A SEGURANÇA DAS OBRAS NO BRASIL DISCUTIDA SOB DIFERENTES PONTOS DE VISTA. TRAGA O SEU.

1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

21 a 23 de maio de 2014 - Foz do Iguaçu - PR

INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS NA CIDADE DE CURITIBA

PEREIRA, E.[1], MARCONDES, C. G. N.[2], MEDEIROS, M. H. F.[3], RODRIGUES, A.[4], COLNAGHI, C. C.[5]

[1] Universidade Estadual de Ponta Grossa, Professor, Doutorando, e-mail: eduardopereira@uepg.br
[2] Universidade Federal do Paraná, Professor, Mestre, e-mail: ilhamarcondes@ig.com.br
[3] Universidade Federal do Paraná, Professor, Doutor, e-mail: medeiros.ufpr@gmail.com
[4] Universidade Federal do Paraná, Aluno, Graduando, e-mail: aron.rar@hotmail.com
[5] Universidade Federal do Paraná, Aluna, vínculo, Graduanda, e-mail: ccolnaghi@gmail.com

RESUMO

Um sistema de revestimento de fachada deve assegurar a proteção da estrutura aos agentes externos. Este artigo tem como objetivo avaliar a incidência de manifestações patológicas no Bairro Centro de Curitiba – PR – Brasil e relacionar estas incidências com parâmetros da edificação como tipo de revestimento, numero de pavimentos e idade aproximada da edificação. O trabalho consistiu em vistorias em edificações no bairro selecionado. Não foi possível identificar um padrão entre as incidências de manifestações e a altura das edificações. Os edifícios com menos de 10 anos são os que apresentam maior incidência de manifestações patológicas. As fachadas de revestimento argamassado são as que apresentam os maiores índices de degradação. As eflorescências e bolores foram às manifestações mais presentes. Sugere-se que incidência desta manifestação é acentuada pelas características climáticas da cidade.

Palavras chave: Patologia; Revestimentos; Cerâmicas; Argamassa.

ABSTRACT

A system of facade cladding must ensure to protect the structure against external agents. This paper aims to evaluate the incidence of pathological manifestations in the Central Neighborhood of Curitiba – PR – Brazil and to relate those incidences with parameters of the edification such as coating, number of floors and approximate age of edification. The work consisted in inspections on edifications in the selected neighborhood. It was not possible to identify a pattern between the incidence of manifestations and the height of edifications. The buildings with less than 10 years are the ones with more incidence of pathological manifestations. The facades with mortar coating are the ones that have greater degradation rates. Efflorescence and mold were the more common manifestations. It is suggested that the incidence of this manifestation is accentuated by the climatic characteristics of the city.

Keywords: Pathology; Coating; Ceramic; Mortar.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil cresceu significativamente nos últimos anos, alavancando o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e materiais. Apesar de todos estes avanços tecnológicos na construção e manutenção, verificam-se grandes percentuais de ocorrência de manifestações patológicas nos edifícios novos e antigos.

O revestimento de fachada possui papel primordial para caracterizar e funcionalizar um empreendimento. Os revestimentos têm como papel garantir a estanqueidade à água, o isolamento térmico e acústico, regularizar a base, dar acabamento aos elementos de vedação e contribuir com a estética da edificação. Adicionalmente, contribuem com a segurança, uso e operação da edificação, além da durabilidade (SELMO, 1989). Através destas funções, o revestimento de fachada garante um ambiente com condições de habitabilidade e de salubridade.

Segundo Rebelo (2010), o desempenho do processo de revestir uma fachada depende, sobretudo de um projeto bem definido, uma técnica executiva e o emprego de mão de obra e materiais qualificados. Fiess et al. (2004), baseados nas vistorias realizadas em 10 conjuntos habitacionais destinados a parcela da população com baixo poder aquisitivo, localizados no estado de São Paulo, concluíram que a maior parte das manifestações verificadas é proveniente de falhas de execução e de projeto. A prática tem demonstrado que os revestimentos estão apresentando vários problemas, que poderiam ser decorrentes tanto da má qualidade dos materiais empregados como do desrespeito às regras estabelecidas pelas técnicas construtivas.

