



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

MANUAL PARA AVALIAÇÃO DE FACHADAS – IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS DE DEGRADAÇÃO

Viviane Cavalcante de Mello Matos (1); Maryangela Geimba de Lima (1);

(1) Instituto Tecnológico de Aeronáutica – São José dos Campos - SP
matos.vivi@gmail.com

(2) Instituto Tecnológico de Aeronáutica – São José dos Campos - SP
magdlima.ita.br

RESUMO

Atualmente convivemos com manutenções programadas de automóveis, aeronaves, etc. Em nenhum momento duvidamos de sua importância ou deixamos de executá-las, pois visam à segurança e o bem estar de todos. É nesta cultura de manutenção que este trabalho se fundamenta para que mais uma área trabalhe pela prevenção: Inspeções programadas de fachadas na construção civil.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um manual de inspeção e manutenção predial de fachadas, no qual baseia-se nos programas de inspeção já existente em Porto Alegre e em outros países como Buenos Aires (Argentina), Nova York (EUA) e Madrid (Espanha).

ABSTRACT

Nowadays we live with programmed maintenances of cars, aircrafts and etc. In none time, we doubt of its importance or avoid to do because they are in order to provide take care and safety to everybody. In this culture of maintenance, this research has the purpose to provide one more area that can works for the safety: Programmed inspection at civil construction.

This research has as objective, the development of a building maintenance and inspection manual of fronts, that bases on created programs at Porto Alegre (Brazil), Buenos Aires (Argentina), New York (USA) and Madrid (Spain).

1. INTRODUÇÃO

Após a conclusão de uma construção, a fachada proporciona conforto funcional e estético a edificação, atuando também como barreira protetora da edificação por se tratar do elemento fundamental que envolve uma construção. A fachada é o elemento que permanecendo exposto às ações das intempéries, sofre agressões físicas e torna-se sujeito à deterioração devido às incidências atmosféricas.

Segundo AMBROSE (1992), a principal impressão causada pelos edifícios nas pessoas consiste no que é visto pelo seu exterior. Uma pessoa seja caminhando, ou até de dentro do seu automóvel, faz centenas e milhares de “inspeções” acerca do visual externo dos imóveis, conforme um critério particular de julgamento. Assim, ainda segundo esse autor, os materiais devem ser cuidadosamente selecionados para atender tanto aos aspectos estéticos como também aos de durabilidade.

Para CAPOZZI (1996), a fachada, maior forma de expressão de uma obra, pode-se tornar um diferencial de mercado na venda do imóvel, uma vez que o usuário potencial, cercado por tantas opções, acaba decidindo por aquele que mais se aproxime das suas expectativas e seus sonhos.

DORFMAN; PETRUCCI (1989) afirmam que, à queda do desempenho funcional de uma fachada, provocado pelo surgimento de uma patologia, deve-se somar um prejuízo de natureza estética e simbólica, representado pela deterioração visual da edificação. Eles afirmam, ainda, que as partes constituintes dessa envoltória, apresentam pela sua própria natureza, uma grande incidência de manifestações patológicas.

Os novos revestimentos de fachada, a inobservância de Normas Técnicas, a ambição e o desrespeito ao consumidor, a rotatividade de nossa mão de obra, a diversidade dos nossos materiais e até mesmo a pressa observada em inaugurações de edificações, constituem-se em alguns dos problemas diários que podem provocar futuros problemas da edificação que não sendo dada à devida importância podem causar sérios riscos à edificação exigindo a presença de um profissional competente para sua solução. Os custos da manutenção tenderão a crescer quanto maior for o período de descaso e abandono da edificação. Deve-se, portanto incentivar a manutenção preventiva que além de exigirem recursos muitas vezes inferiores, proporcionam a construção, uma valorização comercial e favorecimento da segurança.

2. OBJETIVO

Este trabalho visa estudar os aspectos climáticos que influenciam na degradação das fachadas, sendo que uma das agressões físicas mais constantes é o efeito da água da chuva, causando umidades por infiltração como lesão mais freqüente. Será considerado também o efeito da agressividade do ar, variações de temperatura e vento.

