UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

JULIANA DE CARVALHO

Contribuição à conservação do patrimônio cultural da Arquitetura Moderna:

Proposta de metodologia de análise de risco das estruturas de concreto armado.

São Paulo

2019

JULIANA DE CARVALHO

Contribuição à conservação do patrimônio cultural da Arquitetura Moderna:

Proposta de metodologia de análise de risco das estruturas de concreto armado

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Tecnologia da Construção da Faculdade Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof. Dra. Claudia Terezinha de Andrade Oliveira

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

E-mail da autora: julianadecarval@gmail.com

Exemplar revisado e alterado em relação a versão original, sob responsabilidade da autora e anuência do orientador, a versão original em formato digital ficará arquivada na biblioteca da Faculdade.

São Paulo, 27 de Setembro de 2019.

Catalogação na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Carvalho, Juliana de
Contribuição à conservação do patrimônio cultural da
Arquitetura Moderna: Proposta de metodologia de análise de
risco das estruturas de concreto armado. / Juliana de
Carvalho; orientador Claudia Terezinha de Andrade Oliveira.
- São Paulo, 2019.
209f.

Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo. Área de concentração:
Tecnologia da Arquitetura.

1. Patrimônio Cultural Arquitetônico Modernista. 2. Análise
de Riscos Para Patrimônios Arquitetônicos. 3. Teatro Cultural
Artística. 4. Análise de Risco do Concreto Armado. I.
Terezinha de Andrade Oliveira, Claudia, orient. II. Título.

CARVALHO, Juliana, Contribuição à conservação do patrimônio cultural da Arquitetura Moderna: Proposta de metodologia de análise de risco das estruturas de concreto armado. 2019. 214 f. Tese de doutoramento - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Parecer e data:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Dedico este trabalho a Evaristo e Ivone (meus pais), Luciano (meu esposo e grande companheiro) e meus filhos amados Vitor e Breno, com admiração e gratidão por seu apoio e compreensão ao longo do período de elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha orientadora Prof. Dra. Claudia Terezinha Andrade Oliveira, que soube respeitar e compreender a minha vida bastante atribulada e incomum para uma aluna de doutorado, tendo confiança em mim (e teve momentos que até eu mesmo duvidei!), com sua calma e sabedoria soube extrair o meu melhor, demonstrando e me ensinando o que verdadeiros mestres realizam.

Agradeço a Sociedade Cultura Artística por existir, promover e divulgar obras de artes plásticas e performáticas em nosso país desde 1912, e permitir a utilização dos remanescentes do teatro Cultura Artística para aplicação da metodologia, em especial a Sandra.

Agradeço a Construtora HTB, em especial ao Engenheiro Leandro Gregório e a Arquiteta Paula Oliveira por todo o apoio.

Agradeço a MFA3, especialmente ao Eng. Fabio Gianinni, pelas conversas, auxílio e permissão de uso de dados para aplicação da metodologia.

Agradeço ao Prof. Dr. Flavio Maranhão por sempre me ajudar e me inspirar como um grande mestre.

Agradeço a Rubens Marques por ajudar na formatação deste trabalho.

Agradeço imensamente a toda minha família, pela paciência e incentivo ao longo de todo este trabalho, em especial aos meus filhos, Vitor e Breno, amores da minha vida, por existirem e me mostrarem que o mundo é muito mais colorido, divertido, e que sempre podemos ir além e ao infinito!

Ao meu marido Arquiteto Luciano Nunes, que sempre me apoiou e incentivou em todas as minhas “loucuras”, agradeço por todas as nossas conversas que me propiciaram grandes reflexões importantes para todo o trabalho.

Por fim, agradeço aos meus irmãos, cunhadas (o), sobrinhos (as) e principalmente aos meus pais, por sempre estarem presentes com todo o seu amor na formação do que hoje sou.

“A restauração deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isso seja possível sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem cancelar nenhum traço da passagem da obra de arte no tempo”

Cesare Brandi

RESUMO

O presente trabalho é uma contribuição as intenções conservacionistas dos patrimônios Culturais Arquitetônicos Modernos, posto a importância latente deste estilo à arquitetura Brasileira, as quais possuem entre uma de suas características o uso do concreto armado. O objetivo da tese é apresentar uma metodologia para análise de risco das estruturas de concreto armado para patrimônios culturais modernistas, com vistas a metas conservacionistas e considerando critérios técnicos, culturais, sociais e estéticos da obra, em confronto a agentes de deterioração e avaliações das frequências e abrangências de suas consequências. Mediante os resultados desta análise de risco, será possível a priorização das tomadas de ações de forma a diminuir os possíveis impactos na obra estudada e suas reincidências. A metodologia proposta foi aplicada ao caso dos remanescentes do Teatro Cultura Artística na Cidade de São Paulo (Brasil) e os resultados foram considerados satisfatórios e possíveis de contribuir para planejamento e utilização de medidas de mitigação tecnicamente e economicamente viáveis, de forma que as intervenções tenham consequências minimizadas quanto aos valores culturais, sociais e estéticos do Patrimônio Arquitetônico Moderno. Dentre os critérios técnicos da análise de risco e possíveis ações para diminuição dos mesmos, torna-se importante a consideração sobre a análise da estabilidade e segurança do concreto armado nestes patrimônios, de forma a possibilitar o aumento da vida útil dos mesmos, com contribuição de possíveis ações de manutenções preventivas planejadas. Conclui-se que a utilização da metodologia proposta da análise de risco no concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico proveu informações técnicas importantes para a priorização e planejamento de atividades de organizações conservacionistas, bem como poderia auxiliar no controle do planejamento orçamentário e efetividade das ações das mesmas.

Palavras-chave: Patrimônio Cultural Arquitetônico Moderno. Análise de Riscos para Patrimônios Arquitetônicos. Conservação de patrimônio arquitetônico. Teatro Cultura Artística.

ABSTRACT

The present work is a contribution to the conservationist intentions of the Modern Architectural Cultural Heritage, given the latent importance of this style to the Brazilian architecture, which have one of its characteristics the use of reinforced concrete. The aim of this thesis is to present a methodology for the risk analysis in reinforced concrete for modernist cultural heritage, with a view to conservationist goals and considering technical, cultural, social and aesthetic criteria of the work, as opposed to agents of deterioration and evaluations of frequencies and coverage of its consequences. Through the results of this risk analysis, it will be possible to prioritize the actions taken in order to reduce the possible impacts on the work studied and their recidivism. The proposed methodology was applied to the case of the remnants of the Cultural Arts Theater in the City of São Paulo (Brazil) and the results were considered satisfactory and possible to contribute to the planning and use of technically and economically feasible mitigation measures, so that interventions consequences minimized as to the cultural, social and aesthetic values of the Modern Architectural Heritage. Among the technical criteria of the risk analysis and possible actions to reduce them, it is important to consider the analysis of the stability and safety of the reinforced concrete in these assets, in order to increase the useful life of the same, with contribution of possible preventive maintenance actions planned. It is concluded that the use of the proposed methodology of risk analysis in the armed concrete of the architectural heritage provided important technical information for the prioritization and planning of activities of conservation organizations, as well as could help in the control of the budget planning and effectiveness of the actions of the same.

