0	14,3	22,7	14,3
Leste	16,0	28,6	18,2	57,1
Oeste	28,0	28,6	27,3	28,6

Na Tabela 1 é possível observar que em todos os edifícios que apresentaram manifestações patológicas nas fachadas ocorreu a incidência de fissuras, sendo que a maior parte das fissuras, como indicado na Tabela 2, ocorrem nas fachadas voltadas para a direção Norte, que, em Curitiba, recebe a maior incidência solar, e que pode sofrer uma variação de temperatura de até 10°C em um mesmo dia, como indicado na Figura 7. Exemplos destas incidências são mostrados na Figura 6. Os deslocamentos também ocorrem, em sua maioria, nas mesmas fachadas, uma vez que a variação de temperatura, além de falhas de execução, também influencia este dano.



a) Fissuras de variação térmica.

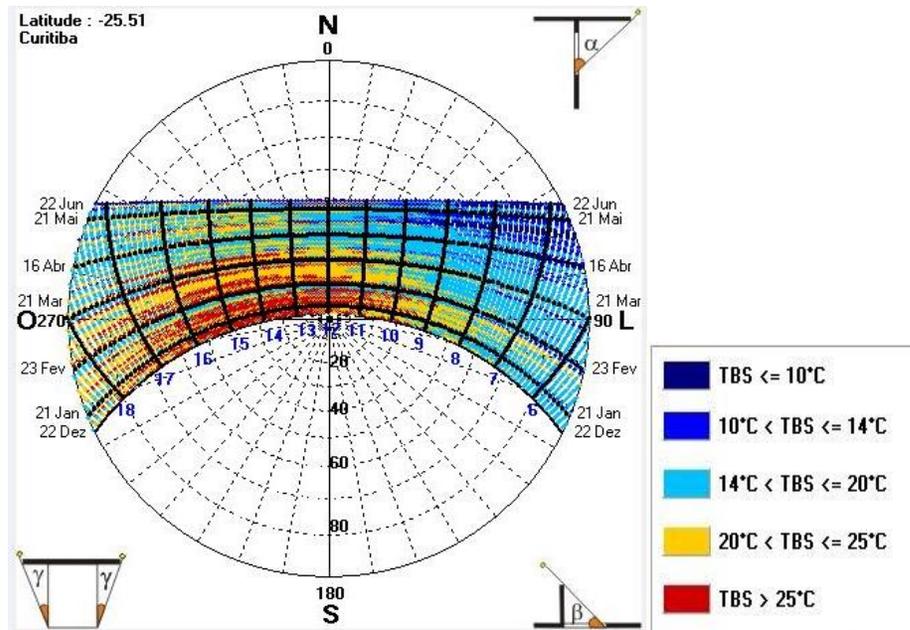


b) Fissuras de movimentação da estrutura.

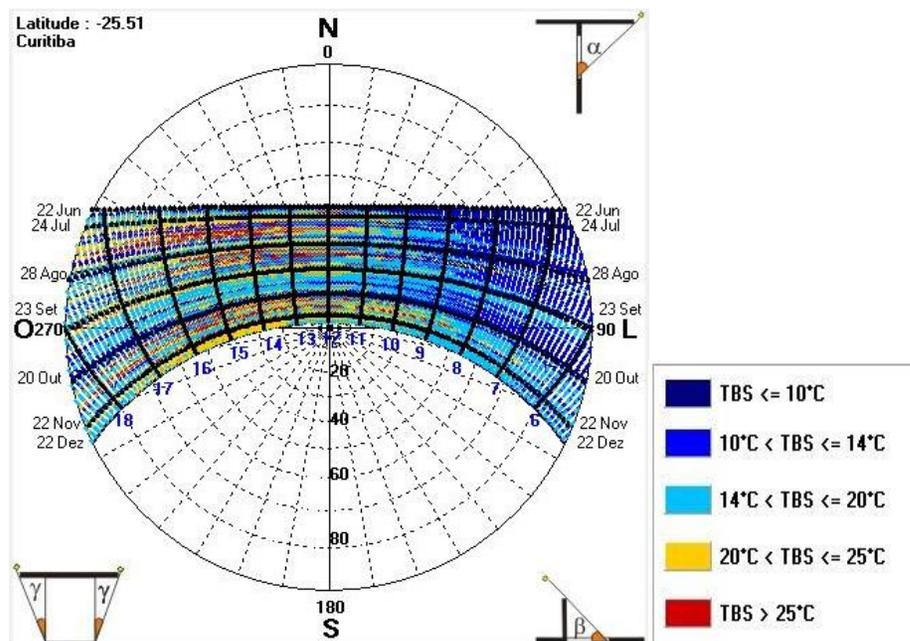
Figura 6. Fissuras de fachada.

