

An attempt to classify environmental aggressiveness in the city of Salvador - BA

Uma proposta de classificação da agressividade ambiental para a cidade de Salvador-BA



J. M. L. VILASBOAS ^a
josemarcilio@petrobras.com.br

S. L. MACHADO ^b
smachado@ufba.br

Abstract

This paper presents a proposal for a classification of environmental aggressiveness in different areas of the city of Salvador, Bahia, Brazil. The work is based on the analysis of field data acquired in different areas of the city over the period of 2003 to 2007 and on the information obtained from designers and companies that perform mitigation actions in reinforced concrete structures. The occurrences of pathologies in reinforced concrete constructions which have suffered intervention in the city were used to identify the areas of the city with different degrees of environmental aggressiveness. Statistical analysis was carried out to identify the variables that most influence the intensity of the attack of the environmental agents on the reinforced concrete structures. Empirical equations are proposed and fitted to experimental results. Finally a map is drawn up considering the urban zone of the city of Salvador, classifying it into zones of different degrees of environmental aggressiveness. Despite being completely empirical work, whose derived equations are valid only to the specific case of Salvador-BA, the authors believe that this methodology could be used in other cities in Brazil with different characteristics, since it takes into account the particularities of each place.

Keywords: *environmental aggressiveness, classification, reinforced concrete, pathologies.*

Resumo

Este trabalho contém uma proposta de classificação da agressividade ambiental para a cidade de Salvador, a partir da análise dos resultados das pesquisas de campo efetuadas pelos autores em diversos bairros dessa capital, no período de 2003 a 2007, e de informações obtidas junto a projetistas e empresas de recuperação de concreto armado. Os estudos realizados visaram a identificar as regiões da cidade com maior número de ocorrência de patologias em edificações cujas estruturas sofreram intervenção. Os dados obtidos, após análise, foram utilizados como indicativos do grau de agressividade ambiental das diferentes áreas estudadas. Análises estatísticas foram realizadas no sentido de se avaliar as variáveis que mais influenciam na intensidade do ataque às estruturas de concreto armado pelos agentes ambientais em Salvador, e foram propostas equações empíricas para a previsão do grau de agressividade ambiental em diferentes pontos da cidade, em função das variáveis escolhidas. Como resultado final do trabalho, um mapeamento foi elaborado para a zona urbana da cidade, classificando-a em diferentes níveis de agressividade ambiental às estruturas de concreto armado. Apesar de se tratar de um trabalho empírico, cujos dados referem-se a uma cidade em particular, os autores acreditam que a metodologia empregada possa ser utilizada em outras cidades do Brasil, desde que sejam providenciadas as alterações pertinentes.

Palavras-chave: *agressividade ambiental, classificação, concreto armado, patologias.*

^a Engenheiro Civil, Mestre em Gerenciamento Ambiental, Professor Titular, UCSAL/PETROBRAS

^b Engenheiro Civil, Doutor em Geotecnia, Professor Associado II, UFBA

1. Introdução

A agressividade ambiental é normalmente o termo utilizado para descrever o potencial de aporte de substâncias deflagradoras de processos oxidativos (oxigênio e cloretos, principalmente) em estruturas de concreto armado. Já o termo corrosão, usado até há pouco tempo para descrever um determinado tipo de deterioração dos metais, vem sendo aplicado de forma mais abrangente e, atualmente, tem sido entendido como sendo a degradação dos materiais (metálicos e não metálicos) pela ação do meio. Na realidade, certos tipos de decomposição de materiais não metálicos (por exemplo, alguns problemas que incidem no concreto) seguem mecanismos similares aos que ocorrem na corrosão dos metais (NUNES & DUTRA, 2006, p. 2).

A corrosão em concreto abrange, principalmente, os processos de deterioração que incidem nas barras e nos fios de aço destinados às armaduras das estruturas e alguns casos de degradação da própria pasta de cimento. Esses aços estão sujeitos à corrosão tanto em estruturas aéreas como em estruturas submersas e enterradas. O ataque corrosivo é em grande medida facilitado pelo transporte de substâncias deflagradoras do processo (íons de cloreto, por exemplo) que, dissolvidas na água livre intersticial da camada protetora ou de revestimento do concreto, acabam por alcançar o metal. Desse modo, o processo corrosivo é em muito facilitado no caso de pequenas espessuras de revestimento. Outras características do concreto de cobertura também desempenham um papel de destaque, tais como: a sua permeabilidade, curva capilar, seu coeficiente de difusão e sua capacidade de retenção dessas substâncias. Além disso, as atmosferas sulfu-

rosas podem atacar os cimentos ricos em aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) e, neste caso, além de deteriorarem o concreto, acabam por expor a ferrugem ao meio, intensificando o processo de degradação da estrutura.

Segundo Silva (1995), o fenômeno da corrosão metálica foi primeiramente observado em estruturas de metal inseridas em atmosfera marinha. Nos casos de concreto armado, a conservação de um meio alcalino no concreto é um dos requisitos fundamentais para a preservação das estruturas de aço embutidas. Assume-se que a fronteira para início da corrosão da armadura está localizada a aproximadamente 8 mm mais internamente que a profundidade de neutralização da alcalinidade, medida pelo uso da fenolftaleína. Este seria, portanto, o limite de penetração dos íons e substâncias que potencializam o processo de corrosão durante a vida útil da obra.

É importante ressaltar que a ocorrência do fenômeno de corrosão irá depender do binômio propriedades da cobertura de concreto e agressividade ambiental. Ambientes marinhos ou sulfurosos, por exemplo, requerem o uso de coberturas de proteção mais espessas e/ou de melhor qualidade.

A NBR 6118 (ABNT, 2003) prescreve nos itens 5, 6 e 7, respectivamente, os requisitos gerais de qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto, as diretrizes para durabilidade das estruturas de concreto e os critérios de projeto que visam garantir a mencionada propriedade. É importante destacar que as influências ambientais devem ser previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o proprietário da obra. Cita a referida Norma que a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações

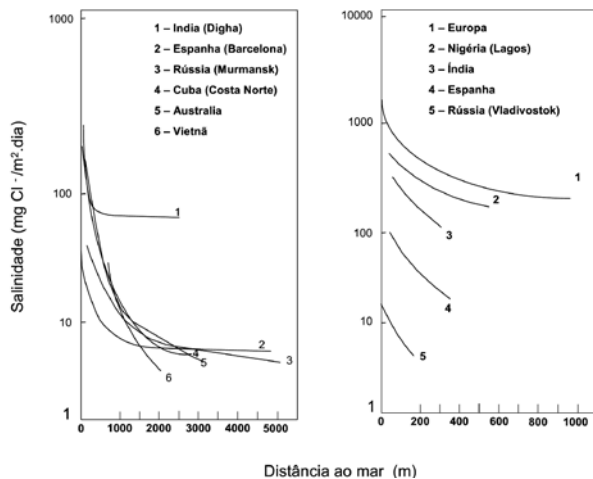
Tabela 1 - Classes de agressividade ambiental da NBR 6118

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	fraca	Rural	insignificante
		Submersa	
II	moderada	Urbana 1), 2)	pequeno
III	forte	Marinha 1)	grande
		Industrial 1), 2)	
IV	muito forte	Industrial 1), 3)	elevado
		Respingos de maré	

- 1) Pode-se admitir um micro clima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).
- 2) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes de estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.
- 3) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: (ABNT, 2003)

Figura 1 - Comportamento da salinidade em função da distância à costa marítima



Fonte: Meira & Padaratz (2002)

mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento dessas estruturas. Para os projetos das estruturas correntes, exige-se que a agressividade ambiental seja classificada de acordo com o apresentado na tabela 1, podendo ser avaliada, simplificadamente, através das condições de exposição da estrutura ou de suas partes. O referido procedimento prescreve no seu item 6.4.3 que o responsável pelo projeto estrutural, de posse dos dados relativos ao ambiente em que será construída a estrutura, pode considerar classificação mais agressiva que a estabelecida na tabela 1.