As manifestações patológicas não são atribuídas a uma única causa, normalmente é a soma de vários fatores, e pode ser sucedida por uma soma de efeitos até que se manifeste um dano maior, por exemplo: deformações estruturais, térmicas e higroscópicas (absorção de água), além de falhas decorrentes do processo executivo ou na especificação dos materiais (ANTUNES, 2010).

A durabilidade dos sistemas de uma edificação depende de diversos fatores, tais como a agressividade do meio no qual a edificação está inserida, suas condições de exposição, da qualidade dos materiais e da mão de obra. Dentre os elementos climáticos que mais influenciam na degradação de construções, podem-se citar as precipitações pluviométricas, vento, radiação solar, temperatura e a umidade relativa do meio (MELO JÚNIOR e CARASEK, 2011; TOMAZ *et al*., 2013).

As variações de temperatura geram variações dimensionais que provocam tensões e reduzem a durabilidade e vida útil da estrutura, uma vez que a temperatura age como catalisador das reações de degradação (REZENDE, BARROS e CAMPOS, 2001). A incidência de problemas em função da umidade está associada a quatro fatores fundamentais: a idade da edificação, o

clima do lugar, os materiais construtivos empregados e as técnicas aplicadas para construir a edificação (BAUER, 1996). A presença de umidade em abundância causa diversos problemas, tais como a proliferação de micro-organismos, descoloração dos revestimentos, formação de manchas e eflorescências, variação dimensional de elementos construtivos, corrosão eletroquímica dos metais, entre outros (TOMAZ *et al*., 2013).

A quantidade de manifestações patológicas de descolamento tem aumentado nos últimos anos (WETZEL et al., 2010). Em um estudo realizado na cidade de Porto Alegre por Costa (2005) *apud* Moura (2007) verificou-se que 67% das manifestações patológicas na cidade de Porto alegre eram de fissuras e desplacamentos de cerâmicas. Em Brasília, Bauer e Castro (2010), ao analisar prédios de até 10 anos, verificaram que aproximadamente 80% das manifestações presentes eram de descolamento ou desplacamento (BAUER; CASTRO, 2010).

Os fenômenos de trincas, fissuras e gretamentos são caracterizados por apresentarem perda da integridade da superfície em qualquer um dos seus elementos: placas cerâmicas, juntas, argamassa e base (SABBATINI, 1986). Este tipo de manifestação pode surgir tanto em um pano completo da fachada como ser localizada em uma região ou placa cerâmica.

As eflorescências podem alterar a superfície sobre a qual se depositam podendo causar desagregações profundas (BAUER, 1996), com sérios danos a durabilidade e resistência das peças (MENEZES, 2006).

Os bolores causam perdas estéticas, formando manchas escuras em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amarelas (SHIRAKAWA, 1995). Entretanto, o maior malefício dos bolores está relacionado à saúde uma vez que este tipo de manifestação patológica pode causar problemas respiratório graves.

Com o aquecimento do mercado imobiliário e da construção civil, as construtoras prometem prazos de entrega cada vez menores. Para cumprimento destes cronogramas e aceleração dos processos, o uso de novas tecnologias e serviços terceirizados vem crescendo significativamente, porém, infelizmente, ocorrem problemas de concepção e construção dos edifícios. Aliados as quantidades excessivas de chuvas em Curitiba e grandes variações térmicas, muitos serviços perdem sua qualidade, pois não possui tempo suficiente de finalização, acarretando prejuízos a estrutura com o surgimento de manifestações.

Baseado nisto, este artigo tem como objetivo avaliar a incidência de manifestações patológicas no Bairro Centro de Curitiba – PR – Brasil e relacionar estas incidências com parâmetros da edificação como tipo de revestimento, número de pavimentos e idade aproximada da edificação.

2. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto, procedeu-se uma pesquisa de campo quantitativa. Para realização do levantamento utilizou-se câmera fotográfica e formulário especifico. O levantamento foi realizado no bairro Centro na cidade de Curitiba – PR. O questionário consistiu em 5 perguntas objetivas:

- Localização da edificação (Rua e nº);
- Quantidade de pavimentos da edificação;
- Idade aproximada da edificação;
- Tipo de revestimento da fachada;
- Tipo de manifestação patológica identificada na fachada.

