

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	29
1.1 Objetivo .....	29
1.2 Justificativa .....	29
1.3 Estrutura do trabalho .....	33
<b>2 AS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E O MEIO AMBIENTE</b> .....	35
2.1 Principais manifestações patológicas no concreto armado .....	35
2.2 Fissuração no concreto armado .....	48
2.2.1 Preliminar .....	48
2.2.2 Reconhecimento das fissuras .....	52
2.3 Segregação do concreto .....	69
2.4 Corrosão de armaduras .....	73
2.5 Conceituação básica da corrosão de armaduras .....	75
2.6 Manchas escuras de fuligem e a formação do gel da proliferação de micro-organismos no concreto exposto .....	79
2.7 Aspectos geométricos da estrutura de concreto armado .....	81
2.8 Critérios para a inspeção de estruturas de concreto armado .....	89
2.8.1 Proposta do Doutor Norberto B. Lichtenstein .....	89
2.8.2 Proposta da Doutora Maria Del Carmen Andrade Perdrix .....	91
2.8.3 Proposta de Doutor Osvaldo Cascudo .....	96
2.8.4 Proposta de Phd Engº Wellington Longuini Repette .....	96
2.8.5 Proposta do Boletim Técnico 1/2013 – Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil (Bernardo Tutikian & Marcelo Pacheco) – Alconpat Brasil .....	97
2.8.6 Proposta da ABNT NBR 5.674:2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção .....	100

<b>3 ENSAIOS TECNOLÓGICOS</b> .....	101
<b>3.1 Ensaios para a obtenção da resistência estimada à compressão do concreto</b> .....	103
<b>3.1.1 Classificação dos ensaios destrutivos e não destrutivos</b> .....	103
<b>3.1.2 Ensaios não destrutivos</b> .....	104
<b>3.1.2.1 Ensaio esclerométrico</b> .....	104
<b>3.1.2.2 Ensaio de velocidade de pulso ultrassônico</b> .....	108
<b>3.1.2.3 Ensaios de arrancamento</b> .....	112
<b>3.1.3 Ensaios destrutivos para determinação da resistência do concreto</b> .....	113
<b>3.1.3.1 A escolha e a influência do diâmetro dos testemunhos</b> ..	115
<b>3.1.3.2 Efeitos da relação altura/diâmetro (h/d)</b> .....	118
<b>3.1.3.3 Efeito do broqueamento no testemunho</b> .....	119
<b>3.1.3.4 Efeito da direção em relação ao lançamento do concreto</b> .....	119
<b>3.1.3.5 Efeito da umidade do testemunho</b> .....	121
<b>3.1.3.6 Efeito do coeficiente de deficiências de cura do concreto na obra</b> .....	122
<b>3.1.3.7 Coeficiente devido a deficiências de adensamento na obra</b> .....	123
<b>3.1.3.8 Obtenção da resistência à compressão da estrutura para fins de segurança estrutural conforme a NBR 7.680 (ABNT, 2015)</b> .....	124
<b>3.2 Ensaios químicos para o auxílio da determinação da origem da corrosão de armaduras por ataque químico</b> .....	125
<b>3.2.1 Determinação do Teor de Cloretos (Cl) na massa de concreto</b> ....	125
<b>3.2.2 Determinação da frente de carbonatação na massa de concreto</b> .....	129
<b>3.2.3 Determinação da resistividade elétrica do concreto</b> .....	131
<b>3.2.4 Determinação da medida dos potenciais de corrosão</b> .....	133
<b>4 CORRELAÇÃO ENTRE OS ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS PARA A OBTENÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO POTENCIAL ESTIMADA (<math>f_{ck,pot,est}</math>)</b> .....	137
<b>4.1 Curva de correlação entre resistência mecânica e índice esclerométrico</b> .....	138
<b>4.2 Critério sugerido para a formação de lotes para a obtenção da curva de correlação entre resistência mecânica e índice esclerométrico</b> .....	141
<b>4.2.1 Adoção de uma quantidade mínima de corpos de prova</b> .....	141

4.2.2	Definição dos parâmetros para a obtenção da resistência à compressão da estrutura e sua aceitação.....	147
4.2.2.1	Aceitação da estrutura e obtenção do $f_{ck,pot,est}$ pela distribuição normal denominada como Gauss .....	147
4.2.2.2	Determinação da resistência característica pela NBR 12.655 (ABNT, 2015).....	151
4.2.2.3	Considerações quanto aos aspectos de segurança na estrutura.....	154
<b>5 PROPOSTA PARA A INSPEÇÃO PRELIMINAR, INSPEÇÃO DETALHADA COM ENSAIOS, ANÁLISES E PARECER TÉCNICO SOBRE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EXISTENTES .....</b>		
		157
5.1	Serviços preliminares no escritório antes do início das inspeções de campo .....	158
5.2	Diretrizes para a inspeção e coleta de dados em campo .....	163
5.3	Apresentação das medições das deformações/flechas de lajes e vigas.....	170
5.4	Determinação da correlação entre os ensaios não destrutivos e destrutivos para a obtenção da resistência à compressão potencial estimada do concreto ( $f_{ck,pot,est}$ ).....	172
5.5	Elaboração do Parecer Técnico.....	174
<b>6 ESTUDOS DE CASOS .....</b>		
		177
6.1	Estudo de caso 01: Obra Pompéia (2004) .....	178
6.1.1	Inspeção e análise com vistas à durabilidade .....	178
6.1.1.1	Relação dos fenômenos patológicos detectados nas inspeções de campo .....	178
6.1.1.2	Relação aos ensaios tecnológicos.....	185
6.1.1.3	Análises com vistas à resistência mecânica à compressão potencial estimada ( $f_{ck,pot,est}$ ) do concreto estrutural .....	185
6.2	Estudo de caso 02: Obra Jardim Paulista.....	189
6.2.1	Inspeção e análise com vistas à durabilidade .....	189
6.2.1.1	Relação dos fenômenos patológicos detectados nas inspeções de campo .....	189
6.2.1.2	Com relação aos ensaios tecnológicos .....	196
6.2.1.3	Análises com vistas à resistência mecânica à compressão potencial estimada ( $f_{ck,pot,est}$ ) do concreto estrutural .....	196
6.3	Estudo de caso 03: Obra Vila Gumerindo.....	199
6.3.1	Inspeção e análise com vistas à durabilidade .....	199

6.3.1.1	Relação dos fenômenos patológicos detectados nas inspeções de campo .....	199
6.3.2	Análise dos ensaios da determinação do teor de íons cloretos na massa de concreto .....	209
6.3.3	Análises com vistas à resistência mecânica à compressão estimada potencial ( $f_{ck,pot}$ ) do concreto estrutural .....	211
6.4	Estudo de caso 04: Obra Jardim Anália Franco.....	217
6.4.1	Inspeção e análise com vistas à durabilidade .....	217
6.4.1.1	Relação dos fenômenos patológicos detectados nas inspeções de campo .....	218
6.4.2	Análises com vistas à resistência mecânica à compressão potencial estimada ( $f_{ck,pot,est}$ ) do concreto estrutural .....	227
6.5	Resumo dos fenômenos patológicos detectados nos quatro estudos de casos .....	230
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>		<b>237</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>		<b>243</b>