Keywords: Modern Architectural Cultural Heritage. Analysis of Risks for Architectural Heritage. Conservation of architectural heritage. Teatro Cultura Artística.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de gestão de risco (ABNT NBR 31000:2009)	35
Figura 2 – Camadas que podem envolver um item de coleção (CCI, 2016).....	43
Figura 3 – Dez agentes de deterioração (CCI, 2016)	44
Figura 4 – Macrofluxo da Metodologia proposta.	65
Figura 5 – Ciclo de PDCA (TCE PR, 2019).....	74
Figura 6 – Recorte do Jornal Estado de São Paulo do dia 04/12/1926 do Cimento Portland Importado Cavallo Preto (Arquivo ABCP, 2018).....	78
Figura 7 – Recorte do Jornal Estado de São Paulo do dia 25/07/1926 sobre o funcionamento da fábrica de Perus (Arquivo ABCP, 2018)	79
Figura 8 – Localização do Teatro Cultura Artística na Rua Nestor Pestana (Google Earth 18/02/2019)	114
Figura 9 –Planta do piso superior do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (Arquivo Arq, 2019).	115
Figura 10 – Planta do piso intermediário do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (Arquivo Arq, 2019).	115
Figura 11 – Planta da sala principal de espetáculos do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (ANELLI, 2019).....	116
Figura 12 –Projeto original corte do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (Arquivo Arq, 2019).	116
Figura 13 – Entrada do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).	117
Figura 14 – Hall de entrada do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).....	118
Figura 15 – Piso superior do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).	118
Figura 16 – Vista da rua do Teatro Cultura Artística, rua Nestor Pestana na década de 1970 (Arquivo Arq, 2019).....	119

Figura 17 – Painel de Di Cavalcante chamado Alegoria das Artes na fachada do Teatro Cultura Artística no início dos anos 2000 (IPHAN, 2019).	120
Figura 18 – Teatro Cultura Artística durante o incêndio (ANELLI, 2008).	120
Figura 19 – Remanescentes do Teatro Cultura Artística com indicação da área demolida para a construção do novo teatro (Arquivo Arq, 2019).	121
Figura 20 – Planta do pavimento térreo dos remanescentes do teatro cultura artística (Cedido pela Sociedade Cultura Artística)	122
Figura 21 – Planta do pavimento superior dos remanescentes do teatro cultura artística (Cedido pela Sociedade Cultura Artística)	122
Figura 22 – Maquete eletrônica do Novo Teatro Cultura Artística com o mural criado por Di Cavalcanti já foi restaurado (SAMPAIO, 2017).	124
Figura 23 – Área de influência da análise de risco do Teatro Cultura Artística (Google Earth – Extraído do site em 20/03/2019)	126
Figura 24 – Vista da rua Nestor Pestana (Autora, 2019)	127
Figura 25 – Vista da rua Nestor Pestana (Autora, 2019)	127
Figura 26 – Vista do final da rua Nestor Pestana para a Praça Roosevelt (Autora, 2019)..	128
Figura 27 – Vista do final da rua Nestor Pestana para a Praça Roosevelt (Autora, 2019)..	128
Figura 28 – Fachada da obra com o painel de Di Cavalcanti restaurado e protegido em Março de 2019 (autora, 2019)	130
Figura 29 – Fachada Lateral Direita do Remanescente em Agosto de 2018 (MFA3, 2018)	130
Figura 30 – Fachada Lateral Direita do Remanescente em Março de 2019 (autora, 2019)	131
Figura 31 – Fachada lateral e posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Março de 2019 (autora, 2019)	131
Figura 32 – Fachada posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Agosto de 2018 (MFA3, 2018)	132
Figura 33 – Fachada posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Março de 2019 (autora, 2019)	132

Figura 34 – Pavimento Superior - Fissura transversal no forro em gesso (MFA3, 2018)....	133
Figura 35 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior em Agosto de 2018 (MFA3, 2018).....	134
Figura 36 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura longitudinal possivelmente proveniente de movimentação (Autora, 2019)	134
Figura 37 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura diagonal na Alvenaria de vedação (Autora, 2019).....	135
Figura 38 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura diagonal na Alvenaria de vedação (Autora, 2019).....	135
Figura 39 – Pavimento Superior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019).....	136
Figura 40 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019).....	137
Figura 41 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019).....	137
Figura 42 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019).....	138
Figura 43 – Pavimento Superior – Pontos de concreto destacado / disgregado, com armaduras expostas e oxidadas, em trecho de borda da laje (MFA3, 2018)	139
Figura 44 – Pavimento Superior – Vista aproximada da foto anterior - exposição das armaduras por choque mecânico (MFA3, 2018)	139
Figura 45 – Pavimento Superior – Pontos com exposição de armaduras na face inferior da laje (arquibancada), decorrente de segregação e pequena espessura de cobrimento das armaduras (MFA3, 2018).....	140
Figura 46 – Pavimento Superior – Concreto destacado / disgregado com armadura exposta e corroída, na face inferior da laje (MFA3, 2018).	140
Figura 47 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior. Observa-se anomalia em grau avançado de deterioração e ponto de infiltração (MFA3, 2018).	141

Figura 48 – Pavimento Térreo - Concreto segregado e armaduras expostas e oxidadas na face inferior de viga (MFA3, 2018).....	142
Figura 49 – Pavimento Térreo - Manchas de umidade e degradação do revestimento na face inferior da laje da marquise (MFA3, 2018).	142
Figura 50 – Pavimento Térreo – Vista da face superior da laje da marquise (autora, 2019).	143
Figura 51 – Pavimento Superior – Manchas de umidade na laje da arquibancada (Autora, 2019)	143
Figura 52 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior (Autora, 2019)	144
Figura 53 – Ensaio de esclerometria realizado em viga do pavimento superior (autora, 2019)	145
Figura 54 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-01 (MFA3, 2018)	148
Figura 55 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-02 (MFA3, 2018).	148
Figura 56 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-03 (MFA3, 2018).	149
Figura 57 – Pavimento Superior – Extração de testemunho de Pilar - CP-05 (MFA3, 2018).	149
Figura 58 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho na laje da arquibancada - CP-07 (MFA3, 2018).....	150
Figura 59 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho na laje da arquibancada - CP-08 (MFA3, 2018).....	150
Figura 60 – Foto de um dos CPs extraídos (MFA3, 2018).....	151
Figura 61 – Ensaio de carbonatação 01 – Detalhe do concreto após a aspersão do indicador químico. O incolor e o rosa claro indicam a carbonatação da camada de concreto de cobrimento (MFA3, 2018).	154

Figura 62 – Ensaio de carbonatação 02 – Detalhe do concreto após da aspersão do indicador químico. O incolor e o rosa claro indicam a carbonatação da camada de concreto de cobrimento (MFA3, 2018).	154
Figura 63 – Ensaio de Carbonatação 03 – Após a aspersão do indicador químico, a região roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018).....	155
Figura 64 – Ensaio de Carbonatação 04 –. Detalhe do concreto após a aspersão do indicador químico, a cor roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018).....	155
Figura 65 – Ensaio de carbonatação 05 – Detalhe do concreto após da aspersão do indicador químico, a cor roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018).....	156
Figura 66 – Croqui do pavimento térreo com setorização para a análise de risco.....	157
Figura 67 – Croqui do pavimento superior com setorização para a análise de risco.	157
Figura 68 – Recuperação estrutural ocorrendo no piso superior (autora, 2019).....	176