Para a determinação da amostra foi utilizado o conceito de Amostragem Intencional. Para esta análise, primeiramente, verificou-se o número de edificações e a área de uma das quadras do bairro, conforme Figura 1. Depois de realizado este levantamento, verificou-se a área total do bairro, 3.342.139,89 m^2, e definiu-se o número total de elementos da amostra por proporção. Com isso, tem-se que N=3640 edificações.

Para definição do tamanho da amostra, definiu-se o erro amostral tolerável para o estudo (E) de 3,5%. O tamanho da amostra foi definido por meio da Equação (1), onde n é o tamanho da amostra, N é o número de edifícios localizados e E_0 é o Erro amostral.

$$n = \frac{N \cdot \frac{1}{E_0^2}}{N + \frac{1}{E_0^2}} \qquad (1)$$

A partir da fórmula de amostragem intencional, o tamanho da amostra determinada é de 688 edificações. As edificações analisadas localizam-se nos alfinetes fixados na Figura 1.

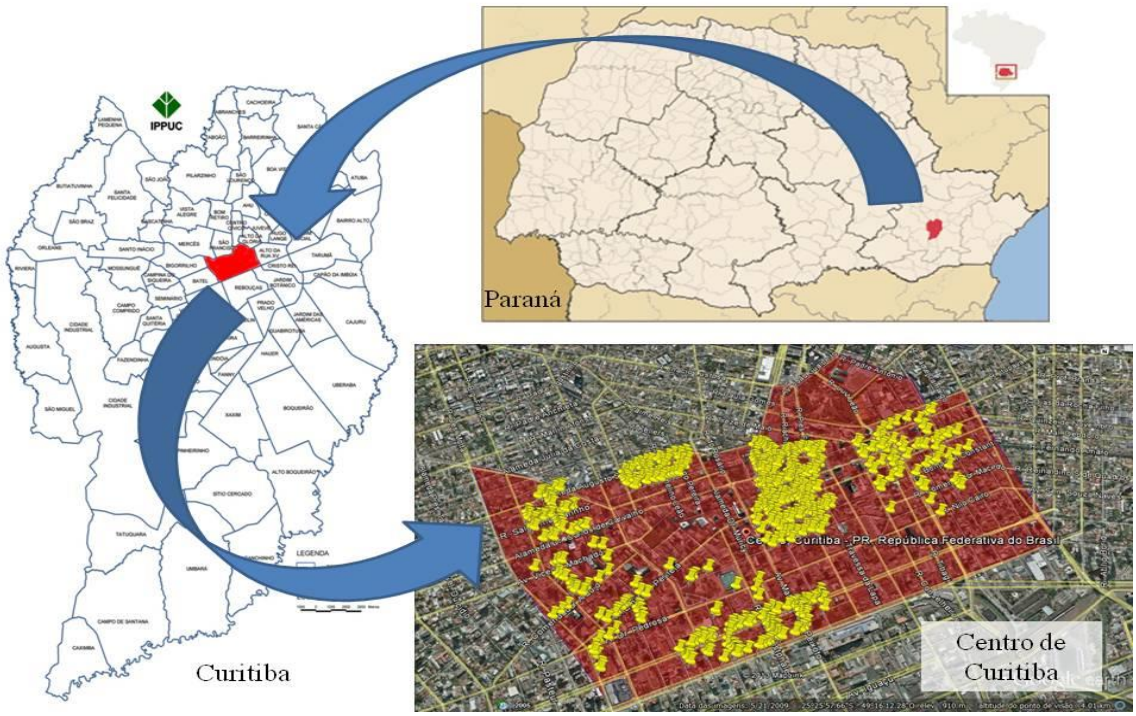

Figura 1 - Mapa com a marcação das edificações analisadas no Bairro Centro – Curitiba - PR (Google Earth, 2013).

3. RESULTADOS

A cidade de Curitiba está situada ao sul do Brasil em clima subtropical e a 934 m acima do nível do mar. possui estações do ano bem definidas com invernos frios e verões quentes. A umidade relativa anual do ar fica entorno dos 70%. No verão as máximas podem atingir valores acima de 30° enquanto no inverno pode atingir mínimas de zero graus. O índice pluviométrico é moderado chegando aos 1500 mm/ano (CURITIBASA, 2014). Segundo a NBR 15220-3 (ANBT, 2005) está situado na Zona bioclimática 1.