3. ASPECTOS CLIMÁTICOS

3.1 Dimensões do clima nos estudos de durabilidade

Quando se pensa em relacionar a degradação das fachadas com os aspectos relativos ao clima, devem-se considerar como esses estudos serão relacionados; pode-se relacionar, por exemplo, com os parâmetros médios (temperatura e umidade relativa média anual, por exemplo). No entanto, as variáveis assim apresentadas pouco podem caracterizar um país das dimensões nacionais, com seu amplo território, sujeito a muitas variações em cada Estado. Assim, é preciso reduzir a escala de estudo, buscando relacionar a estrutura diretamente com seu entorno.

Alguns autores classificam os climas, quando dos estudos de durabilidade, em microclima, mesoclima e macroclima; outros, em clima regional, clima local e clima no entorno da edificação, considerando que essas classificações se referem sempre à proximidade da edificação (LIMA & MORELLI, 2003). Uma idéia das dimensões relacionadas a essas classificações pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões do clima (DURACRETE, 1999).

<i>Clima</i>	<i>Extensão horizontal</i>	<i>Extensão vertical</i>
Macroclima ou clima regional	1 - 200km	1m – 100km
Mesoclima ou clima local	100m – 10Km	0,1m – 1km
Microclima ou clima no entorno da edificação	0.01m – 100m	0.01m – 10m

Os poucos estudos em desenvolvimento utilizam, em geral, dados oriundos de estações meteorológicas, trabalhando com o macroclima, ou seja, com variáveis de clima em grande escala – por exemplo, a temperatura, considerando-se grandes áreas e períodos de tempo grandes. Isso quer dizer que não se considera o clima no entorno da edificação ou estrutura, ou o microclima. A modelagem realizada com esse tipo de abordagem leva a modelos pouco precisos, uma vez que o microclima rege os processos de degradação.

3.2 Considerações sobre o clima brasileiro

O Brasil está localizado entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, com predominância dos climas tropical e equatorial. Por isso, ao contrário do que ocorre na Europa e nos países norte-americanos, no Brasil as temperaturas médias anuais são bastante elevadas. O Brasil é um país com dimensões continentais e tem variações de clima e comportamento das variáveis ambientais bastante complexo.

Outro aspecto que influencia os estudos que envolvem variáveis ambientais é a grande extensão litorânea brasileira, onde está situada grande parte das cidades brasileiras, também subdividida em várias faixas climáticas.

A influência da temperatura tende a ser ignorada nas definições dos processos de degradação. No entanto, sua influência é extremamente importante, uma vez que as reações químicas de degradação são aceleradas com o aumento de temperatura. Segundo GEHO-CEB (1993), um aumento na temperatura de 10°C dobra a velocidade das reações. Esse fator faz com que os ambientes tropicais sejam consideravelmente mais agressivos que os climas do norte da Europa.

O clima pode causar degradações nas fachadas por diversos aspectos, e faz parte deste trabalho o estudo dos seguintes efeitos: variações térmicas, efeitos de vento, chuva e contaminação atmosférica.

3.3 Variações Térmicas

As variações térmicas do ambiente, segundo Lima & Morelli (2003), exercem influência nos processos físicos e químicos de degradação das estruturas de concreto, que por sua vez exercem influência nas fachadas. O clima brasileiro apresenta consideráveis elevadas temperaturas médias anuais e amplitudes térmicas médias, como pode ser visto nos mapas da Figura 1 e Figura 2, respectivamente, fatos que exercem grande influência nos processos de degradação.