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo de uma tabela de valor (CCI, 2016)	41
Tabela 2 – Três tipos de ocorrências para riscos (CCI, 2016).....	44
Tabela 3 – Modelo de tabela com 10 agentes e 3 tipos de ocorrências (CCI, 2016).	45
Tabela 4 – Três fontes de conhecimento para avaliação de risco (CCI, 2016).....	46
Tabela 5 – Escala A – Frequência (CCI, 2016)	50
Tabela 6 – Escala B – Perda de valor	51
Tabela 7 – Escala C – Perda de valor total	51
Tabela 8 – Magnitude do Risco X incertezas (CCI, 2016)	56
Tabela 9 – Magnitude dos riscos versus escala de implicações	58
Tabela 10 – Exemplo de análise de valor para limitação de estudo (UNESCO, 2017).....	76
Tabela 11 – Características do cimento Portland em 1937 (BATTAGIN, 2002)	81
Tabela 12 – Atribuição de valor considerado características das peças estruturais	85
Tabela 13 – Comparativo inicial dos elementos estruturais X possíveis agentes de deterioração X Perigos	90
Tabela 14 – Comparativo inicial dos elementos estruturais X possíveis agentes de deterioração X Perigos X Tipos de perigo	91
Tabela 15 – Classes de agressividade ambiental (CAA).....	97
Tabela 16 – Pontuação considerada em relação à frequência.....	99
Tabela 17 – Perda fracionaria de valor considerando o item analisado	100
Tabela 18 – Perda de valor considerando todo o patrimônio histórico	101
Tabela 19 – Comparativo entre MR e nível de incerteza (CCI, 2016)	102
Tabela 20 – Classificação de risco com base na magnitude do risco da estrutura de concreto armado do patrimônio histórico arquitetônico.....	105

Tabela 21 – Resumo das informações sobre os remanescentes do Teatro Cultura Artística	129
Tabela 22 – Resultado dos ensaios de esclerometria dos pilares do piso térreo (MFA3, 2018).	146
Tabela 23 – Resultado dos ensaios de esclerometria dos pilares do piso superior (MFA3, 2018)	147
Tabela 24 – Ensaios realizados no laboratório 1 (MFA3, 2018)	151
Tabela 25 – Ensaios realizados pelo Laboratório 2 (MFA3, 2018)	152
Tabela 26 – Resultados de ensaios de carbonatação (MFA3, 2018)	153
Tabela 27 – Setorização das peças estruturais com resumo das suas características	158
Tabela 28 – Comparativo entre agentes, perigos, probabilidade e efeitos	159
Tabela 29 – Pontuação considerada em relação a frequência (CCI, 2016).	160
Tabela 30 – Perigos com frequência de 5,0 pontos	161
Tabela 31 – Perigos com frequência de 4,5 pontos	161
Tabela 32 – Perigos com frequência de 4,5 pontos	162
Tabela 33 – Perigos com frequência de 3,5 pontos	162
Tabela 34 – Perda Fracionaria de valor considerando o item analisado (CCI, 2016)	163
Tabela 35 – Perigos com perda de valor fracionaria de 5,0 pontos	164
Tabela 36 – Perigos com perda de valor fracionaria de 4,0 pontos	164
Tabela 37 – Perigos com perda de valor fracionaria de 3,5 pontos	165
Tabela 38 – Perigos com perda de valor fracionaria de 3,0 pontos	166
Tabela 39 – Perda de valor considerando todo o patrimônio histórico (CCI, 2016).	167
Tabela 40 – Perigos com perda de valor de 5,0 pontos	167
Tabela 41 – Perigos com perda de valor de 4,0 pontos	168

Tabela 42 – Perigos com perda de valor de 3,5 pontos	168
Tabela 43 – Perigos com perda de valor de 3,0 pontos	169
Tabela 44 – Perigos com perda de valor de 2,5 pontos	169
Tabela 45 – Perigos com perda de valor de 2,0 pontos	170
Tabela 46 – Riscos considerados com Magnitude de Riscos considerados críticos	171
Tabela 47 – Riscos considerados com Magnitude de Riscos considerados médios	172
Tabela 48 – Classificação de risco com base na Magnitude do risco da estrutura de concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico.	174
Tabela 49 – Riscos considerados com prioridade catastrófica.....	175
Tabela 50 – Riscos considerados com prioridade extrema	175
Tabela 51 – Riscos considerados com alta prioridade	177
Tabela 52 – Riscos considerados com media prioridade	177

SUMÁRIO

1 PARTE - PRINCÍPIO	24
1.1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	24
1.2 HIPÓTESE	27
1.3 OBJETIVO E OBJETO	27
1.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA	28
1.5 ESTRUTURAS DOS CAPÍTULOS	29
2 ANÁLISE DE RISCOS EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO	32
2.1. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO EM PATRIMÔNIO CULTURAL ARQUITETÔNICO	34
2.2. PROCESSOS DE GESTÃO DE RISCO EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO	35
2.2.1 <i>Estabelecimento de contexto</i>	36
2.2.1.1 <i>Consultar os decisores. Definir o escopo, metas e critérios</i>	37
2.2.1.2 <i>Coletar e compreender as informações relevantes</i>	38
2.2.1.3 <i>Atribuição de valores</i>	40
2.2.2 <i>Identificação dos Riscos</i>	42
2.2.2.1 <i>Construir ferramentas e estratégias apropriadas</i>	42
2.2.2.2 <i>Pesquisa sobre o patrimônio e registro fotográfico</i>	47
2.2.2.3 <i>Identificar riscos específicos, nomear e descrever o cenário.</i>	47
2.2.3 <i>Análise de riscos</i>	48
2.2.3.1 <i>Quantificação de cada risco específico</i>	48
2.2.3.2 <i>Dividir ou combinar riscos específicos</i>	52
2.2.3.3 <i>Revisar e refinar as análises (CCI, 2016)</i>	53
2.2.4 <i>Avaliação dos riscos</i>	54

2.2.4.1	<i>Comparação entre os riscos, os critérios e expectativas</i>	55
2.2.4.2	<i>Avaliação da sensibilidade da priorização para as adequações das atribuições de valores (CCI, 2016)</i>	55
2.2.4.3	<i>Avaliação da incerteza, restrições, oportunidades (CCI, 2016)</i>	56
2.2.5	<i>Tratamento dos riscos</i>	58
2.2.5.1	<i>Identificar as opções de tratamento de risco</i>	58
2.2.5.2	<i>Quantificar opções de redução de risco</i>	60
2.2.5.3	<i>Avaliação das opções de redução de riscos</i>	61
2.2.5.4	<i>Planejamento e implementação das ações selecionadas</i>	62
2.2.6	<i>Comunicação e monitoramento</i>	62

3 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ANÁLISE DE RISCO EM PATRIMÔNIO CULTURAL ARQUITETÔNICO MODERNISTA COM VISTAS À ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

3.1	PLANEJAMENTO DO PROCESSO	66
3.1.1.	<i>Gerenciamento da integração</i>	67
3.1.2.	<i>Gerenciamento de escopo</i>	68
3.1.3.	<i>Gerenciamento de custos</i>	68
3.1.4.	<i>Gerenciamento de qualidade</i>	69
3.1.5.	<i>Gerenciamento das aquisições</i>	69
3.1.6.	<i>Gerenciamento dos recursos</i>	69
3.1.7.	<i>Gerenciamento das comunicações</i>	70
3.1.8.	<i>Gerenciamento de riscos</i>	71
3.1.9.	<i>Gerenciamento do cronograma (tempo)</i>	71
3.1.10.	<i>Gerenciamento das partes interessadas</i>	72