O centro de Curitiba possui 76% de suas edificações com menos de quatro pavimentos, como pode ser visto na Figura 2, comprovando o estudo apresentado pelo IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba), no qual considera Curitiba uma cidade horizontal, por possuir grande número de casas e predominância de edifícios de 3 pavimentos ou menos (IPPUC, 2010).

Este fato se dá por natureza histórica e leis de zoneamento da região. Baseado no fato do centro ter se desenvolvido significativamente na década de 50 e 60, com a implantação do Plano Diretor, as construções possuem idade acima de 30 anos, cerca de 50% (Figura 2).

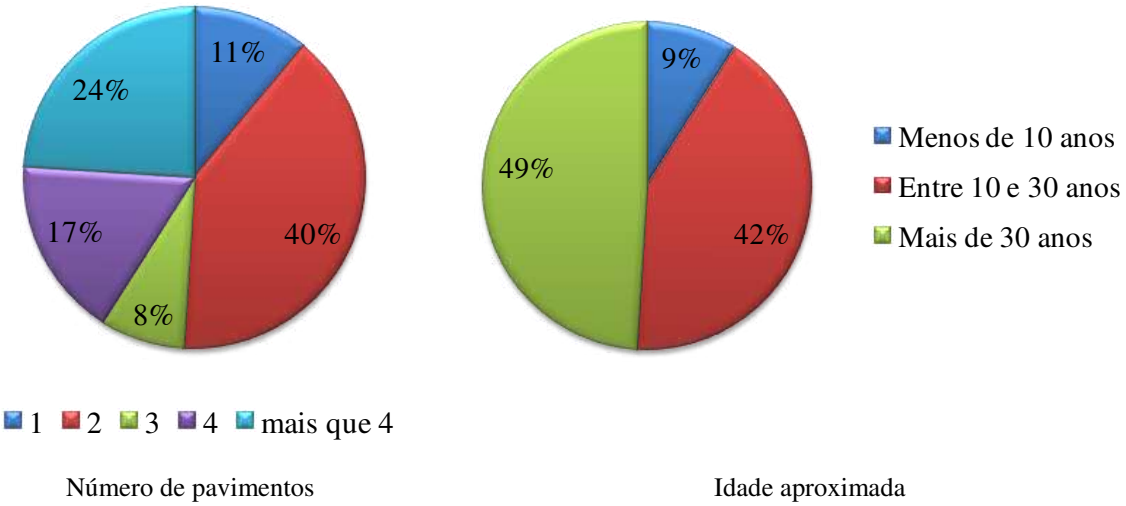

Figura 2 – Edificações no centro de Curitiba: (a) número de pavimentos e; (b) idade aproximada das edificações.

Os tipos de revestimentos utilizados nestes edifícios são variados podendo ser usados separadamente ou combinados, conforme apresentado na Figura 3. Os materiais argamassados e cerâmicos são associados, ou não, a vidro, pastilha de vidro, aço, alumínio, cobre, madeira, pedras, vidros, tijolos aparentes, placas de vinil, placas cimentícias, PVC, entre outras.