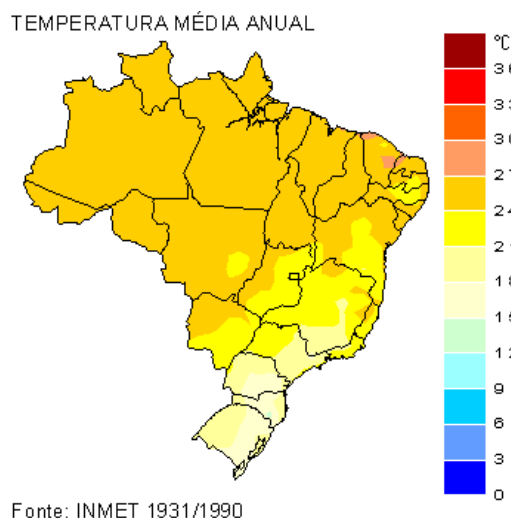


Figura 1 – Mapa brasileiro de temperatura média anual – período 1931-1990 (INMET, 2004)

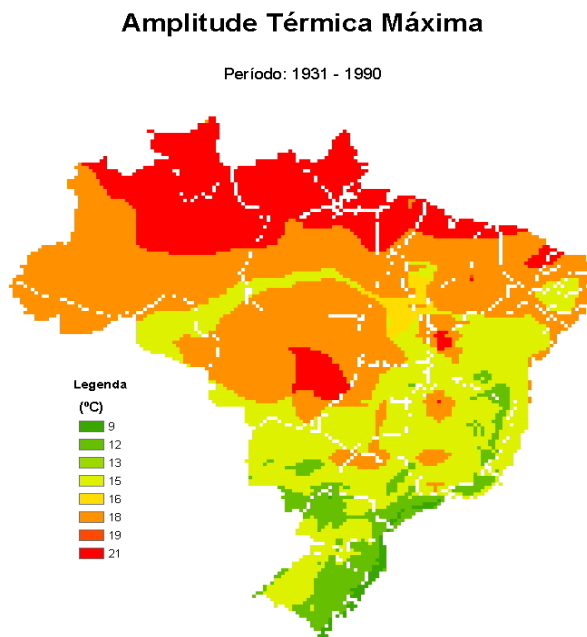


Figure 2 Amplitude térmica mensal máxima registrada no período (LIMA & MORELLI, 2003).

Com esse mapa, pode-se concluir que todo o território nacional apresenta degradação significativa quando se considera o aspecto referente à fissuração devido à variação térmica mensal.

Mapas como esse podem ser construídos mensalmente e, com eles, pode-se concluir, em cada mês do ano, quais as zonas brasileiras com maiores amplitudes térmicas.

O ideal seria a construção de mapas onde se pudesse avaliar a amplitude térmica diária, maior responsável pela degradação das obras e estruturas. No entanto, não existem dados disponíveis e confiáveis para essa construção.

3.3.1 Conseqüências das Variações Térmicas

Devido a variações de temperatura e umidade, podem surgir esforços higrotérmicos, que se trata do conjunto de esforços que atuam diretamente sobre os acabamentos. Em geral este tipo de variação das condições ambientais provocam uma dilatação das unidades construtivas em função dos seus coeficientes de dilatação potencial e de sua técnica construtiva, dilatações que são seguidas de conseqüentes contrações quando as variações são negativas. Devido a essas variações surgem as gretas e fissuras. As mudanças de dimensão afetam, sobretudo, aos acabamentos de fachada, por ser estes os que sofrem diretamente as mudanças de temperatura. Os mais atingidos são as fachadas posicionadas ao oeste e sul do que aqueles posicionados a leste e norte.

Estes esforços provocam dilatações e contrações basicamente horizontais, uma vez que as verticais ficam detidas contra o próprio peso da unidade construtiva. Em conseqüências as fissuras costumam ser verticais visto que resultam de esforços horizontais de tração que aparecem no momento da contração do acabamento visto que sempre aparece algum ponto de ligação seja com a estrutura do edifício, ou com outros fechamentos perpendiculares.

As lesões costumam ser normalmente fissuras que se localizam em zonas intermediárias da fachada, seja devido à extensão do mesmo, seja das possíveis ligações mencionadas. Se as ligações existem, a ruptura se produzirá, seja em pontos próximos, ou em pontos intermediário a ambos. Se o acabamento se encontra livre de ligações, as gretas aparecerão a distâncias iguais em função da dilatação-contração que tenha sofrido.