3.1.11.	<i>Ciclo PDCA</i>	73
3.2	PROCESSOS DE GESTÃO DE RISCO PARA PATRIMÔNIO CULTURAL	74
3.2.1.	<i>Estabelecimento do contexto</i>	75
3.2.1.1	<i>Evolução do Concreto e Cimento Portland no período (1922 a 1960)</i>	77
3.2.1.2	<i>Relação entre as obras de Arquitetura Modernista e a evolução das normas de concreto no Brasil (1922 a 1960)</i>	82
3.2.1.3	<i>Atribuição de Valor</i>	84
3.2.1.4	<i>Revisão do Planejamento</i>	85
3.2.2	IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS	86
3.2.2.1	<i>Características da Vida útil do Concreto armado</i>	91
3.2.2.2	<i>Mecanismos de envelhecimento e deterioração</i>	92
3.2.2.3	<i>Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto (ABNT NBR 6118:2014)</i>	93
3.2.2.3.1	Lixiviação	93
3.2.2.3.2	Expansão por sulfato	93
3.2.2.3.3	Reação álcali-agregado	94
3.2.2.4	<i>Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura</i>	94
3.2.2.4.1	Despassivação por carbonatação	95
3.2.2.4.2	Despassivação por ação de cloretos	95
3.2.2.5	<i>Mecanismos de deterioração da estrutura</i>	95
3.2.2.5.1	Agressividade do ambiente	96
3.2.2.5.2	Ação do fogo	97
3.2.3	ANÁLISE DE RISCOS	98

3.2.4	AVALIAÇÃO DE RISCOS	102
3.2.4.1	<i>Priorização para tomada de ações</i>	103
3.2.4.1.1	Estados-limites	103
3.2.4.2	<i>Priorização para tomada de ações X magnitude do risco</i>	104
3.2.4.3	<i>Tratamento dos riscos</i>	106
3.2.4.4	<i>Cálculo do risco residual</i>	107
3.2.5	MONITORAMENTO E ANÁLISE PARA MELHORIA CONTÍNUA	108
4	CASO: TEATRO CULTURA ARTISTICA	111
4.1.	PLANEJAMENTO DO PROCESSO	111
4.2.	PROCESSOS DE GESTÃO DE RISCO PARA PATRIMÔNIO HISTÓRICO	113
4.2.1.	ESTABELECIMENTO DO CONTEXTO	113
4.2.2.	OBJETIVOS E LIMITES DA ANÁLISE DE RISCOS	125
4.2.3.	CARACTERÍSTICAS DOS REMANESCENTES DO TEATRO CULTURA ARTÍSTICA	129
4.2.3.1	<i>Anomalias verificadas nos pavimentos térreos e superior</i>	133
4.2.3.1.1	<i>Ensaaios realizados no concreto</i>	144
4.2.3.1.2.1	Avaliação da dureza superficial do concreto - Esclerometria	144
4.2.3.1.2.2	Determinação da resistência a compressão	147
4.2.3.1.2.2	Ensaaios de Verificação Profundidade de Carbonatação do Concreto	152
4.2.4.	IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS	156
4.2.5.	ANÁLISE DE RISCOS	160
4.2.5.1	<i>A - Frequência</i>	160
4.2.5.2	<i>B - Perda fracionaria de valor (efeito do perigo no elemento estrutural)</i>	163
4.2.5.3	<i>C – Perda de valor (efeito do perigo em todo o sistema estrutural)</i>	166

4.2.5.4	<i>Magnitude do risco</i>	170
4.2.6.	AVALIAÇÃO DE RISCOS	173
4.2.6.1	<i>Priorização para tomada de ações X Magnitudes do risco</i>	173
4.2.6.2	<i>Tratamento dos riscos e calculo residual</i>	178
4.2.7.	MONITORAMENTO E ANÁLISE PARA MELHORIA CONTÍNUA	178
5	CONCLUSÕES	180
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	184
	ANEXO I – PAVIMENTO TÉRREO E SUPERIOR DOS REMANESCENTES	196
	PLANTAS COM LOCALIZAÇÕES DAS ANOMALIAS	196
	ANEXO II – PAVIMENTOS TÉRREO E SUPERIOR DOS REMANESCENTES	199
	PLANTAS COM OS LOCAIS DE EXTRAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS E REALIZAÇÃO DE ENSAIOS	199
	ANEXO III – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO ESCLEROMETRO	202
	ANEXO IV – DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA ESTIMADA A COMPRESSÃO – LABORATORIO 1	204
	ANEXO V – DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA ESTIMADA A COMPRESSÃO – LABORATORIO 2	208
	ANEXO VI – PAVIMENTO TÉRREO E SUPERIOR	212
	PLANTAS DE SETORIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS	212
	ANEXO VII – TABELA DE COMPARAÇÃO INICIAL DE RELEVÂNCIA DO PERIGO	215
	ANEXO VIII – MATRIZ DE RISCO COMPLETA DOS REMANESCENTES DO TEATRO CULTURA ARTÍSTICA	217
	ANEXO IX – SOLICITAÇÃO DE ACESSO A OBRA E DADOS DO REMANESCENTES DO TEATRO CULTURA ARTÍSTICA	219

PARTE 1

1 PARTE - PRINCÍPIO

1.1 Introdução e Justificativa

A vulnerabilidade das estruturas de concreto da arquitetura moderna à ação do tempo, têm motivado a mobilização de técnicos, cientistas, pesquisadores para a criação de organizações, recomendações, projetos de alcance internacional¹ voltados à conservação desse patrimônio. Essa vulnerabilidade está, em parte, associada às limitações tecnológicas de projeto e produção dessas estruturas que se refletem na deterioração precoce da matéria (pequena espessura e elevada porosidade do concreto de cobrimento das armaduras, posicionamento inadequado das armaduras, falhas de concretagem, falta de proteção das superfícies contra a ação da água). O não reconhecimento do valor ou mesmo o abandono dessas obras, bem como a inexistência de planos de manutenção preventiva, agravam a degradação das estruturas, levando-as à perda total ou parcial da integridade, ao desempenho abaixo do nível mínimo de segurança, e à perda de atributos que lhe conferem significado cultural.

Nesse contexto o questionamento feito é: como manter ou restabelecer a integridade da estrutura mediante a intervenção na matéria deteriorada sem alterar o significado cultural do patrimônio?

O Documento de Madrid-New Dehli (INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES², 2017) explicita, no seu item 2.1, o princípio da manutenção da integridade por meio do entendimento do significado antes de realizar a intervenção:

“Article 2: Apply appropriate conservation planning and management methodology.

2.1: Maintain integrity by understanding significance before any intervention. Understanding how cultural significance is manifest in the heritage of the twentieth century requires an assessment of how different attributes, elements and values contribute to that significance. This is an essential

¹ Docomomo International (DOcumentation and CONservation of buildings, sites and neighborhoods of the MODern MOVement) (www.docomomo.com); Keeping It Modern - The Getty Foundation (http://www.getty.edu/foundation/initiatives/current/keeping_it_modern/); INNOVA CONCRETE (<http://www.innovaconcrete.eu/>); ICOMOS INTERNATIONAL COMMITTEE ON TWENTIETH CENTURY HERITAGE (<https://www.icomos.org/en/about-icomos/mission-and-vision/mission-and-vision>).

² ICOMOS, 2017 adotado como simplificação para INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES – ICOMOS, 2017.

prerequisite to making appropriate decisions about its care, interpretation and the conservation of its authenticity and integrity. Places and sites evolve over time and later alterations may have cultural significance. Different conservation approaches and methods may be necessary across a heritage place or individual site [...]” (ICOMOS, 2017)

Uma vez identificados os atributos que determinam o significado cultural do patrimônio, a articulação destes com os requisitos técnicos deve ser feita sob uma perspectiva mais ampla e sistêmica, considerando o *gerenciamento dos riscos* aos quais o patrimônio está sujeito.

O conceito de risco, nesta tese, está associado à perda de valores: “The possibility of a loss of value to the heritage asset” (CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE, 2016³). A partir dessa conceituação, o gerenciamento de riscos é adotado na salvaguarda do patrimônio cultural como forma de preservar os seus valores históricos, artísticos, sociais, estéticos, técnicos em equilíbrio com a preservação dos demais requisitos que afetam o uso do ambiente construído: segurança, habitabilidade e conforto.