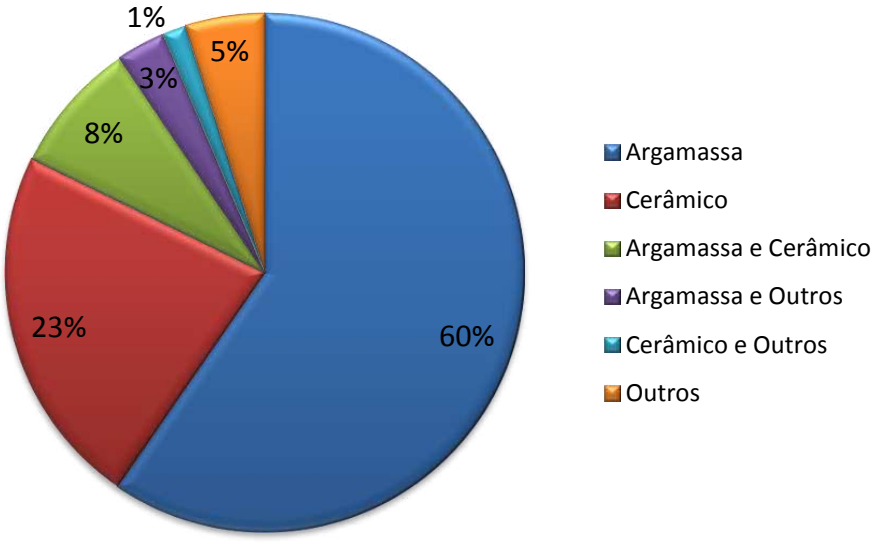

Figura 3 - Tipos de revestimentos utilizados nos edifícios na região central de Curitiba

No centro de Curitiba, 95% das fachadas possuem na sua composição material argamassado e/ou cerâmico. Com o passar dos anos, estas edificações apresentam consideráveis incidências de manifestações patológicas, conforme se verifica na Figura 4. Estas podem ser influenciadas por inúmeros fatores característicos da cidade de Curitiba como elevada umidade relativa do

ar, volume de precipitação da chuva elevado, variações de temperatura significativas e baixa evaporação da água. Conforme verificado na amostragem, apenas 8% dos edifícios do bairro não apresentam nenhum tipo de manifestação e entre as manifestações mais recorrentes encontra-se bolor, em 30%, e fissuras, em 26%.

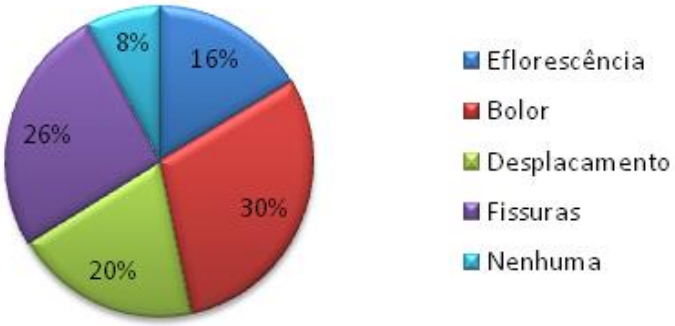

Figura 4 - Manifestações Patológicas encontradas nas edificações na região central de Curitiba.

Pode-se associar o alto número de manifestações encontradas nas edificações curitibanas, além das singularidades climáticas da cidade, à falta de cultura dos brasileiros em realizar manutenção periódica em suas edificações e ao grande desenvolvimento da construção civil nos últimos anos com consequente falta de mão de obra especializada, falta de controle de materiais e busca por uma maior produtividade associada a cronogramas de execução reduzidos. A Figura 5 apresenta exemplos das manifestações identificadas durante a pesquisa.



(a) Fissura mapeada



(b) Descolamento com pulverulência

Figura 5 – Casos diversos de manifestações patológicas em fachadas no centro de Curitiba: (a) Fissura mapeada; (b) Descolamento com pulverulência; (c) Bolor em revestimento argamassado; (d) Descolamento em placas; (e) Danos estéticos causados pelas eflorescências; (f) Desplacamento cerâmico e; (g) Desplacamento cerâmico.



(c) Bolor em revestimento argamassado



(d) Descolamento em placas



(e) Danos estéticos causados pelas eflorescências



(f) Desplacamento cerâmico



(g) Incidência de eflorescência em revestimento cerâmico

Figura 5 (continuação) – Casos diversos de manifestações patológicas em fachadas no centro de Curitiba: (a) Fissura mapeada; (b) Descolamento com pulverulência; (c) Bolor em revestimento argamassado; (d) Descolamento em placas; (e) Danos estéticos causados pelas eflorescências; (f) Desplacamento cerâmico e; (g) Desplacamento cerâmico.

Há uma tendência de surgimento de todas as manifestações ao longo da altura da edificação, conforme ilustrado na Figura 6, sendo a exceção o surgimento de fissuras. Acredita-se que a redução de casos de fissuração em função da altura possam não corresponder à realidade, uma vez que a altura da edificação cria a dificuldade de visualização das fissuras nos andares mais elevados da edificação. Apesar dos valores observado, não é possível determinar um fator que explique esta tendência.