Neste sentido cabe mencionar os coeficientes de dilatação térmica que se consideram normalmente para as paredes:

- Parede de tijolo $0,5 \times 10^{-5} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$
- Parede de blocos de concreto $1 \times 10^{-5} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$
- Revestimento de pedra $0,5 \times 10^{-5} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$

Como exemplo ilustrativo, podemos criar uma fachada dirigida ao poente, que pode alcançar no verão por efeito da radiação direta, 70°C , e no inverno pode ir a 5°C . Teríamos uma variação de 65°C , o que significa que a cada metro a dilatação teríamos:

- Parede de tijolo 0,325 mm
- Parede de blocos de concreto 0,65 mm
- Revestimento de pedra 0,325 mm

Em uma fachada de 20 m de extensão, dimensão facilmente alcançável, as dilatações absolutas seriam:

- Parede de tijolo 6,5 mm
- Parede de blocos de concreto 13 mm
- Revestimento de pedra 6,5 mm

O que nos dá uma idéia da importância destes movimentos, sobretudo ao contrair, e explica a aparição de uma série de fissuras em paredes cegas (paredes sem janelas) e contínuas que poderiam ser

evitadas. Nestas, as únicas juntas de dilatação que se produzem são as próprias da estrutura que a suporta, quando logicamente deveriam ser introduzidas outras intermediárias.

É de grande importância o conhecimento do material de fachada, não somente pelo seu efeito estético, mas também o seu coeficiente de dilatação para evitar problemas futuros.

Na tabela 2 apresenta o coeficiente de dilatação dos materiais de construção mais usados em fachadas.

Tabela 2 – Coeficientes de dilatação linear térmica (DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO E TECNOLOGIA ARQUITETÔNICA – DCTA – UPM, 2000).

Coeficientes de Dilatação Térmica ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)		
Pedra	Granito	8.5
	mármore	3.8
	Arenito	5 a 12
Estuque	Gesso	13,7
	Vermiculita	10,6
Madeira	transversal a fibra	50 a 60
	Em direção à fibra	3,8 a 6.5
Metais	Latão	18
	Alumínio	23,5
	Bronze	19.8
	Cobre	16.9
	Ferro Fundido	10.6
	Chumbo	28.6
	Aço Inox	17.3
	Aço doce	12.1
Plásticos	Lâminas de acrílico	50,0 a 90.0
	policarbonato	65
	poliéster 30%fibra de vidro	18 a 25
	P.V.C rígido	42 a 72
	Fenólico	15 a 45
	Poliéster expandido	50 a 70
	Espuma rígida de poliuretano	20 a 70

É importante considerar em um projeto a dilatação e a contração dos acabamentos, sobretudo os de fachada, ocasionado devido às mudanças de temperatura. Para uma solução ideal, deve-se propor a colocação de uma série de juntas de retração a uma distância tal entre elas que não se possam produzir movimentos do próprio acabamento que supere sua coesão interna e conseqüentemente sua resistência à tração horizontal. Caso contrário, poderá aparecer fissuras verticais, buscando os pontos mais frágeis do acabamento (buracos, caminhos para instalações,etc).

Em outros casos um erro é maior uma vez que se baseia em não respeitar a junta de dilatação estrutural, anulando-a com o acabamento.

Devido às diferenças de temperatura, a ação direta para evitar a degradação é escassa, para não dizer nula. Ocorrido o problema não podemos evitar que as temperaturas se modifiquem, pois ainda que possamos mitigar algumas mudanças mediante tratamentos que diminuam a radiação solar direta, contudo a grande variação térmica é inevitável e a proteção implica em mudança do desenho do acabamento da fachada.

Em consequência a atuação diante de um problema deste tipo deverá contemplar, a necessidade de independência do acabamento com a estrutura através de juntas de retração. A independência evita também que o acabamento trabalhe juntamente com a estrutura que ao dilatar e contrair venha a surgir esforços locais de tração que o rompam.