Fundamentos sobre o tema, bem como uma ampla abordagem metodológica voltada ao gerenciamento de risco, estão contidos na publicação do Canadian Conservation Institute (2016) intitulada *The ABC Method: A risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Um exemplo bem sucedido de aplicação do método está consubstanciado no Programa de Gerenciamento de Risco, inserido no Plano de Conservação Preventiva do Museu Casa de Rui Barbosa, que abrange não apenas o acervo, mas também os edifícios e sítios históricos pertencentes ao museu⁴. No campo da pesquisa acadêmica, aplicações da análise de segurança e risco em projetos de arquitetura também têm sido desenvolvidas nos últimos anos (BARRETTO, 2014; VENEZIA, 2011; BARRETTO, 2008).

A contribuição dessa abordagem metodológica é auxiliar a tomada de decisão, por meio do estabelecimento de prioridades, para retardar ou mitigar o efeito das ocorrências, sejam elas ocorrências emergenciais e extremas (vandalismo, incêndios, abalos sísmicos), colapso localizado da estrutura por falhas estruturais ou pela irreversível deterioração do material por

³ : CCI 2016 adotado como simplificação para CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE, 2016.

⁴ Material disponível em <http://www.casaruibarbosa.gov.br/conservacaopreventiva/arquivos/file/Downloads/Gerenciamento%20de%20Riscos%20para%20o%20patrimonio%20cultural%20FCRB.pdf>. Acessado em 02 set 2018.

envelhecimento natural, que age lenta e progressivamente e é agravada pela falta de manutenção.

O processo de tomada de decisão no tratamento dos bens protegidos tem especificidades. No caso do concreto armado do patrimônio arquitetônico moderno imposições legais, definidas pelos atos do tombamento dificultam, ou impossibilitam, a utilização de práticas usuais para avaliações e intervenções no concreto, pois são consideradas práticas invasivas que podem descaracterizar o concreto ou mesmo o arranjo formal da estrutura, prejudicando a unidade da obra e sua percepção enquanto testemunho histórico. Além disso, há instruções de tombamento que remetem à preservação de elementos - inclusive de elementos estruturais - das ruínas ou remanescentes de um edifício severamente alterado por ocorrências emergenciais ou extremas, tais como vandalismo, incêndio, abalos sísmicos. Nesses casos, a intervenção no patrimônio requer o compromisso entre a salvaguarda dos valores patrimoniais e o atendimento de requisitos e critérios técnicos que visem à segurança da edificação.

Paralelamente às dificuldades intrínsecas de um processo de análise que deve coordenar grande número de variáveis, para essas obras faltam informações para tomada de decisão pois no Brasil não há a sistematização das manifestações patológicas típicas, bem como análises baseadas em estudos de caso ao longo de suas vidas úteis ou residuais.

A escassez de dados divulgados sobre análises científicas relacionadas a esse patrimônio arquitetônico dificulta a ação dos profissionais atuantes na conservação desses bens, que muitas vezes não dispõem de informações necessárias para tomada de decisão baseada em fatos, em dados científicos sobre as manifestações patológicas, análise estrutural, previsão vida útil e/ou residual do concreto histórico, bem como os riscos e eles relacionados.

Para os projetos de engenharia, as especificações contidas nos códigos de construção e normas técnicas vigentes que estão relacionadas a requisitos de segurança estrutural, segurança contra incêndio ou segurança ao uso, refletem o julgamento baseado na análise de risco. Tipicamente esse julgamento é feito com base em métodos prescritivos, ou seja, as referências legais e normativas recomendam parâmetros e procedimentos que, se adotados, são validados pelas autoridades. Tais parâmetros e procedimentos estão sempre voltados à majoração do nível de segurança e, geralmente, não econômicas. Além disso, os parâmetros e procedimentos não consideram análise sistêmica que permita definir os vários níveis de risco aceitáveis, tendo em vista que a percepção de risco pode variar com os indivíduos e com a situação. Nesses casos a análise de risco é útil para auxiliar as tomadas

de decisão buscando um equilíbrio entre os níveis de segurança toleráveis e os recursos disponíveis com vista a melhorar o desempenho global do edifício.

1.2 Hipótese

Hipótese da pesquisa é que a abordagem, baseada em métodos empíricos, para priorização de ações voltadas à mitigação dos impactos dos agentes de deterioração das estruturas de concreto armado da arquitetura moderna não é eficiente para que sejam mantidos os fatores de segurança e estabilidade concomitantemente à preservação dos valores patrimoniais. Após as intervenções comumente observa-se a reincidência das falhas em curto espaço de tempo, além de não conformidades com os usos pretendidos. Há; portanto, uma etapa de documentação e análise inicial e outra etapa pós-intervenção que devem ser consideradas no plano de recuperação e conservação dessas estruturas. A etapa de documentação e análise inicial é necessária para aprofundar o conhecimento e a interpretação dos valores do edifício e das especificidades da concepção e funcionamento estrutural, além dos materiais e técnicas utilizadas na produção desses edifícios. A etapa pós-intervenção é necessária para avaliar continuamente o desempenho da edificação com vistas à conservação, preferencialmente, de natureza preventiva e não reativa. A necessidade dessas etapas está fundamentada em duas razões principais: (a) a não consideração equilibrada de 3 conjuntos de requisitos necessários à conservação de edifícios da arquitetura moderna (segurança estrutural; funcionalidade e preservação de valores patrimoniais) e (b) as incertezas sobre a adoção de soluções baseadas em parâmetros atuais para correção de problemas de edifícios produzidos com base normas e códigos que não consideravam, nas suas reais dimensões, critérios de dimensionamento frente a ações extremas (como o incêndio), de durabilidade e conservação preventiva.

Diante do acima exposto, pressupõe-se que o uso de metodologia de gerenciamento de risco para avaliação estrutural em concreto armado de patrimônio histórico da arquitetura moderna auxilia na priorização das ações focadas nessas intervenções patrimoniais.

1.3 Objetivo e objeto

Propor uma metodologia para análise de risco em estruturas de concreto armado de patrimônios culturais da arquitetura modernas.

O objeto do estudo aplicação é a estrutura dos remanescente do Teatro Cultura Artística⁵ situado na cidade de São Paulo. A escolha do objeto se justifica em razão do seu significado cultural, reconhecido pelos atos de tombamento nas esferas federal, estadual e municipal, além de guardar relação com o tema da análise de risco pelo fato de se configurar em exemplar único de estrutura remanescente, afetada por um incêndio e que será integrada, funcional e estruturalmente, ao novo teatro a ser construído.

Neste trabalho parte-se da premissa de que a ponderação dos valores cultural do remanescente do Teatro já foi estabelecido devido seus processos de tombamento e isto não faz parte do escopo do trabalho.

1.4 Abordagem metodológica

A partir da prática ainda incipiente da análise de risco das intervenções no patrimônio cultural arquitetônico, a investigação teve início com o estudo abordagens de gestão de risco consubstanciados em normas de interesse e abrangência internacionais como a NBR ISO 31000 (2009). As metodologias de análise e gestão de risco em sítios históricos (UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, 2012) e em espaços musealizados (CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE, 2016), que se constituem nas aplicações seminais dessa abordagem ao patrimônio cultural, foram adotadas como fundamentos para a elaboração da metodologia proposta nesta tese.

Por se tratar de um processo complexo e que deve ser cuidadosamente desenvolvido, a análise de risco requer instrumentos de planejamento e controle para a sua consecução, portanto foram investigados métodos de gerenciamento de projetos desenvolvidos pelo Project Management Institute (PMI, 2009) e ferramentas de controle como o PDCA - Plan, Do, Check, Act (TCE PR, 2019).