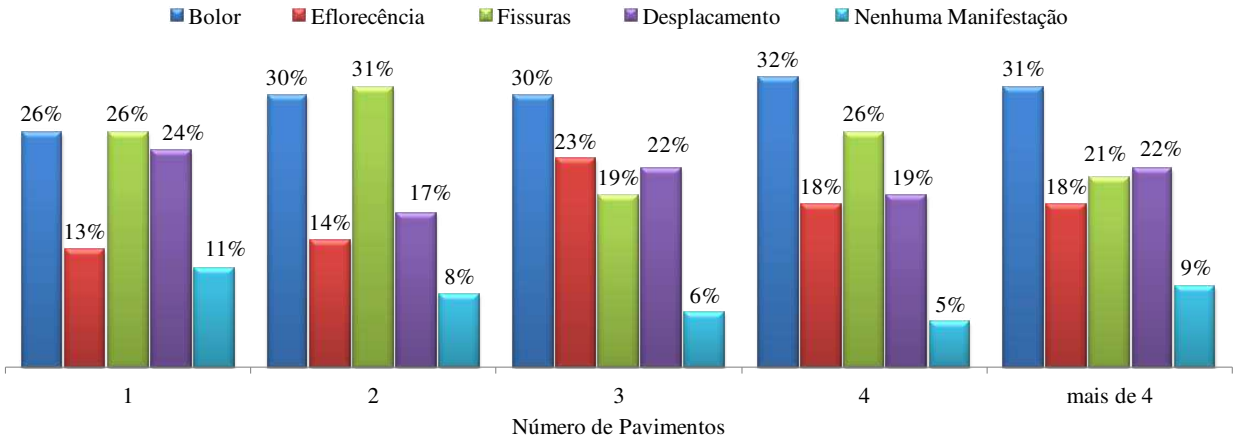

Figura 6 - Manifestações Patológicas x Número de pavimentos.

Observa-se na Figura 7 que, no mínimo, 92% das edificações apresentam algum tipo de manifestação patológica, porém o fato curioso é que os edifícios com menos de 10 anos são os que possuem a maior ocorrência, 95%. Pode-se relacionar esta alta incidência ao fato de que nos últimos anos a construção civil apresentou um crescimento significativo no número de obras, ocasionando a necessidade de rapidez nas construções, podendo gerar uma negligência em critérios de durabilidade das construções.