Apesar de existirem diversos trabalhos na literatura especializada tratando do fenômeno da corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado e das variáveis que influem nesse processo, uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos projetistas, após a publicação da NBR 6118 (ABNT, 2003), consiste em definir a classe de agressividade ambiental de uma estrutura de concreto armado para fins de adoção da correta espessura da camada de proteção à corrosão das ferragens. Este problema se torna mais complexo no caso de cidades litorâneas devido à formação e ao comportamento do aerosol marinho. Ao caminhar na direção do continente, o aerosol marinho tem a sua relação com a salinidade atmosférica fortemente influenciada por variáveis como direção e velocidade dos ventos predominantes, distância da costa, topografia da zona, altitude, etc. (MORCILLO, 1998). Todas essas variáveis definem uma taxa de deposição que faz com que os cloretos cheguem, em maior ou menor quantidade, a uma determinada distância do mar (MEIRA & PADARATZ, 2002).

A deposição das partículas salinas acontece de modo acentuado nas primeiras centenas de metros a partir da interface com o mar, de modo que é menor à medida que há um distanciamento da costa. Esse fato decorre, principalmente, pelo efeito gravitacional e pelo choque das partículas com o solo e os obstáculos sobre o mesmo (FELIU & MORCILLO, 1999). Assim, esse comportamento é característico de cada região, com flutuações ao longo do tempo; "a influência da distância em relação ao mar constitui o mais importante aspecto no estudo da corrosão em zona de atmosfera marinha" (FELIU & MORCILLO, 1999, p.883). Apesar de ser um tema tratado com maior frequência nas investigações sobre corrosão metálica, o efeito do distanciamento em relação ao mar na agressividade por cloretos se constitui um aspecto importante também no estudo da corrosão em estruturas de concreto armado, pois em relação a estas também se verifica uma redução dessa agressividade na medida em que nos afastamos do mar (MEIRA & PADARATZ, 2002).

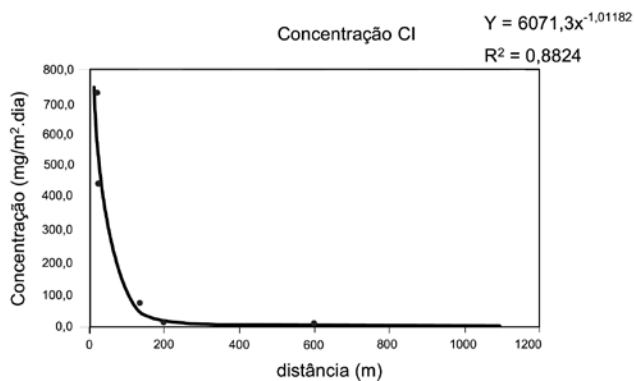
A figura 1 ilustra o comportamento da salinidade marinha à proporção que a distância em relação à costa aumenta.

Tabela 2 - Deposição seca de cloreto na vela úmida (período de 15/08/2000 a 23/01/2001)

Local	Distância em relação ao mar (m)	Teor de cloretos, mg Cl ⁻ / m ² .dia	
		Média de 10 determinações	Desvio Padrão
Flamengo	71,60	46,20	18,80
Flamengo	137,60	9,30	3,80
Itapuã	143,40	21,10	23,50
Itapuã	531,90	4,20	1,50
Placaford	787,70	2,90	1,40
Arembepe	1165,40	2,60	1,50
Stela Mares	2225,50	4,60	1,00
Buraquinho	2645,00	1,80	0,80
Piatã	4704,70	3,70	5,80

Fonte: Costa (2001)

Figura 2 - Perfil de concentração de cloretos em função da distância em relação ao mar em João Pessoa-PB



Fonte: Meira & Padaratz (2002)

A partir de um estudo experimental realizado em Salvador, Costa (2001) constatou que o potencial médio de agressão aos materiais expostos ao cloreto aerossol marinho nas três primeiras estações utilizadas em seu trabalho (distância máxima de 500m) é aproximadamente 8 vezes o obtido para as outras seis estações localizadas acima de 500 metros da costa marítima. Na tabela 2 são apresentados os teores de cloretos atmosféricos provenientes do *spray* marinho, que se depositaram sobre o sensor de vela úmida nos períodos de amostragem contínua de cinco meses (entre agosto/2000 e janeiro/2001), na região de Salvador, obtidos por cromatografia iônica.

A figura 2 mostra o comportamento da agressividade por cloretos na zona da atmosfera marítima em João Pessoa, conforme

estudos de Meira & Padaratz (2002), cujos resultados, obtidos através dos ensaios da vela úmida (ASTM G140, 1996) no período de novembro/2001 a março/2002, indicam uma forte queda de concentração de cloretos à medida que são atingidas distâncias maiores, especialmente a partir dos primeiros duzentos metros. Depois do primeiro quilômetro, essa concentração assume valores mínimos. A tabela 3 apresenta dados de taxa de deposição através do método da vela úmida obtidos em João Pessoa pelos mesmos autores.

Neste trabalho são apresentados os principais produtos a que se pôde chegar a partir da análise dos resultados da pesquisa de campo realizada por Vilasboas (2004) em diversos bairros de Salvador-BA, a qual identificou as regiões da cidade com maior número de obras em concreto armado que sofreram intervenções motivadas por processos de corrosão em suas armaduras. Após a realização de diversas considerações, esses dados foram utilizados como um indicativo do grau de agressividade ambiental da área. Posteriormente, foram realizadas análises estatísticas para identificar, dentre as variáveis ambientais consideradas no estudo, as que mais influenciaram a intensidade do ataque às estruturas de concreto armado pelos agentes ambientais. Também foram propostas equações empíricas para a previsão do grau de agressividade ambiental, em diferentes pontos da cidade, em decorrência das variáveis escolhidas.

2. Materiais e métodos

O projeto de pesquisa desenvolvido teve foco no levantamento de campo de estruturas de concreto armado que apresentaram manifestações patológicas em decorrência de processos de corrosão em suas armaduras e que foram objeto de atividades de reparo. A pesquisa não levantou, portanto, o número total de manifestações patológicas de uma determinada área, devendo este ser muito maior. Assim, pode-se assinalar que a pesquisa constituiu um levantamento de dados de campo de parte das consequências da

Tabela 3 - Taxas de deposição seca de cloretos pelo método da vela úmida em João Pessoa

Concentração de cloretos (mg/m ² .dia)						
Distância (m)	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Média
10	639,92	729,16	483,56	412,45	438,61	540,74
100	187,95	213,51	74,48	69,70	80,68	125,26
200	13,16	13,27	9,85	12,60	20,59	13,89
500		9,85	8,92	13,04	15,17	11,74
1100				5,88	6,02	5,95

Fonte: Meira & Padaratz (2002)

Figura 3 – Localização das obras utilizadas neste trabalho para avaliação e modelagem do grau de agressividade ambiental de áreas da cidade de Salvador-BA



agressividade do meio em estruturas de concreto armado que desenvolveram manifestações patológicas com gravidade suficiente para motivar os seus proprietários a realizar atividades de intervenção e que estavam sendo alvo de reparos.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho abrangeu a complementação dos dados obtidos por Vilasboas (2004) na sua pesquisa original, tanto em número quanto na qualidade das informações. Assim, para a elaboração deste artigo, novos casos de obra com a execução de serviços de reparo estrutural foram catalogados, e todas as obras utilizadas nas análises apresentadas tiveram a sua coordenada UTM, cota e distância ao mar determinados. A posição da obra em relação à sua proximidade com a Baía de Todos os Santos ou com o litoral foi também observada. Informações tais como o número de domicílios, de habitantes e a renda domiciliar média de cada bairro da cidade foram obtidas no censo efetuado em 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na etapa de análise dos dados e classificação da agressividade ambiental de Salvador, foi também necessária a obtenção da área de cada bairro da cidade utilizado na pesquisa, o que foi viabilizado com a ajuda da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER). A figura 3 apresenta todos os pontos de intervenção catalogados para a realização do estudo. Após um tratamento estatístico preliminar dos dados obtidos (uso de coeficientes de correlação e de ajustes de funções multivariáveis), decidiu-se utilizar as seguintes variáveis como aquelas mais fortemente relacionadas às manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na cidade de Salvador: a cota da obra em relação ao nível do mar (tomada do passeio da rua em frente ao local catalogado), a sua distância ao mar e a sua posição com relação ao vento (brisa marinha). No caso da variável vento, atribuiu-se valor +1 para obras situadas próximas ao litoral norte, mais expostas aos ventos SE-NW vindos do mar, valor 0 para as obras situadas a meio caminho do litoral norte e da Baía de Todos os Santos e valor -1 para as obras situadas próximas à referida baía.