Questões vinculadas aos avanços tecnológicos, aos procedimentos técnicos de projeto e construção, bem como à normatização no campo das estruturas de concreto armado, também foram pesquisadas para definir o enquadramento teórico entre as décadas de

⁵ O aprofundamento da análise da estrutura remanescente do Teatro Cultura Artística pode ser encontrada na tese de Rodrigues (2017), cujo objetivo é analisar as várias interpretações de ruína na identificação e tratamento do patrimônio cultural edificado na esfera institucional do Brasil.

1920 e 1960, lapso temporal em que se concentram projetos e construção de grandes obras da arquitetura moderna brasileira.

Conceitos e fundamentos teóricos sobre a produção, durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado, aparentes e revestidas, compuseram a base de referência para a identificação dos principais fatores de risco adotados na análise. Mecanismos de degradação das estruturas de concreto armado, fartamente relatados pela bibliografia especializada da área, foram contextualizados no campo das obras da arquitetura moderna, em razão dos materiais, métodos de cálculo e construtivos, além de outras particularidades projetuais típicas dessa arquitetura.

A metodologia foi formulada a partir do aprofundamento cognitivo das fases antecedentes e estruturada de acordo com as etapas típicas das metodologias correntes de análise e gestão de risco. Com o propósito de qualificar os resultados da metodologia proposta, foram selecionadas obras emblemáticas da arquitetura moderna paulistana que já tivessem sido submetidas a intervenções, incluindo campanhas de inspeções e ensaios para determinação do seu estado de conservação. Entre as várias obras consultadas, foi viabilizado o acesso aos remanescentes do Teatro Cultura Artística em razão da autorização de acesso ao edifício e as obras em andamento, bem como acesso à documentação técnica da avaliação das estruturas dos remanescentes do teatro, objeto de interesse desta tese.

1.5 Estruturas dos Capítulos

O presente trabalho foi dividido em cinco partes, as quais foram distribuídas da seguinte forma:

Parte 1: Esta etapa foi caracterizada pela apresentação da pesquisa, constituída pela introdução do trabalho, com suas justificativas para escolha do tema, seu objetivo e hipóteses;

Parte 2: Na etapa 2 foi realizada pesquisa bibliográfica sobre metodologia de análise de risco utilizada para estudos voltados de patrimônios históricos no geral, o texto oferece uma visão abrangente sobre o assunto, apresentando metodologias consagradas que frequentemente têm sido utilizadas para patrimônios musealizados;

Parte 3: Na etapa 3, foi apresentada a metodologia proposta para análise de risco em patrimônio cultural arquitetônico para avaliação do concreto armado estrutural, com vistas a obras modernistas.

Parte 4: Na parte 4, foram apresentados os resultados da aplicação da metodologia proposta na parte 3 com base no caso usado como referência, os remanescentes do teatro Cultura Artística em São Paulo visando analisar o risco relacionado à estrutura de concreto armado do remanescente, incorporada ao novo teatro Cultura Artística, considerando as obras e o programa de uso do novo edifício.

Parte 5 Esta etapa apresenta as conclusões do trabalho.

2 ANÁLISE DE RISCOS EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Neste capítulo são abordadas metodologias existentes de análise de risco para patrimônio histórico de modo a apresentar o embasamento teórico da metodologia que será proposta no Capítulo 3 do presente trabalho.

Sendo assim, são abordados conceitos voltados para patrimônio, o qual, segundo Castillo (1996), compreende elementos materiais e imateriais, naturais ou culturais, herdados do passado ou criados no presente, nos quais um determinado grupo de indivíduos reconhece sinais de sua identidade.

Ao longo do tempo, devido a reações químicas, biológicas e mecânicas, estes elementos materiais que constituem os patrimônios são alterados. Estas transformações são comumente chamadas de “envelhecimento” e, podem contribuir para dar um tom adicional aos elementos, a chamada “pátina” do tempo ou os “pequenos sinais de idade, que se acumulam nas superfícies dos objetos” (McCRACKEN, 1990). Esse processo pode ser acelerado ou retardado por medidas que favoreçam que um monumento, área, ou lugar perdure mais tempo ou desapareça mais rapidamente.

Diante disto é importante a avaliação destes processos que podem acelerar ou retardar estes efeitos considerando seus riscos, o qual entende-se como a probabilidade de algo acontecer, causando diversas graduações de perigos ou efeitos negativos.

O conhecimento dos riscos a que está exposto um patrimônio e de suas vulnerabilidades permite que o gestor deste patrimônio planeje medidas de prevenção, de controle e resposta a situações de emergência, favorecendo o desenvolvimento de ações, o estabelecimento de prioridades e alocação de recursos que visem minimizar os efeitos negativos sobre o patrimônio.

Por exemplo, segundo INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS (2013), o risco em museus é a chance de algo acontecer, causando danos e perda de valor para acervos musealizados por meio da ação de um ou mais agentes de riscos. Estes estão ligados a fatores relacionados ao edifício, ao território (características geográficas e/ou climáticas) e também a fatores socioculturais, políticos e econômicos de uma determinada região.

Considerando o patrimônio cultural arquitetônico, de forma geral,, podem ser elencados os seguintes possíveis agentes de riscos:

- ✓ Fatores relacionados ao meio ambiente onde a obra está localizada e seus microclimas, tais como poluentes, umidade, etc;
- ✓ Fatores mecânicos tais como ciclos contínuos de movimentação devido tráfego de carga próximo a obra que não existia no momento em que foi projetada;
- ✓ Fatores físicos, tais como a possibilidade de incêndio ou mudança de uso da edificação resultando em adaptações nas instalações de elétrica, hidráulica, e estruturas, entre outras;
- ✓ Fatores Químicos, tais como ataque as estruturas e aos materiais que compõem a edificação;
- ✓ Fatores Biológicos, tais como ataque de micro-organismos a estrutura.

É importante que o patrimônio histórico tenha uma gestão de risco, a qual, segundo a ABNT NBR 31000(2009), deve obedecer a uma estrutura que possui um conjunto de componentes que fornecem os fundamentos e os arranjos organizacionais para a concepção, implementação, monitoramento, análise crítica e melhoria contínua da gestão de riscos.

A gestão de riscos de um patrimônio histórico deve ser apoiada em uma política clara de gestão de risco com foco na preservação, consubstanciada e, na declaração das intenções e diretrizes gerais, considerando, inclusive, os recursos, materiais, humanos, financeiros e tecnológicos, disponíveis para tanto.

De acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS (2013), a gestão de riscos deve ser pautada na utilização integrada dos recursos e conhecimentos disponíveis, com o objetivo de prevenir riscos, minimizar seus efeitos e responder às situações de emergência, sendo sua grande vantagem o fato de aumentar a capacidade de prevenção, antecipando-se à ocorrência e evitando e minimizando os efeitos negativos dos agentes de risco a que os patrimônios históricos estão sujeitos, além de otimizar o tempo de resposta em caso de emergência.

A gestão de risco também é uma ferramenta importante para auxiliar na tomada de decisão frente aos aspectos de preservação com sustentabilidade, redução de recursos, demandas

de usuários e responsabilidade pública, além de poder auxiliar aos tomadores de decisão com prioridades transparentes mediante critérios preestabelecidos (CCI, 2016).

A tomada de decisão baseada em risco é a aplicação de avaliações de risco a uma decisão. A distinção com o gerenciamento de riscos é apenas uma questão de grau. Muitas decisões úteis de preservação podem ser feitas usando avaliações muito focadas de um ou dois riscos. Por outro lado, se quiser “gerenciar” os riscos de um patrimônio histórico, é necessário avaliar a maioria, senão todos, os riscos (CCI, 2016).