A independência é relativamente fácil em construções novas, mas difíceis de implantar em edifícios já construídos. Nestes casos não há outra solução do que recorrer às juntas de retração.

Outro problema que pode ocorrer é o desprendimento do acabamento da fachada por efeito da variação de temperatura e dilatação térmica. As juntas podem sofrer fissuras permitindo a entrada de água que diminuirá a aderência da peça à estrutura provocando seu desprendimento.

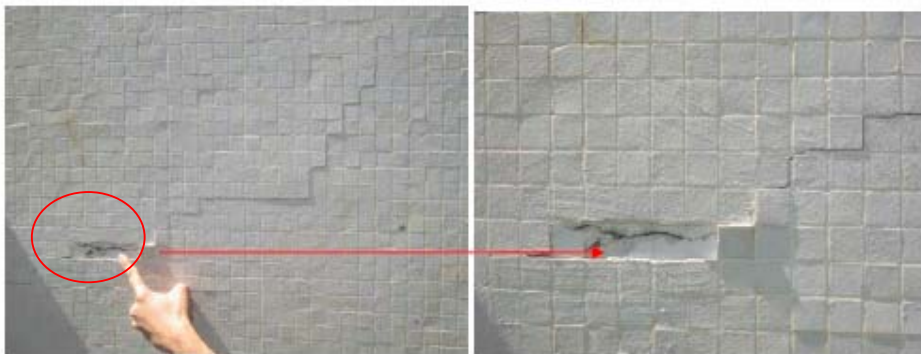


Figura 3 Desprendimento de pastilhas. Fachada voltada para o Oeste (fotos Viviane Matos)

3.4 Efeito do Vento e Chuva

A incidência do vento nas edificações é dependente de uma série de fatores, que vão desde o formato da edificação, sua altura até as condições do entorno.

Em muitas situações, nas grandes cidades, tem-se a formação de corredores, que aumentam a incidência do vento em algumas fachadas. A construção de um novo edifício pode alterar completamente as condições existentes de incidência de vento. Com isso, tem-se a alteração também da incidência de chuvas e da deposição de partículas.

A água é elemento essencial para a vida humana, mas o excesso de água atuando sobre a fachada é um dos principais inimigos que atuam para sua degradação.

A maior ou menor incidência de chuvas e a umidade relativa do ambiente comandam a presença e disponibilidade de água para que as reações de degradação possam acontecer. A distribuição de umidade relativa média e de incidência de chuvas nacionais pode ser visualizada nas Figs 4 e 5.

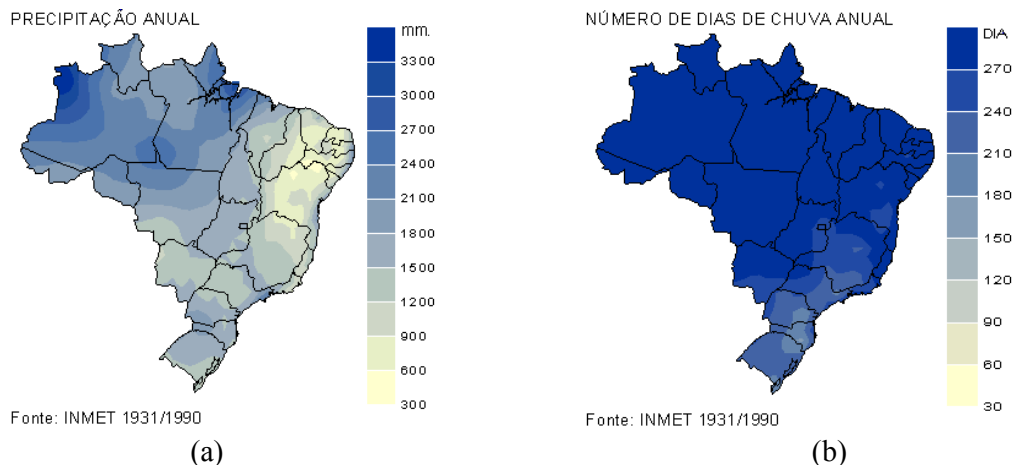
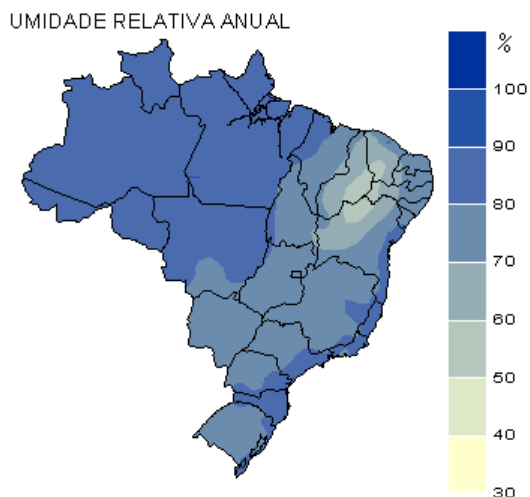