Além das variáveis listadas acima, foi incorporada às análises realizadas a variável nível de renda médio, ou fator de renda médio do bairro (ver tabela 4), definida como a relação entre a renda média domiciliar da população do bairro (mostrada também na tabela 4) e a renda média domiciliar da Região Metropolitana de Salvador (R\$ 1.220,00, de acordo com o censo de 2000 do IBGE). Esta variável, embora não associada ao fenômeno em questão, foi utilizada de forma a se levar em conta a maior propensão das classes mais abastadas para efetuar os serviços de reparo necessários. Admitiu-se que uma população de menor renda possui uma tole-

dade com a Baía de Todos os Santos ou com o litoral foi também observada. Informações tais como o número de domicílios, de habitantes e a renda domiciliar média de cada bairro da cidade foram obtidas no censo efetuado em 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na etapa de análise dos dados e classificação da agressividade ambiental de Salvador, foi também necessária a obtenção da área de cada bairro da cidade utilizado na pesquisa, o que foi viabilizado com a ajuda da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER). A figura 3 apresenta todos os pontos de intervenção catalogados para a realização do estudo. Após um tratamento estatístico preliminar dos dados obtidos (uso de coeficientes de correlação e de ajustes de funções multivariáveis), decidiu-se utilizar as seguintes variáveis como aquelas mais fortemente relacionadas às manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na cidade de Salvador: a cota da obra em relação ao nível do mar (tomada do passeio da rua em frente ao local catalogado), a sua distância ao mar e a sua posição com relação ao vento (brisa marinha). No caso da variável vento, atribuiu-se valor +1 para obras situadas próximas ao litoral norte, mais expostas aos ventos SE-NW vindos do mar, valor 0 para as obras situadas a meio caminho do litoral norte e da Baía de Todos os Santos e valor -1 para as obras situadas próximas à referida baía.

Além das variáveis listadas acima, foi incorporada às análises realizadas a variável nível de renda médio, ou fator de renda médio do bairro (ver tabela 4), definida como a relação entre a renda média domiciliar da população do bairro (mostrada também na tabela 4) e a renda média domiciliar da Região Metropolitana de Salvador (R\$ 1.220,00, de acordo com o censo de 2000 do IBGE). Esta variável, embora não associada ao fenômeno em questão, foi utilizada de forma a se levar em conta a maior propensão das classes mais abastadas para efetuar os serviços de reparo necessários. Admitiu-se que uma população de menor renda possui uma tole-

Tabela 4 – Dados dos bairros com ocorrência de danos

Local	Área km ²	Domicílios	Renda média R\$	Renda média (-)
Amaralina	1,14	7514	1576,00	1,29
Armação	3,09	8530	3263,00	2,68
Barra	1,07	5299	3805,00	3,12
Brotas	3,22	14150	1830,00	1,50
Canela	0,91	4283	4752,00	3,90
Federação	0,83	5381	888,00	0,73
Imbuí	2,31	5918	2948,00	2,42
Itaigara	3,77	6854	7241,00	5,94
Jardim Apipema	0,75	4099	4784,00	3,92
Ondina	2,68	6008	2468,00	2,02
Piatã, Patamares, Jaguaribe	17,41	7085	2996,00	2,46
Pituba	4,28	14615	4511,00	3,70
Ribeira	0,91	4283	950,00	0,78
Rio Vermelho	1,38	8899	3110,00	2,55
Sussuarana	7,12	12979	719,00	0,59
Vitória	0,91	4283	4752,00	3,90

Fonte: Dados modificados de IBGE (2000) e da base de dados da SICAR/CONDER

Tabela 5 - Dados primários obtidos para a realização das análises

Local	Coordenadas UTM		Densidade de patologias (un/km ²)	Cota (m)	Distância do mar (m)	Direção do vento
Amaralina	557454	8561444	1,19	12	209	1
Amaralina	557566	8561482	1,35	20	217	1
Amaralina	557571	8561468	1,35	22	164	1
Amaralina	557572	8561482	1,35	19	217	1
Armação	560800	8564278	0,40	20	495	1
Av. Sete - Vitoria	551717	8562948	1,59	27	683	-1
Barra	551338	8561812	0,95	10	30	0
Barra	551275	8562437	1,27	45	247	0
Brotas	555792	8563528	0,88	57	2992	0
Brotas	557209	8564318	0,64	62	2970	0
Brotas	555739	8563518	0,80	57	3028	0
Brotas	555391	8562716	1,03	48	1300	0
Cais - Baía de Todos os Santos	553109	8566473	0,24	5	1	-1
Campo Grande - Vitória	551950	8563986	1,19	62	436	-1
Campo Grande - Vitória	551745	8564176	1,03	55	88	-1
Candeal - Brotas	556653	8563498	0,88	32	2333	0
Canela	552088	8563700	1,43	65	738	-1
Canela-Ufba Belas Artes	551926	8563809	1,19	67	400	-1
Canela-Ufba Instituto de Ciências da Saúde	552061	8563455	1,59	35	791	-1
Cardeal Da Silva - Federação	554197	8562483	1,19	50	92	1
Centenário	551982	8562786	1,59	18	1010	1
Federação	553045	8562464	1,59	45	1576	1
Itaigara	556974	8563538	0,80	32	2202	0
Itaigara / Pituba	557963	8562660	1,67	20	940	1
Jaguaribe*	566247	8567639	0,32	10	109	1
Jardim Namorados - Pituba	559226	8562251	1,35	5	20	1
Ondina	552455	8561850	1,35	10	112	1
Ondina	555815	8561236	0,88	7	109	1
Ondina	552369	8561848	1,35	10	126	1
Ondina	553159	8561866	1,35	5	77	1
Ondina- Ufba CPD	553394	8562768	1,51	19	1146	1
Ondina- Ufba Veterinária	553317	8562346	1,27	10	712	1
Paralela - Imbuí	562453	8568388	0,24	35	2876	0
Patamares	564472	8566582	0,32	5	135	1
Piatã	566901	8569746	0,24	5	1910	1
Piatã	566094	8567739	0,40	10	94	1
Pituba	559173	8563036	1,03	15	761	1
Pituba	559187	8562646	1,27	15	365	1
Pituba	559402	8563033	1,11	15	227	1
Pituba	558962	8562727	1,35	15	605	1
Pituba	559025	8562638	1,35	16	500	1
Pituba	558648	8562422	1,35	29	297	1
Pituba	558567	8562506	1,43	10	461	1
Pituba	559132	8562608	1,27	28	397	1
Pituba	559476	8563209	1,11	15	383	1
Ribeira (Igreja)*	554754	8572324	0,24	3	30	-1
Rio Vermelho*	555759	8561846	1,19	5	706	1
Rio Vermelho	556339	8561610	1,11	15	393	1
Rio Vermelho	554463	8561682	1,03	22	60	1
Sussuarana	560671	8570152	0,24	78	4835	0
Viaduto do Contorno	552009	8564630	0,88	15	10	-1
Jardim Apipéma	552164	8562499	1,51	30	630	0
Federação- Ufba Arquitetura	553321	8563174	1,59	57	1806	1