As eflorescências, incidentes em 56% dos edifícios com manifestações patológicas nas fachadas, aparecem em menor quantidade na região Sul, que possui menor incidência de ventos e chuvas. Nas demais direções geográficas o percentual de incidência foi o mesmo, não sendo possível estabelecer uma correlação entre esta manifestação e a direção geográfica.

Já as infiltrações, presentes em 28% dos edifícios, aparecem em maior quantidade na face Leste das fachadas, direção com grande incidência de ventos e chuvas. Na Figura 8 é apresentado um mapa de direção predominante dos ventos na região, mostrando a direção Leste com maior incidência, conduzindo as chuvas também nesta direção, justificando a maior incidência de infiltrações nesta região.

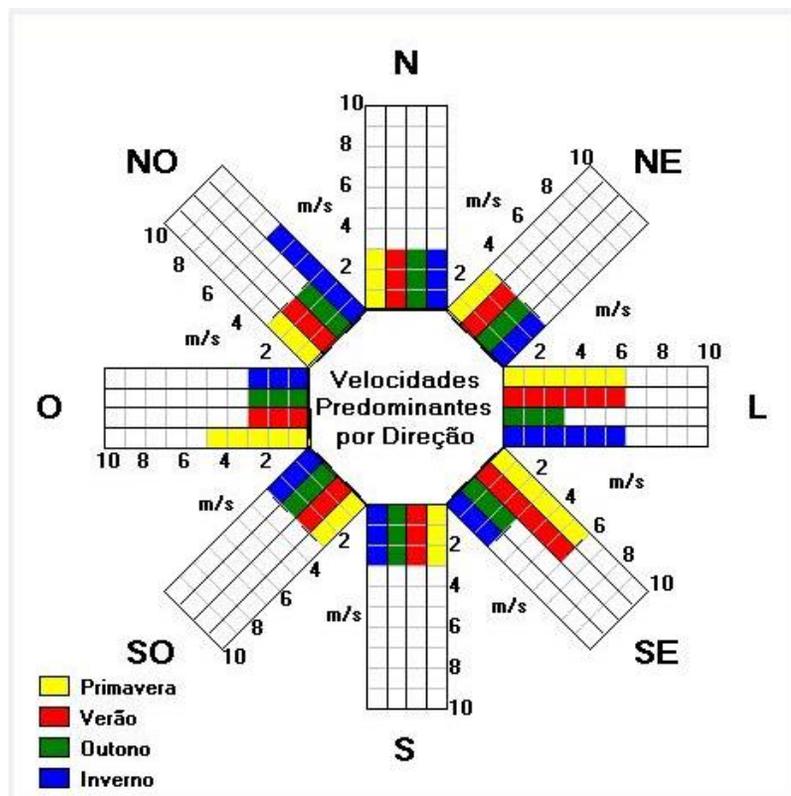


a) Temperaturas de dezembro a junho.

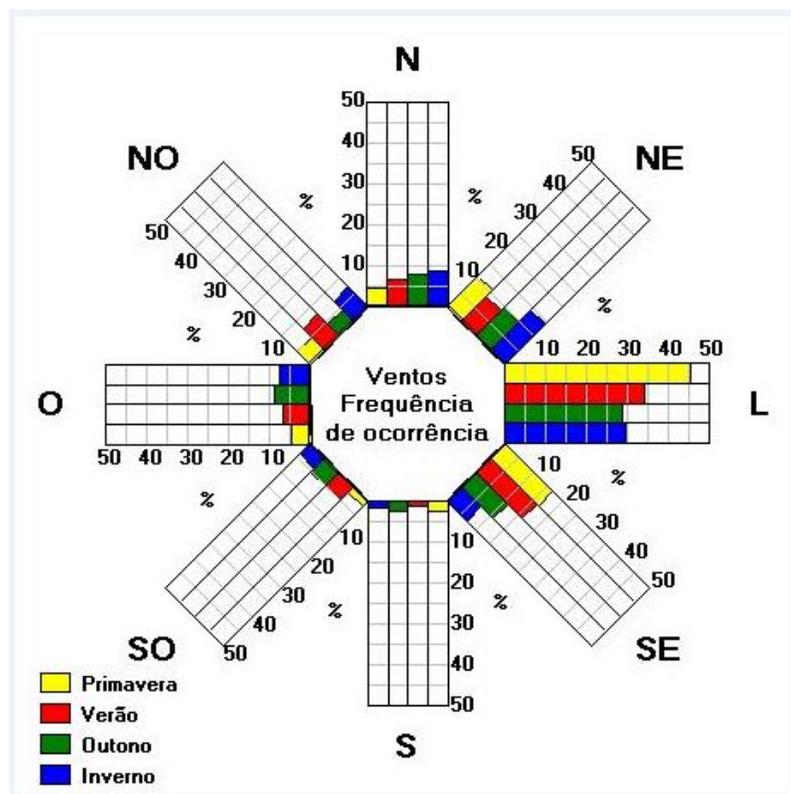


b) Temperaturas de junho a dezembro.