Figura 4 – Mapas brasileiros: (a) precipitação média anual; (b) número médio de dias de chuva (INMET, 2004).



Fonte: INMET 1931/1990

Figura 5 – Mapa brasileiro de umidade relativa média anual. Período 1931-1990 (INMET, 2004).

Pode-se verificar pelos mapas que o Brasil apresenta valores de umidades e precipitações elevadas na maioria das regiões, o que nos leva a necessidade de um maior cuidado na análise das ocorrências das precipitações uma vez que podem causar umidades de infiltração como principal lesão.

Estas não são as únicas umidades que podemos encontrar em uma fachada. É comum encontrar outras lesões de umidade aonde a água pode ter origem pela chuva:

- Umidade por infiltração
- Umidades de microcapilaridade
- Umidades de condensação

Umidade de Infiltração: É aquela que aparece como consequência da penetração da água desde o exterior até o interior da fachada, produzindo manchas. A filtração será maior nos casos de pressão hidrostática de água sobre o acabamento, mas o que é corrente é que apareça sem necessidade da pressão e com a simples presença da absorção da água da chuva. Portanto em função da estrutura porosa do material da fachada e do seu coeficiente de absorção, se facilita à penetração, inclusive com o surgimento do fenômeno físico da capilaridade, com percurso preferencialmente horizontal do líquido que penetra para o interior da espessura da fachada, podendo chegar a atravessá-lo.



Figura 6 e 7 Bolhas e manchas na pintura efeito de umidade (Foto Viviane Matos, 2005)

Umidade de Microcapilaridade: É aquela que aparece nos acabamentos como consequência da ascensão da água contida no terreno, seja pelo nível freático, seja pela filtração no terreno pela água da chuva ou pela água lançada. Este tipo de umidade se dá em partes enterradas da construção. Nas

fachadas o que mais preocupa são as umidades por microcapilaridade e que podemos considerar aqui como uma variante das infiltrações. Esta se entende por ser aquela que aparece nos painéis verticais situados sobre painéis horizontais exteriores que ascende por capilaridade no acabamento exterior poroso.



Figura 8 Descolamento do acabamento por efeito de umidade por microcapilaridade (Foto Viviane Matos, 2005)

Umidade de Condensação: É a aparição de umidade na fachada como consequência da condensação do vapor d'água que tende atravessá-lo para alcançar em algum ponto de seu caminho a temperatura de saturação que, como sabemos, está em função da pressão do vapor de água.

A fachada representa uma barreira para o vapor d'água que dificulta o equilíbrio desejável de pressão de vapor a ambos os lados do mesmo. Em consequência se estabelece um caminho de vapor de água que vai desde o ambiente de maior pressão para o de menor. Este caminho está em função não só da pressão de vapor, mas também da permissividade do vapor de água de materiais construtivos da fachada.