Fonte: Dados obtidos pelos autores, com o auxílio da base de dados da SICAR/CONDER

Tabela 6 – Dados primários obtidos para a realização das análises após adimensionalização

Local	Coordenadas UTM		Densidade de patologias X 10^{-3} (-)	Cota (-)	Distância do mar (-)	Direção do vento
Amaralina	557454	8561444	0,181	0,101	1,378	1
Amaralina	557566	8561482	0,205	0,168	1,824	1
Amaralina	557571	8561468	0,205	0,185	1,756	1
Amaralina	557572	8561482	0,205	0,160	1,824	1
Armação	560800	8564278	0,144	0,168	4,160	1
Av. Sete - Vitória	551717	8562948	0,338	0,227	5,739	-1
Barra	551338	8561812	0,193	0,084	0,252	0
Barra	551275	8562437	0,257	0,378	2,076	0
Brotas	555792	8563528	0,199	0,479	25,143	0
Brotas	557209	8564318	0,145	0,403	10,924	0
Brotas	555739	8563518	0,181	0,479	25,445	0
Brotas	555391	8562716	0,235	0,521	24,958	0
Cais - Baía de Todos os Santos	553109	8566473	0,067	0,042	0,008	-1
Campo Grande - Vitória	551950	8563986	0,254	0,521	3,664	-1
Campo Grande - Vitória	551745	8564176	0,220	0,462	0,739	-1
Candeal - Brotas	556653	8563498	0,199	0,269	19,605	0
Canela	552088	8563700	0,304	0,546	6,202	-1
Canela-Ufba Belas Artes	551926	8563809	0,254	0,563	3,361	-1
Canela-Ufba Instituto de Ciências da Saúde	552061	8563455	0,338	0,294	6,647	-1
Cardeal Da Silva - Federação	554197	8562483	0,184	0,420	0,773	1
Centenário	551982	8562786	0,321	0,151	8,487	1
Federação	553045	8562464	0,245	0,378	13,244	1
Itaigara	556974	8563538	0,438	0,269	18,504	0
Itaigara / Pituba	557963	8562660	0,919	0,168	7,899	1
Jaguaribe*	566247	8567639	0,782	0,084	0,916	1
Jardim Namorados - Pituba	559226	8562251	0,396	0,042	0,168	1
Ondina	552455	8561850	0,603	0,042	0,647	1
Ondina	555815	8561236	0,390	0,084	0,941	1
Ondina	552369	8561848	0,603	0,059	0,916	1
Ondina	553159	8561866	0,603	0,084	1,059	1
Ondina- Ufba CPD	553394	8562768	0,674	0,160	9,630	1
Ondina- Ufba Veterinária	553317	8562346	0,568	0,084	5,983	1
Paralela - Imbuí	562453	8568388	0,093	0,294	24,168	0
Patamares	564472	8566582	0,782	0,042	1,134	1
Piatã	566901	8569746	0,587	0,084	0,790	1
Piatã	566094	8567739	0,978	0,042	16,050	1
Pituba	559173	8563036	0,303	0,126	1,908	1
Pituba	559187	8562646	0,373	0,126	6,395	1
Pituba	559402	8563033	0,326	0,126	3,067	1
Pituba	558962	8562727	0,396	0,244	2,496	1
Pituba	559025	8562638	0,396	0,134	4,202	1
Pituba	558648	8562422	0,396	0,126	5,084	1
Pituba	558567	8562506	0,419	0,084	3,874	1
Pituba	559132	8562608	0,373	0,235	3,336	1
Pituba	559476	8563209	0,326	0,126	3,218	1
Ribeira (Igreja)*	554754	8572324	0,051	0,025	0,252	-1
Rio Vermelho*	555759	8561846	0,185	0,042	5,933	1
Rio Vermelho	556339	8561610	0,173	0,126	3,303	1
Rio Vermelho	554463	8561682	0,160	0,185	0,504	1
Sussuarana	560671	8570152	0,131	0,655	40,630	0
Viaduto do Contorno	552009	8564630	0,186	0,126	0,084	-1
Jardim Apipêma	552164	8562499	0,277	0,252	5,294	0
Federação- Ufba Arquitetura	553321	8563174	0,245	0,479	15,176	1

Fonte: Dados obtidos pelos autores, com o auxílio da base de dados da SICAR/CONDER e dos resultados do censo IBGE (2000)

número de domicílios pela área do bairro. Os valores normalizados obtidos são apresentados na tabela 6. Para uma melhor visualização, os valores de densidade de manifestações patológicas obtidos foram multiplicados por 1000, de modo que os dados apresentados correspondem ao número de casos para cada mil domicílios. Para que os resultados deste trabalho sejam mais bem compreendidos, a figura 4 apresenta a localização dos principais bairros da cidade.

3. Resultados obtidos e análises

3.1 Escolha da função obtida pela regressão polinomial

Ao se analisar a figura 3, já se pôde perceber que os locais onde houve obras com serviços de reparo relacionados à agressividade do ambiente marinho estão entre a Baía de Todos os Santos e o litoral norte da cidade. Há uma clara tendência de concentração dos casos observados no litoral. Acredita-se que dois fatores tenham contribuído fortemente para essa concentração de ocorrências em campo, um relacionado à posição da obra propriamente dita e outro de cunho social.

Sob o ponto de vista social, pode-se destacar que as áreas com

a maior incidência de obras de reparo de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são áreas com alto poder aquisitivo, como a Barra, Vitória, Pituba, etc. Ocorrendo um problema de manifestação patológica das estruturas, a motivação para repará-lo será função de sua gravidade e do nível de renda dos moradores. Certamente, moradores mais abastados não estarão dispostos a conviver com um nível de patologia que moradores com menor poder aquisitivo se veem obrigados a suportar. Por essa razão, deve-se sempre ter em mente que o número de obras com serviços de reparo diagnosticado deve ser bem menor que o número de manifestações patológicas que realmente existe em campo. No caso de renda alta, essa variável tende a diminuir a distorção, aproximando o número de serviços de reparo do número de obras com manifestações patológicas. No entanto, no caso da renda ser baixa, pode ocorrer justamente o contrário. Desse modo, embora a variável renda não influa no processo de corrosão das armaduras do concreto armado, ela pode modificar a análise dos dados experimentais e sua influência não deve ser desprezada.