Figura 7. Temperaturas médias em Curitiba.



a) Velocidade dos ventos.



b) Frequência dos ventos.

Figura 8. Incidência de ventos em Curitiba.

Na Figura 7, a numeração de 6 a 18 representa as horas do dia em que ocorre a incidência solar em uma fachada voltada para o Norte, e as datas são alguns dias aleatórios escolhidos para serem citados na carta solar. Na Figura 6a, é possível observar, por exemplo, que a temperatura às 6:00h da manhã do dia 22 de dezembro aparece entre 14°C e 20°C e às 13:00h a temperatura é superior a 25°C. Já na Figura 8 são indicadas as velocidades e porcentagem de incidência dos ventos nas diferentes direções geográficas e estações do ano.

Dentre as manifestações patológicas observadas nos edifícios destacam-se a corrosão das armaduras que apareceram em 100% dos edifícios analisados e as fissuras nas fachadas que também incidiram em 100% dos edifícios que possuem problemas nas fachadas.

#### **4. CONCLUSÕES**

Dos 52 casos analisados, foi observada a existência de corrosão das armaduras e fissuração em todos eles, além de infiltração em 98% dos edifícios, eflorescência em 83% e carbonatação em 81% como principais manifestações patológicas. Com menor incidência, 25% e 17%, aparecem, respectivamente, o descascamento de pinturas e deslocamento em fachadas.

As manifestações patológicas em fachadas aparecem em 25 dos 52 edifícios vistoriados, tendo sido observadas fissuras nas 25 fachadas, descascamento de pintura ou deslocamento em 22 fachadas, eflorescência em 14 e infiltrações em 7 fachadas de edifícios.

A direção geográfica com maior incidência solar apresentou a maior quantidade de manifestações patológicas, com destaque para as fissuras e deslocamentos, indicando uma possível relação entre a esta direção geográfica e os tipos de danos.

A maior presença de infiltrações ocorre na fachada voltada para a direção geográfica com maior velocidade e incidência de ventos, indicando uma provável relação entre estes fatores e a incidência de infiltrações.

A pesar dos indícios existentes entre as direções geográficas e a incidência de manifestações patológicas, é necessário se considerar também os fatores ambientais como incidência solar, variações de temperatura e direções predominantes de ventos e chuvas para se estabelecer correlações entre direção geográfica e manifestações patológicas.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à empresa Estrutor Patologia das Construções Ltda por efetuar as vistorias e ceder os dados para a elaboração deste estudo.

#### **6. REFERÊNCIAS**

Abreu, D. W. M., Lins, A. M. T., Silva, M. S., Farias, M. B. S. (2013), “*Patologias no revestimento de fachadas dos edifícios históricos da cidade de Campina Grande*”, In: 5º. EnPAC, Campina Grande (PB).

American Society for Testing and Materials. ASTM – E 632-81. “*Standard recommended practice for developing short-term accelerated test for prediction of the service life of building components and materials*”, Philadelphia, 1996.

Antunes, G. R. (2010), “*Estudo de manifestações patológicas de fachadas em Brasília – Sistematização da incidência de casos*”, Dissertação de mestrado. UNB.

Barros, M. M. S. B.; Sabbatini, F. H. (2001), “*Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: Diretrizes básicas*”, (São Paulo, Brasil: EPUSP).

Galletto, A., Andrello, J. M. (2013), “*Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos*”, In:

CINPAR – IX Congreso internacional sobre patología y recuperación de estructuras, João Pessoa (Brasil).

Japiassú, J., Carasek, H., Cascudo, O., Velosa, A. L. (2014), “*Caracterização da interface azulejo/argamassa de fachadas históricas*”, Revista ALCONPAT, V. 4, No. 1, pp. 55-76.

Lembo, F. (2011), “*Pathologies of industrialized building made by bearing precast concrete panels. The case study of intervention with the same building system at Chiaromonte, Francavilla in Sinni and Lagonegro*”, In: XII DBMC – International Conference on durability of Building Materials and Components, Porto (Portugal).

Melo, C. M., Carasek, H. (2014), “*Relationship between the deterioration of multi story building facades and driving rain*”, Revista de la Construcción, V. 13, No. 1, pp. 64-73.

Resende, M. M.; Barros, M. M. S. B.; Campos, J. S. (2001), “*A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios*”, In: Workdur - II Workshop sobre durabilidade das construções, São José dos Campos (Brasil), pp. 144-154.

Romero, N., Dupuy, C., Quiñones, J. (2011), “*Influência de la contaminación atmosférica en la fachada de rascacielos, caso Torre Colpatria*”, Revista ALCONPAT, V. 1, No. 3, pp. 228-235.

Shirakawa, M. A. (1995), “*Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente*”, In: I Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Goiânia (Brasil), pp.402-10.