A condensação higroscópica ocorre quando a causa principal é a presença de sais higroscópicos no interior dos poros do material. Sua localização é em algum ponto da espessura da fachada graças à pressão de vapor de água. No reparo o item preocupante trata-se tanto do isolamento ou da pressão do vapor d'água quanto à eliminação dos sais higroscópicos que causam a acumulação do vapor d'água e sua condensação. Podemos encontrar também sais higroscópicos cristalizados dentro dos poros dos materiais que absorvem vapor de água até condensá-lo por acumulação. É nesse momento que aparece a umidade, normalmente sem controle, e surge a lesão em forma de mancha ou de gotejo inicial que pode dar lugar a outras lesões secundárias.

Depois de haver reparado essas umidades, a presença dos sais facilita a condensação do vapor de água do ambiente resultando em uma mancha de umidade muito semelhante à antiga de capilaridade ou infiltração, o que pode levar a confusão. Um método muito simples facilita esta questão. Se a parte detrás permanece seca (interior), significa que a umidade vem desde fora e se trata de uma condensação higroscópica. Ao contrário, se a umidade aumenta em direção ao interior, trata-se de condensação capilar ou intersticial provocada por vapor d'água gerado na parte interna das edificações.

3.4.1 Efeito da Chuva sobre as fachadas

Outro item importante de mencionar é a força com que a chuva atinge as fachadas. Essa força está diretamente relacionada com a velocidade do vento durante a ocorrência do período de chuva. Depende, portanto, da velocidade e direção do vento, do tempo e da quantidade de chuva incidente.

Os estudos sobre chuva dirigida relacionam o conceito com índices. O mais consagrado é o proposto por LACY¹ (apud SILVA & GIRALT, 1995), assim representado:
$$DRI = \frac{VP}{1000}$$

onde: DRI = índice de chuva dirigida (Driving Rain Index);

V = velocidade média anual do vento (m/s);

P = total de precipitação anual (mm).

Esse índice, assim calculado, classifica as regiões por grau de agressividade, conforme apresentado na Tabela 3. Essa classificação não considera nenhum aspecto do entorno da estrutura ou da própria edificação

Tabela 3 – Faixas de agressividade, metodologia de Lacy (apud SILVA & GIRALT, 1995, complementada por CHAND & BHARGAVA, 2002).

Faixa	Grau de agressividade
< 3	exposição protegida
entre 3 e 7	exposição moderada
entre 7 e 11	exposição alta
> 11	exposição severa

Com base nestas definições apresenta-se um primeiro mapa de chuva dirigida para o Brasil, na Figura , baseado nos dados do ano de 2004. (LIMA e MORELLI, 2005).

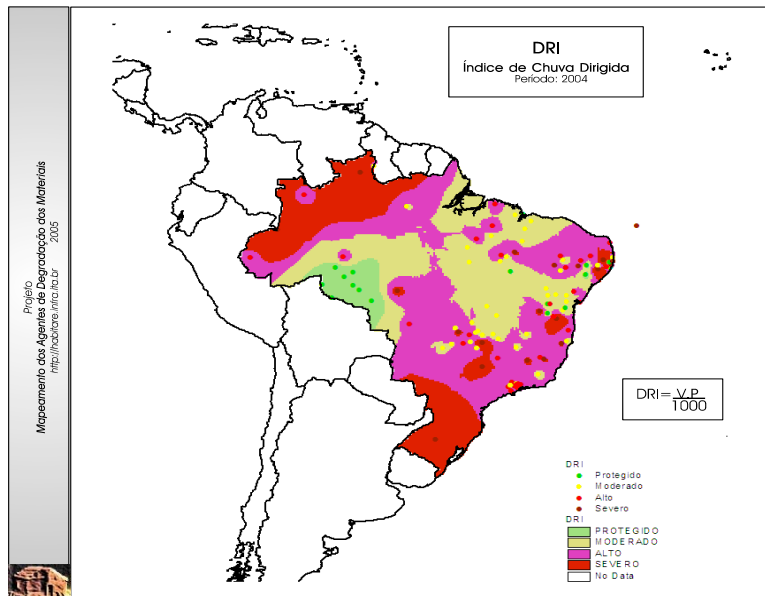


Figura 9 – Primeiro mapa brasileiro de chuva dirigida – ano-base 2004 (LIMA & MORELLI, 2005).