Os ventos SE-NW, na região em estudo, também desempenham um papel de importância na ocorrência de problemas de corrosão em estruturas de concreto armado. As residências localizadas próximas ao litoral sofrem mais intensamente a ação do *spray* mari-

Figura 5 – Contornos de densidade de ocorrência de patologias para os casos estudados na área de Salvador-BA

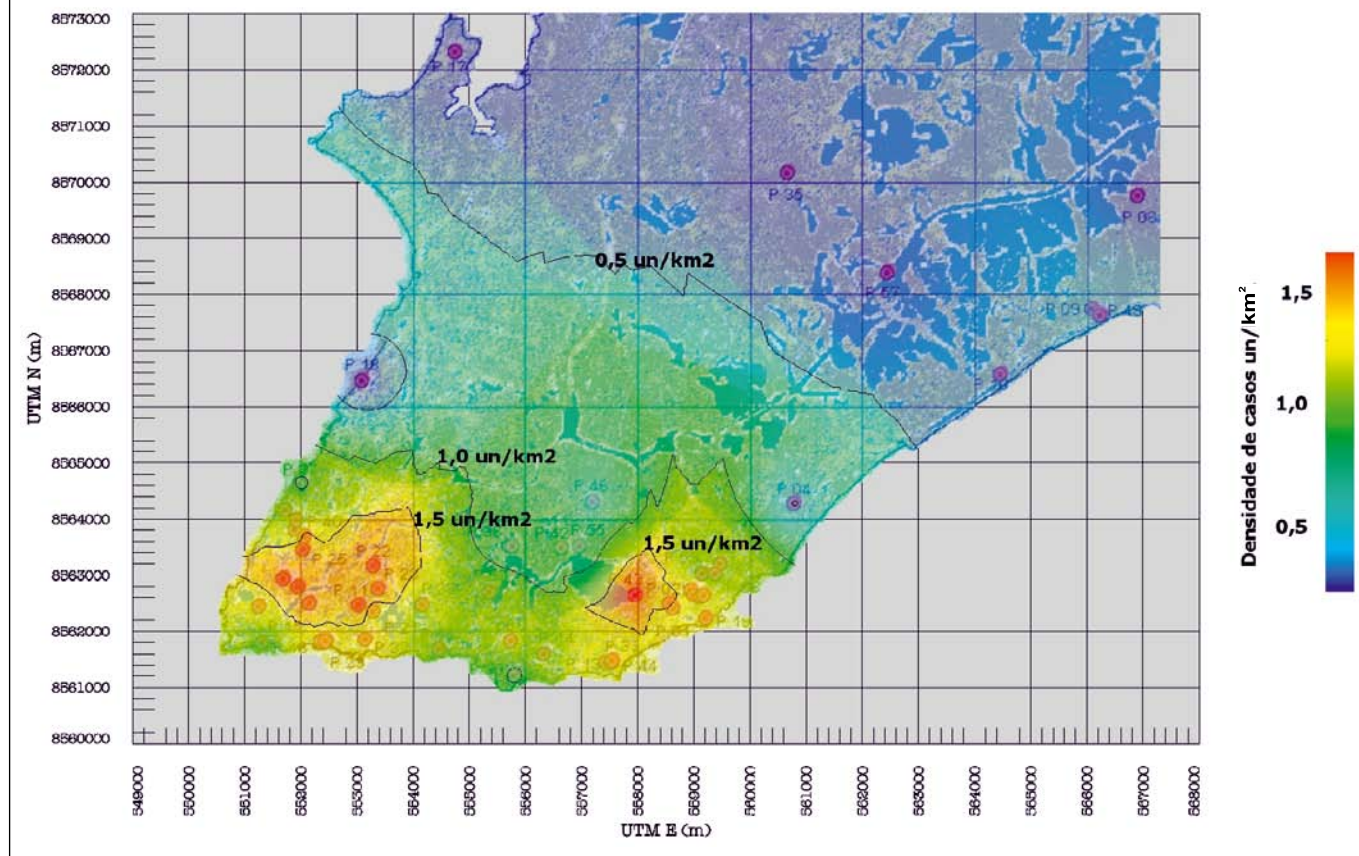


Figura 6 – Resultados obtidos e previstos com o uso da equação 1, considerando-se todos os pontos estudados

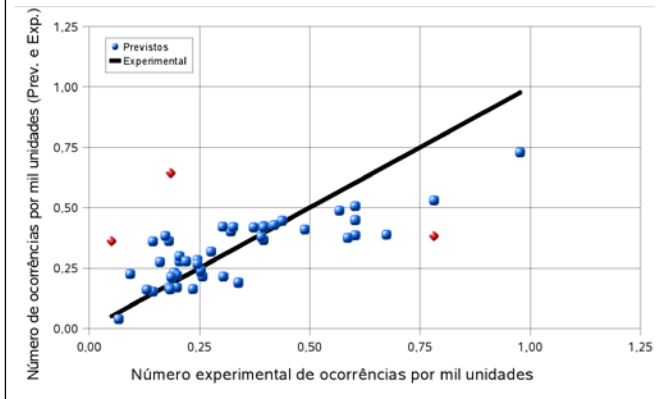
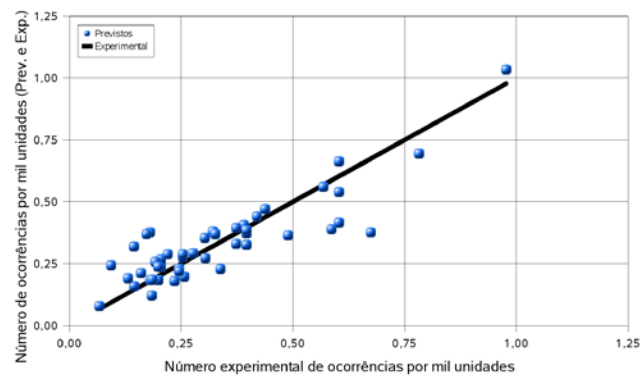


Figura 7 – Resultados obtidos e previstos com o uso da equação 1, depois de retirados os casos destacados nas tabelas 5 e 6 (Jaguaribe, Ribeira e Rio Vermelho)



no do que aquelas próximas à Baía de Todos os Santos. Para fins de visualização, os valores de densidade de ocorrência apresentados na tabela 6 foram interpolados no espaço em função de suas coordenadas UTM, e os valores obtidos da interpolação foram representados por uma transição de cores indo do azul, significando uma densidade nula de ocorrências, à cor vermelha, significando a densidade de ocorrência máxima encontrada, cujo valor é de 1,67 un/km². A figura 5 apresenta os resultados obtidos.

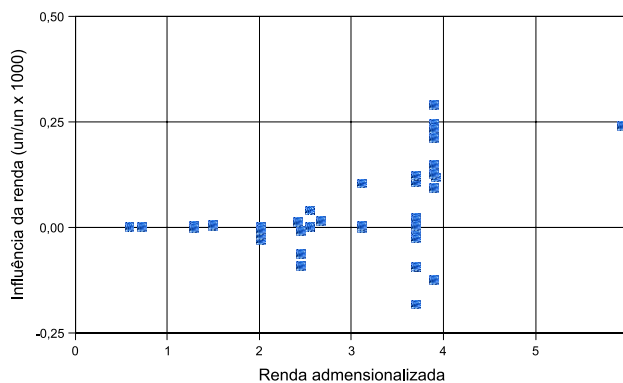
Os valores de densidade de ocorrência de casos de manifestações patológicas em obras que sofreram intervenção foram utilizados para se encontrar uma função empírica através da qual fosse possível estimar, tendo em vista as variáveis de entrada (renda normalizada do bairro, cota e distância ao mar normalizados e posição com relação à brisa marinha), os dados apresentados na figura 5. Após a realização de tentativas com diversos tipos de funções, escolheu-se utilizar a função representada pela equação 1 para reprodução dos dados obtidos em campo. Trata-se de uma função altamente não linear, empírica, cuja validade dos parâmetros se restringe somente à área de Salvador, para o período de tempo em que as obras de recuperação foram pesquisadas. Dessa forma, embora se acredite ser

de grande utilidade a equação 1, a sua utilização carece de cuidados por parte dos projetistas, uma vez que os valores obtidos estão sujeitos a uma faixa de variação que pode influenciar na classificação da agressividade ambiental da área. Outras variáveis, como a mudança no gabarito das edificações à medida que estas se afastam da orla, a velocidade do vento ou mesmo a concentração de cloretos na névoa salina, não foram incorporados à análise por dificuldades na obtenção de dados experimentais e/ou por sua pouca influência nos resultados experimentais obtidos. Vale ressaltar que, por se tratar de um trabalho empírico, essas mesmas variáveis, quando disponíveis, podem apresentar uma maior influência nos resultados experimentais do que o depreendido das análises efetuadas considerando-se os dados obtidos em Salvador-BA (Equação 1).