2.1. Metodologia de Análise de Risco em Patrimônio cultural arquitetônico

No ano de 2009, a ISO (International Standard Organization), através de seu o Grupo Técnico de Trabalho de Gerenciamento de Risco (ISO/TMB/WG), publicou a norma ISO 31000:2009 - Gestão de riscos — Princípios e diretrizes.

Na sequência o International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM), em parceria com outras instituições como o Canadian Conservation Institute (CCI) e o Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN), bem como outras instituições voltadas à pesquisa e capacitação profissional em diferentes países, têm se dedicado nos últimos anos à adaptação do gerenciamento de riscos para o setor do patrimônio cultural, à sua promoção e difusão em nível internacional (HOLLOS & PEDERSOLI, 2009).

Este interesse da comunidade profissional do setor em várias partes do mundo, representa um avanço para o campo da conservação preventiva.

No ano de 2016, o Instituto Canadense de Conservação (CCI), o Centro Internacional para o estudo da preservação e conservação do patrimônio cultural (ICCROM) e o Instituto Holandês do Patrimônio Cultural (ICN) desenvolveram uma metodologia de gerenciamento de riscos para o patrimônio cultural baseada na norma técnica australiana e neozelandesa para o gerenciamento de riscos - Risk Management, Austrália/ New Zealand Standard – AS/ NZS 4360:2004 (CARVALHO, 2018).

O método proposto por CCI e ICCROM (CCI, 2016) foi intitulado como “Método ABC para gerenciamento de análise de risco em patrimônio histórico” e originalmente pensado para aplicação em coleções de arquivos e museus. A metodologia desenvolvida privilegia uma visão abrangente e simultânea dos diversos riscos que afetam a preservação do patrimônio (CARVALHO, 2018).

2.2. Processos de Gestão de Risco em Patrimônio Histórico

O processo de gestão de riscos deve ser parte integrante da preservação do patrimônio histórico, incorporado a cultura e nas práticas, adaptados às características próprias de cada edifício e de seu uso.

Os processos de gestão de riscos devem ser comprometidos com a melhoria contínua, por isto ocorrem como um ciclo com as etapas definidas conforme figura 1 (ABNT NBR 31000:2009):

Figura 1 - Processo de gestão de risco (ABNT NBR 31000:2009)

A gestão de risco deve ser permeada por um processo transparente de comunicação e consulta entre as partes interessadas em todas as suas etapas, as quais são compostas de basicamente cinco grandes etapas:

1. Estabelecimento do contexto;
2. Identificação dos riscos
3. Análise de riscos;
4. Avaliação de riscos;

5. Tratamento de riscos

A *Comunicação e Consulta* constitui o conjunto das atividades que caracterizam a natureza interativa e interdisciplinar do gerenciamento de riscos, ou seja, as permanentes interações entre a equipe responsável pelo trabalho e o proprietário e gestores do patrimônio, usuários em geral, demais equipes técnicas participantes no projeto de intervenção.

O monitoramento e análise crítica caracteriza a natureza cíclica de interações e revisões contínuas para a otimização do gerenciamento de riscos.

As etapas expostas podem ser utilizadas nas análises de riscos com diferentes profundidades e auxiliar nas tomadas de decisões.

Com a finalidade que a avaliação do risco ajude realmente na tomada de decisão, é necessário que a mesma seja mensurável e possível de comparação, sendo assim, é importante para que haja um método para a mensuração dos mesmos. Esta métrica é importante para que possa determinar se um risco é menor ou maior que outro, sendo assim, possível a comparação entre eles na tomada de decisão

2.2.1 Estabelecimento de contexto

Nesta etapa de estabelecimento de contexto, o gestor do patrimônio histórico deve estabelecer os objetivos, com as definições claras dos parâmetros externos e internos a serem levados em consideração ao gerenciar riscos, e estabelecer o escopo e os critérios de risco para o restante do processo. Em particular, como eles se relacionam com o escopo do respectivo processo de gestão de riscos (ABNT NBR 31000:2009).

Segundo CCI (2016), o escopo se refere aos limites dentro dos quais você analisará, avaliará ou gerenciará os riscos. Estes deverão considerar também a temporalidade, um horizonte de tempo em relação aos riscos que serão analisados, avaliados e gerenciados, pois diferentes horizontes de tempo (por exemplo, 3, 10, 100 ou 300 anos no futuro) irá alterar a magnitude de alguns riscos e possivelmente as prioridades em tratá-los.

Nesta etapa também é muito importante que sejam considerados os contextos internos e externos do projeto.

O contexto interno é o ambiente interno no qual o gestor do patrimônio busca atingir seus objetivos.

Convém que o processo de gestão de riscos esteja alinhado com a cultura, processos, estrutura e estratégia da organização conservacionista. O contexto interno é algo dentro da organização que pode influenciar a maneira pela qual gerenciará os riscos (ABNT NBR 31000:2009).

Entender o contexto externo é importante para assegurar que os objetivos e as preocupações das partes interessadas externas sejam considerados no desenvolvimento dos critérios de risco (ABNT NBR 31000:2009).

O contexto externo é baseado no contexto de toda a organização, porém com detalhes específicos sobre requisitos legais e regulatórios, percepções de partes interessadas e outros aspectos dos riscos específicos para o escopo do processo de gestão de riscos (ABNT NBR 31000:2009).

As UNESCO mantem uma base de dados on-line sobre as Leis do Patrimônio Histórico, com acesso à legislação de vários países relacionada ao patrimônio cultural, a qual pode e deve ser utilizada para análise de risco (UNESCO, 2018).

No Brasil o IPHAN (2018) também mantém uma base de dados de legislação voltada para patrimônio Histórico e artístico o qual certamente deverá ser utilizado nesta etapa.

Na metodologia proposta por CCI (2016) existem três principais passos a seguir nesta etapa para gestão de riscos, são estes:

1. Consultar os decisores. Definir o escopo, metas e critérios.
2. Coletar e compreender as informações relevantes.
3. Realizar a atribuição de valores.

Estes passos serão explorados nos itens a seguir na forma de um guia, com fases, voltadas especificamente para esta etapa de estabelecimento de contexto para análise de risco para patrimônio histórico.

2.2.1.1 Consultar os decisores. Definir o escopo, metas e critérios

- ✓ Estabelecimento do gerenciamento de suporte: Neste item deverá ser estabelecido uma sistemática para gerenciamento das comunicações e dados que suportaram a análise de risco;

- ✓ Comunicação do Método: O método deve ser claramente comunicado a todas as partes interessadas;
- ✓ Estabelecimento do Suporte para consulta as partes interessadas: Deverá ser estabelecida a forma de comunicação com as partes interessadas, que podem ser constituídas por gráficos, apresentações, sites, entre outras;
- ✓ Comunicação antes da visita ao site: É ideal que haja uma pré-comunicação antes da visita ao site, tal como um questionário a ser enviado antes para que este ajude no planejamento da visita;
- ✓ Definição do escopo: O escopo da análise de risco deverá ser estabelecido com os tomadores de decisão considerando sua abrangência e objetivo da análise, a qual pode incluir uma coleção, edifício histórico, e componentes do local;
- ✓ Definição dos objetivos do projeto: Deverão ser estabelecidas as metas da organização para a avaliação de riscos. Este objetivo deverá fornecer propostas para aqueles que não tiverem certeza de quais metas são possíveis.
- ✓ Estabelecimento de um horizonte de tempo: Para a maioria das situações, um horizonte temporal de 30 anos é apropriado. Se o escopo da tarefa tiver outras metas, como um mandato de preservação de 100 anos ou um plano de gerenciamento de 10 anos, deverão ser estabelecidos os limites para avaliar os riscos e avaliar as opções.
- ✓ Estabelecimento dos critérios da análise de risco: Neste item deverão ser estabelecidos critérios sobre a decisão do que fazer com cada um dos riscos levantados.