3.5 Contaminação Atmosférica

A agressividade do ar contaminado devido aos avanços tecnológicos e indústrias químicas provoca a degradação nos edifícios e suas fachadas, que solicitam uma restauração imediata visto que cada dia se torna mais alarmante.

Na composição natural do ar (71% nitrogênio e 21 % oxigênio) outros elementos estão sendo incorporados, como o monóxido de carbono, dióxido de enxofre, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio, aos quais ao serem menos pesados que o ar, ascendem as camadas altas da atmosfera,

¹ Lacy, R.E. **An index of driving rain.** *Meteorol.Mag.* 1962, vol.91 (1080) p.177-84.

reagindo com a mesma, resultando em compostos com pesos específicos altos, que descem dissolvidos na água da chuva (chuva ácida) às camadas nas baixas, depositando-se nas superfícies das fachadas em forma de ácidos reagindo com os materiais são serem absorvidos por estes, produzindo degradação.

4.0 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A importância da implantação de uma regulamentação no Brasil é necessária para benefício da própria comunidade, espera-se mobilizar a sociedade civil e órgãos administrativos para que juntos possam por em prática as medidas para que ocorra programação de inspeções periódicas assim como em cidades internacionais.

Como exemplo segue uma tabela contendo a periodicidade sugerida pela cidade de Madri para a inspeção de fachadas segundo a ITE (Inspeção Técnica de Edifícios): Veja tabela 4

Tabela 4- Inspeções periódicas para Fachadas

Área	Periodicidade	Descrição da Inspeção	Inspeção
Fachadas	cada 2 anos	Revisão Visual Geral	Recomendada
	cada 10 anos	Inspeção técnica do Edifício completa	segundo a Lei de Madri
	cada 15 anos	Inspeção da pintura da fachada	Recomendada

Fonte: Manual para la inspección Técnica de Edificios (I.T.E)

O ITE não é nenhum novo imposto ou taxa municipal, nem se supõe a subida dos existentes. Seu custo é livremente discutido entre o profissional da área e o proprietário.

5.0 CONCLUSÃO

O revestimento de fachadas cumpre um papel importante no desempenho global dos edifícios, não só no que diz respeito ao aspecto visual, e embelezamento proporcionado por estes, como também pelo aspecto de durabilidade, valorização do imóvel e eficiência deste.

Os problemas encontrados nos revestimentos são de fácil identificação. Eles fazem parte na maioria das vezes da fachada da construção, local onde é nítida qualquer modificação. Devemos estar atentos para os primeiros indícios de necessidade de manutenção. A criação de uma orientação visando à programação de inspeções e diagnóstico que levem a manutenção preventiva, permitirá a redução dos riscos de acidentes nas edificações.

É de grande importância que seja estudado os efeitos que o clima pode causar na fachada para que possa identificar a origem do problema e tomar as medidas de recuperação.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRIÓ, J.M, DOMINGUEZ, L.V, Patologia y técnicas de Intervención. Fachadas y Cubiertas, p. 55;89-255;273-317, 1999. Tratado de Rehabilitacion. Editorial Munilla- Lería.

RODRIGUEZ, J.C, Tratamiento de las humedades en los edificios, p123-124;159-160, 2001. Editorial Thonsom editores

FRANCO, S.L, A. JUST Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade de Recife, 2001. Boletim Técnico da escola Politécnica da USP

GALBADÓN, F.M Manual para la Inspección Técnica de Edificios (I.T.E), p.161 a 172, 1999. CIE Inversione editoriales.

INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/produtos>.

LIMA, M. G. & MORELLI, F. Degradação das estruturas de concreto devido à amplitude térmica brasileira. In: SIMPÓSIO EPUSP SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO, V. 7 a 10 jun. 2003, São Paulo. *Anais* [CD Rom]. São Paulo: EPUSP, 2003.

LIMA, M.G. & MORELLI, F. Mapa Brasileiro de “Chuva Dirigida” – algumas considerações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6, 2005. Florianópolis.