Onde:

N é o número de ocorrências por mil unidades, x_1 corresponde à variável direção do vento, x_2 corresponde à variável renda adimensionalizada, x_3 corresponde à variável distância ao mar adimensionalizada, x_4 corresponde à variável cota adimensionalizada e $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$ são constantes de ajuste obtidas pelo método dos mínimos quadrados.

Figura 8 – Influência da renda na tomada de decisão de promover o restauro das manifestações patológicas causadas pela agressividade ambiental



$$N = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2^{1/3} + a_3 \cdot x_3^{-1/10} + a_4 \cdot x_4^{1/2} + a_5 \cdot x_2^{1/3} \cdot x_3^{1/10} + a_6 \cdot x_2^{1/3} \cdot x_4^{-1/2} + a_7 \cdot x_3^{1/10} \cdot x_4^{-1/2}$$

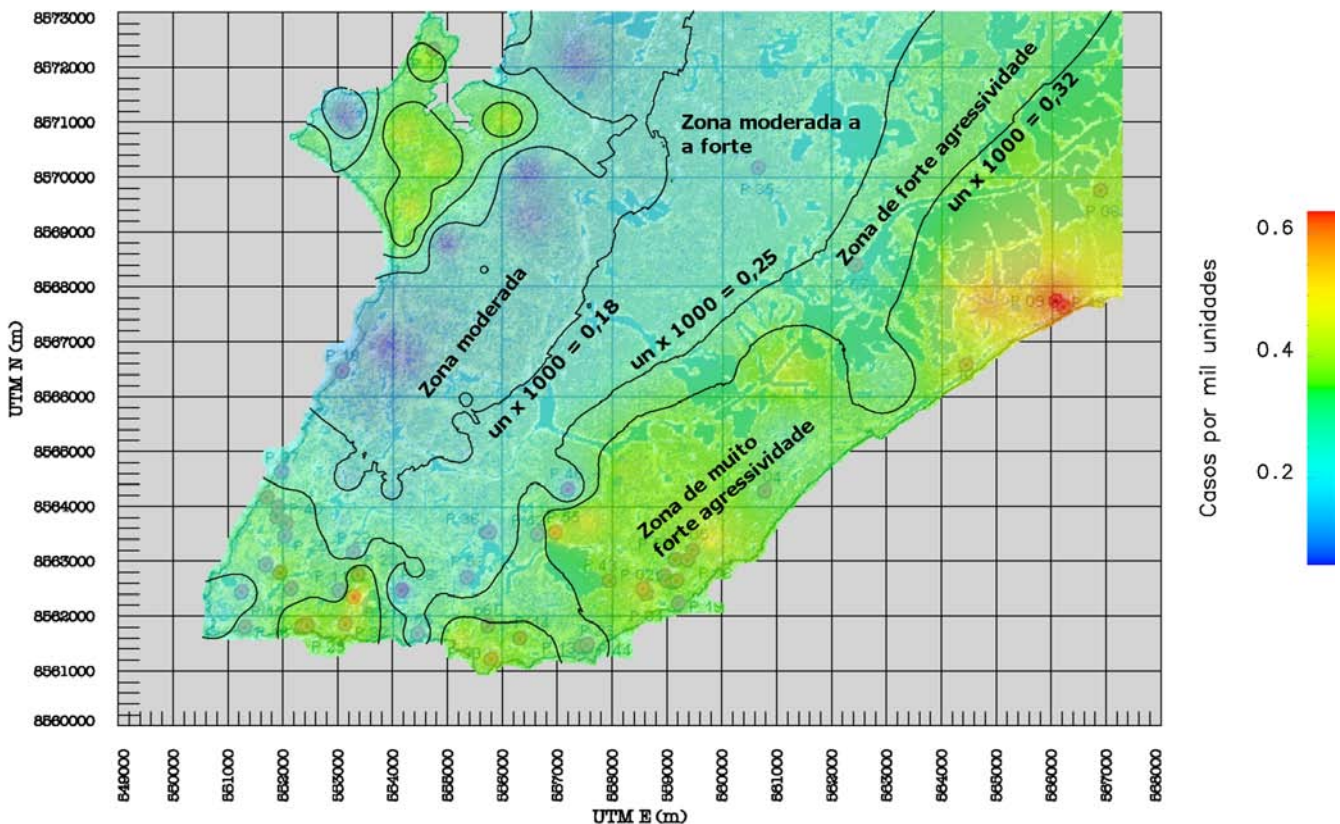
(1)

$$N_r = N_{prev} - [a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_3 \cdot X_3^{-1/10} + a_4 \cdot X_4^{1/2} + a_5 \cdot X_2^{1/3} \cdot X_3^{1/10} + a_7 \cdot X_3^{1/10} \cdot X_4^{-1/2}] \quad (2)$$

A figura 6 apresenta os resultados obtidos com o uso da equação 1 para a previsão da densidade de ocorrência de casos de serviços de reparo em estruturas de concreto armado. No gráfico da figura 6, os pontos denotam os valores previstos pela equação 1, e a reta a 45 graus indica o que seria obtido caso os valores previstos fossem iguais aos experimentais. Neste caso, os parâmetros utilizados no ajuste foram: $a_0 = -7,16 \times 10^{-2}$, $a_1 = 1,21 \times 10^{-1}$, $a_2 = 1,32 \times 10^{-2}$, $a_3 = -1,78 \times 10^{-1}$, $a_4 = 1,40 \times 10^{-1}$, $a_5 = -7,05 \times 10^{-3}$, $a_6 = -1,62 \times 10^{-3}$, $a_7 = 1,35 \times 10^{-1}$. Conforme se pode observar, existem alguns pontos, destacados em vermelho, que se apresentaram destoantes da dispersão média observada, reduzindo o coeficiente de determinação do ajuste ($R^2 = 0,45$). Esses pontos, correspondentes aos bairros de Jaguaribe, Rio Vermelho e Ribeira (destacados com um asterisco nas tabelas 5 e 6), foram então eliminados do ajuste. Em seguida, o procedimento adotado foi repetido e foram obtidos os resultados apresentados na figura 7.

Conforme se pode observar a partir da figura 7, há um ganho substancial na qualidade do ajuste, com o coeficiente de determinação agora assumindo o valor de $R^2 = 0,76$, julgado satisfatório, dadas todas as incertezas embutidas nas análises efetuadas. Neste caso, os parâmetros utilizados no ajuste foram: $a_0 = -8,45 \times 10^{-1}$, $a_1 = 6,21 \times 10^{-2}$, $a_2 = 1,02 \times 10^{-2}$, $a_3 = 1,16 \times 10^{-1}$, $a_4 = 5,96 \times 10^{-1}$, $a_5 = -4,61 \times 10^{-3}$, $a_6 = -1,78 \times 10^{-3}$, $a_7 = 2,63 \times 10^{-1}$. Para que a influência dos fatores referentes à agressividade do meio fosse mais bem avaliada, decidiu-se por analisar a influência do fator socioeconômico, o fator de renda. Isto foi feito retirando-se da equação 1 as parcelas relacionadas ao fator renda e calculando-se a diferença entre os valores experimentais e previstos obtidos, através da equação 2, conforme procedimento adotado por Vilasboas (2004). Nesta equação, N_r corresponde à motivação provocada pelo aumento do poder aquisitivo para a realização das obras de restauro e N_{prev} corresponde ao número de casos expe-

Figura 9 - Classificação das diferentes zonas de agressividade ambiental de Salvador de acordo com os resultados previstos pela equação 1



Nota: Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2007), todas as áreas com respingos de maré devem ser consideradas como de agressividade ambiental muito forte

Tabela 7 - Previsão de número de ocorrência de patologias em diferentes bairros de Salvador