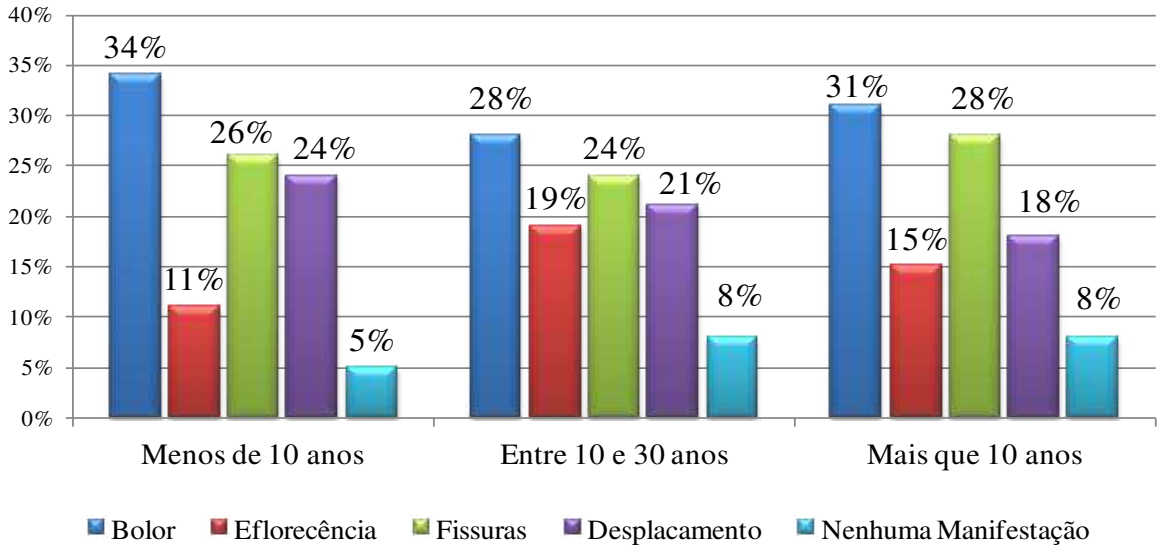

Figura 7 - Manifestações Patológicas x Idade aproximada da edificação

As fachadas compostas por revestimento argamassado possuem maior incidência de manifestações patológicas, conforme Figura 8, uma vez que apresenta estrutura mais frágil à ação das intempéries comuns na cidade de Curitiba. Sua estrutura mais porosa e mais

permeável facilita a entrada de agentes deletérios além de possuir grande ocorrência de problemas construtivos como má dosagem e espessuras elevadas. Neste tipo de fachada, as manifestações mais frequentes são os bolores (31%) e as fissuras (29%).

As fachadas compostas com revestimentos cerâmicos possuem percentual de incidência um pouco menor, porém ainda bastante significativo. Estas manifestações decorrem diretamente da ação de agentes externos que tem sua entrada facilitada por erros construtivos. O bolor continua sendo a manifestação com maior incidência (28%), seguido do desplacamento (26%) e da fissuração (20%), sendo a última um sintoma, neste caso de material, de futuros desplacamentos.

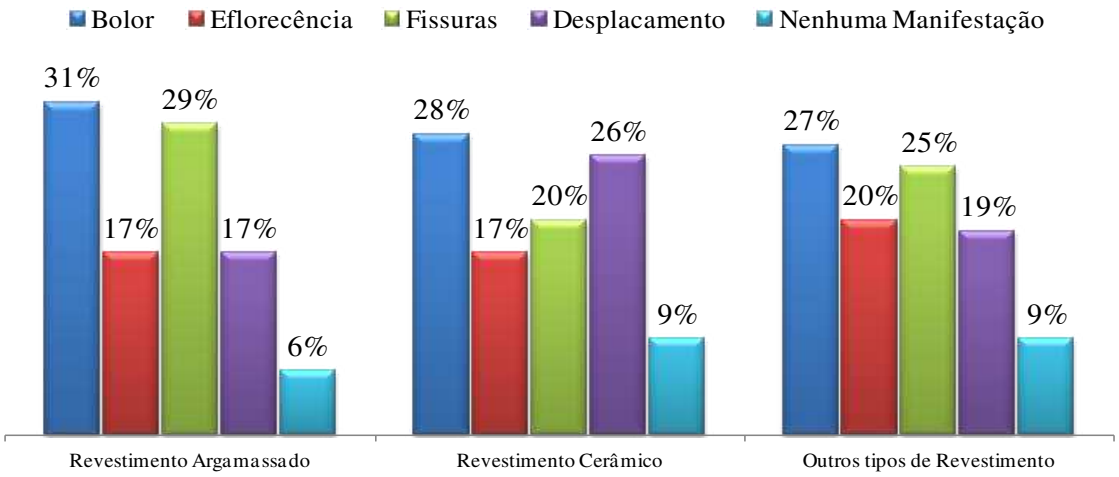

Figura 8 - Manifestações Patológicas x Tipo de revestimento de fachada

Os revestimentos de fachada, independente de sua idade, material e número de pavimentos, sofrem constantemente com as manifestações patológicas. A rapidez com que a engenharia civil vem se desenvolvendo nos últimos anos e a falta de manutenção nas edificações estão impulsionando o surgimento de bolores, eflorescências, fissuras e desplacamentos. Estas incidências sobre as edificações provocam malefícios estéticos e acarretam problemas de saúde e na segurança dos usuários.

Neste sentido, cabe destacar a importância da elaboração da NBR 15.575 (ABNT, 2013), que visa melhorar o desempenho das edificações ao longo da sua vida útil proporcionando um ambiente mais agradável ao usuário. Sendo esta normativa aplicada rigorosamente às novas edificações, há a tendência de redução de casos de manifestações patológicas uma vez que a qualidade dos materiais e execução tendem a melhorar. Cabe ainda destacar que independente de normativas há que se criar a cultura de manutenção preventiva das edificações, sendo esta uma ferramenta importante para a redução de casos de degradação precoce em edificações.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi avaliada a incidência de manifestações patológicas nos revestimentos de fachada no centro de Curitiba/PR através de pesquisas de campo no centro da cidade. Além disso, verificou-se qual a influência do número de pavimentos, a idade da edificação e o tipo de revestimento para o surgimento de quatro manifestações específicas: fissuras, eflorescências, bolores e descolamentos.