Bairro (centro de gravidade)	Distância ao Mar (-)	Renda (-)	Cota (-)	Dir. vento	UTM (m)		Densidade de patologias X 10 ⁻² (-)
AGUAS CLARAS	40,96	0,36	0,69	0	561370	8575589	0,19
ALTO DA SANTA TEREZINHA	5,82	0,45	0,48	-1	556410	8575554	0,06
AMARALINA	1,66	1,29	0,18	1	557252	8561483	0,24
ARMAÇÃO	5,80	2,68	0,32	1	560385	8564072	0,25
BARBALHO	8,22	1,15	0,5	-1	554214	8566693	0,07
BARRA	1,63	3,12	0,27	0	550860	8562092	0,20
BARRIS	5,75	1,25	0,59	-1	552645	8564496	0,06
BOCA DO RIO	9,72	0,77	0,27	1	561153	8565175	0,26
BONFIM	3,57	1,23	0,3	-1	553161	8571099	0,07
BROTAS	17,04	1,5	0,32	0	555500	8564224	0,20
CABULA	32,11	0,98	0,53	0	557440	8566897	0,18
CAIXA D'AGUA	9,84	0,78	0,63	0	554849	8567500	0,14
CAJAZEIRA	58,11	0,36	0,67	0	562608	8575003	0,20
CALÇADA	1,97	0,63	0,08	-1	554210	8568909	0,35
CAMINHO DAS ARVORES	20,77	5,45	0,25	0	558257	8564623	0,38
CAMPINAS	11,18	0,42	0,53	0	557434	8571844	0,14
CANABRAVA	43,05	0,77	0,53	0	562802	8571340	0,20
CAPELINHA	3,64	0,47	0,09	-1	556041	8571044	0,39
CASTELO BRANCO	42,83	0,57	0,71	0	560366	8573509	0,19
CIDADE NOVA	18,15	0,61	0,48	0	555607	8566806	0,16
COSME DE FARIAS	25,74	0,51	0,5	0	555250	8564995	0,18
COSTA AZUL	4,56	2,49	0,09	1	559776	8563401	0,48
COUTOS	4,18	0,43	0,41	-1	557414	8578991	0,05
DOM AVELAR	26,35	0,56	0,69	0	559737	8573587	0,17
ENGENHO VELHO DA FEDERAÇÃO	10,06	0,54	0,27	1	554388	8562818	0,26
ENGENHO VELHO DE BROTAS	22,05	1,00	0,5	0	553972	8564293	0,17
ENGOMADEIRA	40,73	0,52	0,57	0	558746	8568326	0,19
ESCADA	1,08	0,53	0,09	-1	555973	8575722	0,29
FAZENDA COUTOS	11,88	0,32	0,59	-1	558672	8579872	0,08
FAZENDA GRANDE	13,06	0,48	0,6	-1	556468	8569259	0,09
FEDERAÇÃO	13,30	0,73	0,25	0	553057	8563207	0,22
GARCIA	13,83	1,48	0,36	0	553054	8563715	0,18
GRAÇA	7,23	3,82	0,54	0	551920	8563181	0,32
IAPI	20,12	0,87	0,5	0	556303	8568060	0,17
IMBUI	20,24	2,42	0,17	1	561205	8566448	0,41
ITACARANHA	1,46	0,53	0,11	-1	555775	8575152	0,24
ITAIGARA	17,02	5,94	0,25	0	557544	8563732	0,46
ITAPAGIPE	2,51	0,73	0	-1	554657	8572155	0,37
ITAPUÃ	2,89	1,35	0,17	1	568617	8568603	0,28
ITINGA	43,17	0,52	0,17	1	570886	8574118	0,48
JARDIM NOVA ESPERANÇA	56,72	0,45	0,47	0	562909	8572688	0,22
LAPINHA	2,98	0,78	0,18	-1	554162	8567930	0,14
LIBERDADE	7,95	0,62	0,5	-1	554981	8568795	0,07
LOBATO	0,76	0,41	0,12	-1	556183	8572094	0,16
LUIZ ANSELMO	22,82	1,88	0,5	0	555221	8565565	0,18
MARECHAL RONDON	10,62	0,42	0,49	-1	557343	8572136	0,08
MARES	4,62	0,63	0,08	-1	554340	8569405	0,43
MASSARANDUBA	4,03	0,67	0,08	-1	554214	8570836	0,41
MATA ESCURA	24,80	0,54	0,58	0	558435	8569994	0,17
MATATU	17,81	1,52	0,43	0	554832	8565766	0,17
MONTE SERRAT	0,93	1,23	0,08	-1	552545	8570629	0,29
MUSSURUNGA	31,33	0,63	0,25	1	568368	8571995	0,34

Tabela 7 – Previsão de número de ocorrência de patologias em diferentes bairros de Salvador (continuação)

Bairro (centro de gravidade)	Distância ao Mar (-)	Renda (-)	Cota (-)	Dir. vento	UTM (m)		Densidade de patologias X 10 ³ (-)
NARANDIBA	36,01	1,03	0,42	0	558782	8567613	0,20
NAZARE	10,08	1,52	0,5	0	553890	8565825	0,15
NOGUEIRAS	31,71	0,52	0,82	0	560321	8574838	0,19
NORDESTE	8,25	0,41	0,25	1	556828	8562258	0,26
NOVA BRASILIA	45,52	0,73	0,37	1	563890	8572089	0,29
NOVA SUSSUARANA	43,03	0,59	0,5	0	560861	8570025	0,20
ONDINA	3,93	2,02	0,17	1	553109	8562070	0,31
PARIPE	5,76	0,47	0,08	-1	557829	8580673	0,45
PATAMARES	7,45	2,46	0,08	1	564856	8567728	0,57
PAU DA LIMA	34,35	0,43	0,64	0	560207	8571429	0,18
PAU MIUDO	20,77	0,61	0,51	0	555973	8567036	0,17
PERIPERI	4,27	0,53	0,08	-1	557074	8577672	0,42
PERNAMBUES	30,75	0,62	0,35	0	558270	8566100	0,22
PIATA	2,96	2,46	0,08	1	567305	8568191	0,49
PIRAJA	10,87	0,51	0,59	0	557949	8574024	0,14
PITUAÇU	7,75	2,46	0,25	1	563038	8566380	0,28
PITUBA	7,31	3,7	0,25	1	558756	8562867	0,34
PLATAFORMA	1,78	0,42	0,31	-1	555390	8574037	0,04
PRAIA GRANDE	2,11	0,53	0,21	-1	556880	8576694	0,10
RIBEIRA	1,07	0,78	0	-1	554865	8572437	0,30
RIO VERMELHO	1,20	2,55	0,08	1	555250	8561587	0,42
ROMA	2,96	0,63	0,08	-1	553695	8569874	0,38
SANTA CRUZ	8,70	0,51	0,24	1	556216	8562264	0,27
SANTA MONICA	13,20	0,87	0,33	0	555668	8568319	0,18
SANTO ANTONIO	4,49	1,15	0,41	-1	553890	8566926	0,06
SAO CAETANO	8,97	0,58	0,67	-1	556459	8570082	0,08
SAO CRISTOVAO	35,93	0,50	0,21	1	569745	8572559	0,39
SAO GONÇALO DO RETIRO	28,45	0,53	0,58	0	558020	8568235	0,18
SAO MARCOS	53,81	0,77	0,66	0	560657	8571072	0,20
SAUDE	7,31	1,52	0,5	0	553562	8565837	0,14
SE	3,01	1,63	0,37	-1	553054	8565792	0,05
SETE DE ABRIL	59,17	0,44	0,47	0	561597	8572565	0,22
STIEP	11,67	2,49	0,25	0	560107	8564486	0,23
SUSSUARANA	35,33	0,59	0,59	0	560129	8570435	0,18
TANCREDO NEVES	35,17	0,52	0,49	0	559371	8568802	0,19
TORORO	10,09	1,52	0,46	0	553164	8564516	0,15
URUGUAI	4,04	0,63	0,07	-1	554839	8570292	0,41
VALERIA	42,13	0,42	0,84	0	561659	8577342	0,20
VILA CANARIA	33,58	0,45	0,76	0	560249	8572729	0,19
VILA LAURA	22,53	1,88	0,5	0	555322	8565964	0,18
VILA RUI BARBOSA	8,22	0,67	0,08	-1	553974	8570564	0,48
VITORIA	1,31	3,9	0,49	-1	551372	8563573	0,29

rimentais previstos utilizando-se todos os parâmetros adotados. A figura 8 apresenta os valores de Nr obtidos em função do fator de renda. Conforme se pode observar, a renda média do bairro não apresentou uma influência marcante nos resultados experimentais, apesar de, para valores acima de 2,5, parecer haver uma tendência de aumento no número de casos de reparo de estruturas em decorrência de uma maior renda da população. Mesmo assim, existe um número significativo de casos com “uma influência negativa da renda”, ao contrário do que se pôde observar no trabalho de Vilasboas (2004). Os autores acreditam que a mudança na equação utilizada

no ajuste em relação ao trabalho de Vilasboas (2004), fazendo que a variável renda apareça combinada com outras variáveis, tenha diminuído a sua influência nos resultados experimentais.

Devido ao pequeno ganho observado no ajuste com a correção do fator de renda, neste caso específico, a equação 1 foi conservada em sua forma original, sendo utilizada neste trabalho sem modificações para a previsão do número de ocorrência de casos de reparo em estruturas de concreto armado na cidade do Salvador em razão de danos causados pela agressividade ambiental. Como se trata de um trabalho eminentemente empírico, é importante res-

saltar que modificações e ajustes para efetuar a correção desse fator podem variar de cidade para cidade. Maiores detalhes sobre como proceder para correção da influência da renda nos valores experimentais podem ser obtidos em Vilasboas (2004).

3.2 Estimativa das classes de agressividade ambiental

Para uma melhor utilização da equação 1, foram coletados dados geográficos dos centros de gravidade de diversos bairros da cidade, inclusive de locais não abrangidos pela pesquisa. A tabela 7 apresenta um resumo desses dados. Para cada novo ponto apresentado na tabela 7, utilizou-se a equação 1 para o cálculo do número de manifestações patológicas previstas. Esses valores também são apresentados na tabela 7. Ao se utilizar a equação 1 na etapa de previsão dos resultados, observou-se que locais com valores de cota muito baixos apresentavam uma superestimativa da densidade de casos de manifestações patológicas. Para corrigir este problema, os dados de cota foram truncados para o valor de 10 metros (em outras palavras, quando do uso da equação 1, valores de cota inferiores a 10 metros foram assumidos como iguais a 10 metros). Os resultados apresentados na tabela 7 são mais facilmente analisados quando georreferenciados. A figura 9 apresenta os resultados obtidos a partir da equação 1 para toda a área de Salvador. Nesta figura, foram traçadas linhas de isovalores para densidades previstas de 0,2, 0,3 e 0,4 un por mil domicílios. Conforme se pode observar, há uma boa concordância entre os dados previstos e os obtidos, ressaltando-se aqui dois aspectos: a) para as áreas de Patamares a Itapuã e para as áreas próximas à Ribeira, a agressividade prevista se mostra maior do que o número de casos observados e b) existe uma aparente subestimativa da agressividade ambiental para a área da Barra e imediações.

Com relação aos dois pontos levantados, vale observar que, embora o número de casos de manifestações patológicas identificadas para as áreas de Patamares a Itapuã seja relativamente pequeno, a agressividade ambiental da área é facilmente visível pela rápida degradação dos imóveis lá localizados. Desse modo, acredita-se serem compatíveis com a realidade os valores previstos pela equação 1. Para as áreas Barra, Graça e adjacências, o fator renda deve exercer uma forte influência na contratação de obras de recuperação, razão pela qual uma previsão relativamente menor de densidade pela equação 1 é também bastante plausível.

Em relação às áreas da região da Ribeira, um estudo mais detalhado se faz necessário para o seu correto enquadramento em termos de nível de agressividade ambiental. Conforme se pode observar a partir da figura 9, a área da cidade de Salvador foi dividida em 4 zonas de agressividade ambiental: a) zona de agressividade moderada: corresponde aos locais com uma taxa de ocorrência de patologias por mil unidades de domicílio inferior a 0,18. Compreende, à exceção das áreas próximas à Ribeira, às áreas mais próximas à Baía de Todos os Santos; b) zona de agressividade moderada a forte: corresponde aos locais com uma taxa de ocorrência de manifestações patológicas por mil unidades de domicílio entre 0,18 e 0,25. Abrange principalmente as áreas situadas no eixo divisor litoral norte/Baía de Todos os Santos; c) zona de forte agressividade ambiental: corresponde aos locais com uma taxa de ocorrência de manifestações patológicas por mil unidades de domicílio entre 0,25 e 0,32. Abrange as áreas pré litorâneas e a maior parte da Barra, Ondina e Graça; d) zona de muito forte agressividade ambiental:

corresponde e aos locais com uma taxa de ocorrência de manifestações patológicas por mil unidades superior a 0,32. Abrange a maior parte das áreas litorâneas. Ressalta-se que áreas com respingos de maré devem ser consideradas como de agressividade ambiental muito forte, conforme NBR 6118 (ABNT, 2007).

4. Considerações finais

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para a elaboração de projetos estruturais de edificações localizadas na Região Urbana de Salvador, uma vez que, para a pesquisa, além das informações pertinentes à caracterização dos prédios analisados, foram também utilizados dados de obras de recuperação fornecidos pelas diferentes partes interessadas que compõem o setor de construção civil. Os resultados encontrados permitiram estimar as classes de agressividade ambiental de Salvador. Corroborou com esta assertiva o fato de que a deposição das partículas salinas, à medida que há um distanciamento da costa, é específica de cada região, com flutuações ao longo do tempo. Nesse sentido, acredita-se que o estudo realizado traz uma grande contribuição não só para os que trabalham diretamente com a construção civil, mas também para todos os interessados nesse tema.

O presente artigo visa a colaborar com os engenheiros projetistas especialmente no que se refere à definição da classe agressividade do ambiente em que uma estrutura será construída, propondo, para Salvador, critérios capazes de diferenciar ambientes de agressividade moderada daqueles outros com agressividade forte ou muito forte.

5. Referências

- [01] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM G-140. Standard test method for determining atmospheric chloride deposition rate by wet candle method. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia. 1996.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2003. 221 p.
- [03] COSTA, Eduardo Antonio Lima. Determinação do potencial de agressão dos sais marinhos sobre as argamassas de revestimento na região metropolitana de Salvador. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- [04] FELIÚ, S.; MORCILLO, M.; CHICO, B. Effect of distance from sea on atmospheric corrosion rate. Corrosion, Marid, v. 55, n.9, 1999, p.883-891.
- [05] MEIRA, Gibson Rocha; PADARATZ, I.J. Efeito do distanciamento em relação ao mar na agressividade por cloretos. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44, 2002, Foz do Iguaçu. Trabalho apresentado.
- [06] METHA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. Concreto, estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini, 1994. 572 p.
- [07] MORCILLO, M. Corrosión y proteccción de metales em lãs atmosferas de iberoamerica. Madrid: Cyted, 1998. 52 p.

- [08] NUNES, L.P, DUTRA, A.C. Proteção catódica: técnica de combate à corrosão. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 262 p.
- [09] SILVA, Paulo Fernando A. Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana. São Paulo: Pini, 1995. 152 p.
- [10] VILASBOAS, J. M. Durabilidade das edificações de concreto armado em Salvador: uma contribuição para implantação da NBR 6118:2003. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.