Verificou-se que não é possível identificar nenhum padrão de acréscimo ou decréscimo no surgimento de manifestações patológicas em função da altura da edificação.

Os edifícios com menos de 10 anos são os que apresentam maior incidência de manifestações patológicas, 95%. Pode-se relacionar este alto número em decorrência do grande desenvolvimento da construção civil nos últimos anos e consequentemente a falta de mão de obra especializada e a necessidade de alta produtividade poder levar a negligência nos processos executivos.

As fachadas de revestimento argamassado possuem maior incidência de manifestações patológicas em função do clima curitibano. Apesar disto, as fachadas cerâmicas possuem percentual de incidências bastante significativo.

As eflorescências e bolores são formados em função dos altos índices pluviométricos de Curitiba e do tipo de revestimento utilizado na cidade, portando sugere-se que o alto índice desta manifestação é acentuado pelas características climáticas.

De modo geral, percebeu-se a necessidade de cuidado extra no planejamento e execução de um revestimento de fachada na cidade de Curitiba, uma vez que possui características climáticas singulares, grandes variações térmicas, altas umidades relativas e alto índice pluviométrico, que auxiliam na incidência de manifestações patológicas.

5. REFÊRENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3.** Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575.** Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da incidência de casos.** Dissertação de mestrado. Brasília. Universidade de Brasília, 2010.

BAUER, R. J. F. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. São Paulo: Mandarim, 1996.

BAUER, E.; CASTRO, E. K. Patologias mais Correntes nas Fachadas de Edifícios em Brasília. **3º congresso português de argamassas de construção**. Lisboa. 2010.

CURITIBASA. Companhia de desenvolvimento de Curitiba. Disponível em: http://www.curitibasa.com.br/inv/inv_curitiba.htm. Acessado em 21/04/2014.

FIESS, J. R. F.; OLIVEIRA, L. A.; BIANCHI, A. C.; THOMAZ, E. Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo. **X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)**, p. 1-6, 2004.

MELO JÚNIOR, C. M.; CARASEK, H. Índices de chuva dirigida direcionais e análise do nível de umedecimento em fachadas de edifícios multipavimentos em Goiânia. **Ambiente Construído (Online),** v. 11, p. 23-37, 2011.

MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão. **Revista Cerâmica,** v. 52, p. 37-49, 2006.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influências das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. Dissertação de mestrado. Universidade federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, 2007.

REBELO, C. R. **Projeto e execução de revestimento cerâmico – interno.** Monografia (Monografia ao Curso de Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B.; MEDEIROS, J. S. A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NA DURABILIDADE DOS REVESTIMENTOS DE FACHADA DE EDIFÍCIOS. In: **2º Wordur - Workshop sobre durabilidade das construções**, 2001, São José dos Campos. 2º Wordur - Workshop sobre durabilidade das construções, 2001. v. 1. p. 144-154.

SABBATINI, F. H. Patologia das Argamassas de Revestimento – Aspectos Físicos. In: **III Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção**. São Paulo, 1986. Patologias das Edificações: anais. São Paulo, EPUSP, 1986, p. 69 - 76.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios**. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SHIRAKAWA, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: **I Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas**, Goiânia, 1995. Anais p.402-10.

TOMAZ, T. P.; BILL, G. H.; MARTINEZ, M. A. C.; PEREIRA, E.; MEDEIROS, M. H. F. Análises dos índices de chuva dirigida anuais e mensais para a cidade de Curitiba. **Simpósio sobre materiais e construção civil**. Toledo, 2013.

WETZEL, A.; ZURBRIGGEN, R.; HERWEGH, M. Spatially resolved evolution of adhesion properties of large porcelain tiles. **Cement and Concrete Composites**. Volume 32. pp 327-338. 2010.