2.2.1.2 Coletar e compreender as informações relevantes

Segundo CCI (2016) recomenda-se que os seguintes documentos sejam avaliados:

- ✓ Documentos chaves de uma organização:
 - A declaração de missão da organização;
 - Declarações de significância (ou documentação equivalente) sobre os itens dentro do escopo da avaliação;

- Documentação sobre qualquer categorização baseada em valor que se aplique ao ativo patrimonial que está sendo avaliado.
- ✓ Quando não existem os documentos chave

Existem documentos que podem ser construídos durante a avaliação de risco. É comum que o processo de avaliação descubra e torne explícitas as ideias sobre o valor do patrimônio anteriormente não especificado.

- ✓ Outros documentos sistêmicos, tais como:
 - Descrição do sistema de gestão
 - Políticas relativas ao público alvo
 - Políticas relativas ao uso do patrimônio
 - Políticas de preservação do patrimônio.
- ✓ Documentos Operacionais e de Facilities
 - Organograma
 - Documentos Financeiros
 - Construindo Planos
 - Planos De Desastre
 - Formulários De Empréstimo
 - Registros De Incidentes
 - Registros De Controle Climático
 - Fabricantes Externos De Serviços E Produtos Que Afetam O Patrimônio Material
 - Resultados De Consultas Anteriores
- ✓ Documentos externos:
 - Leis nacionais e internacionais e outros instrumentos legais que regulam o uso, proteção, propriedade e controle do patrimônio cultural

- Políticas e orientações governamentais sobre patrimônio cultural e gestão de riscos.
- ✓ Comunicação antes da visita ao site:

Deve ser enviado um questionário antes da visita ao local, o qual contenha uma solicitação acesso a todos os documentos importantes listados acima.

2.2.1.3 Atribuição de valores

Segundo CCI (2016), seguem as ações necessárias para a atribuição de valores:

- ✓ Comunicação e consulta extensiva

A atribuição de valores requer uma extensa comunicação dos objetivos e consulta para quantificar o valor relativo dos grupos e subgrupos de itens do patrimônio.

- ✓ Estabelecimento dos limites do patrimônio avaliado

Devem ser claramente definidas quais partes do patrimônio da organização preservacionista fazem parte do escopo do plano de gerenciamento de risco ou dessa avaliação específica.

- ✓ Identificação dos principais "grupos" dentro do ativo

Deverá ser realizada a listagem das principais categorias ou grupos de itens que constituem o patrimônio, por exemplo, Site, prédio e coleção. Grupos geralmente refletem a estrutura organizacional.

- ✓ Identificação dos "subgrupos de valor" dentro de cada grupo

Cada grupo de itens deverá ser dividido em subgrupos de valor semelhante para a organização e seu mandato. Se a organização já estabeleceu categorias de valor que se aplicam ao patrimônio, estes deverão ser utilizados como subgrupos de valores.

- ✓ Realização de um esboço da tabela de valores

Um primeiro esboço da tabela contendo os grupos identificados e seus subgrupos de valores deverá ser realizado com todos os itens do patrimônio que serão considerados.

- ✓ Definição e contagem dos itens

Deverá ser definido claramente os itens individuais em cada subgrupo de valores, de forma que faça sentido para comunicação e análise. O número de itens em cada subgrupo de valores deve ser contabilizado.

✓ Determinação dos valores relativos

Os valores relativos dos grupos e subgrupos devem ser quantificados. O objetivo é derivar o valor fracionário de cada item em relação ao ativo inteiro, conforme modelo apresentado na tabela 1.

✓ Geração dos gráficos de atribuição de valor

As tabelas com as atribuições de valores deverão gerar gráficos de atribuição de valor, os quais servira de base para discussão com as partes interessadas para saber se o tamanho relativo dos segmentos nas colunas de valores estão corretos ou se será necessário ajustes.

✓ Documentação do processo

Todo o processo da Atribuição de valor deverá ser documentado, em particular todas as justificativas e argumentos usados para estabelecer os valores relativos dos grupos e subgrupos. Esta atribuição deve ser realizada por equipe multidisciplinar e seu resultado deve ter um consenso.

Grupo	Grupo como % de analise	Subgrupo	Numero de itens de valor do Subgrupo	Valor do subgrupo como % deste grupo	Valor do subgrupo como % da analise	Cada item como % da analise
Edifício	50%	Janelas	12	40%	20%	1.70%
Edifício	50%	Acabamento externo	1	30%	15%	15%
Edifício	50%	Acabamento interno	1	30%	15%	15%
Coleção	40%	Peças raras	6	25%	10%	1.70%
Coleção	40%	Peças de médio valor	1200	25%	10%	0.00%
Coleção	40%	Conjunto de raridades	4	25%	10%	2.50%
Coleção	40%	Conjunto de valores medios	10000	25%	10%	0.00%
Local	10%	Paisagem	1	80%	8%	8%
Local	10%	Esculturas	14	20%	2%	0.14%

Tabela 1 – Modelo de uma tabela de valor (CCI, 2016)

2.2.2 Identificação dos Riscos

Nesta etapa devem ser identificadas as fontes de riscos, áreas de impactos, eventos (incluindo mudanças nas circunstâncias), suas causas e consequências potenciais. A finalidade desta etapa é gerar uma lista abrangente de riscos baseada nestes eventos que possam criar, aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos preservacionistas. A identificação abrangente é crítica, pois um risco que não é identificado nesta fase não será incluído em análises posteriores. Ela deve incluir todos os riscos, estando suas fontes sob o controle da organização ou não, mesmo que as fontes ou causas dos riscos possam não ser evidentes. Esta identificação de riscos deve incluir a análise de reações em cadeia provocadas por consequências específicas, incluindo os efeitos cumulativos e em cascata. Além de identificar o que pode acontecer, é necessário considerar possíveis causas e cenários que mostrem quais consequências podem ocorrer. Convém que todas as causas e consequências significativas sejam consideradas (ABNT NBR 31000:2009).

Segundo CCI (2016), o processo de identificação de riscos deve seguir os seguintes passos:

1. Construir ferramentas e estratégias apropriadas.
2. Pesquisar sobre o patrimônio e fazer um registro fotográfico.
3. Identificar riscos específicos, nomear e escrever suas frases-resumo.

2.2.2.1 Construir ferramentas e estratégias apropriadas

- ✓ Ajustar ao escopo da tarefa

O processo de identificação de risco deve ser ajustado ao escopo da análise. Para avaliações abrangentes é essencial o uso de ferramentas sistemáticas, mesmo que o escopo da avaliação seja limitado e claramente definido, é necessário identificar vários riscos para análise.

Nesta limitação deverá ser analisado quais são os limites que serão estabelecidos para análise dos riscos, pois um item patrimonializado pode possuir diversas camadas de proteção, tal como exemplificado na figura 2 para itens musealizados.

Figura 2 – Camadas que podem envolver um item de coleção (CCI, 2016)

✓ Uso de *frameworks*

Conforme apresentado na figura 3 (Agentes) e tabela 2 (tipos), no método proposto por CCI (2016), as seguintes estruturas são usadas para orientar a identificação dos perigos:

- Agentes (10 agentes de deterioração)
- Tipos (3 tipos de ocorrência)
- Etapas (5 estágios de controle)
- Camadas (6 camadas ao redor do ativo patrimonial)

Figura 3 – Dez agentes de deterioração (CCI, 2016)

Evento Raro	Evento Comum	Processo Acumulativo
Eventos “raros” ocorrem com menos frequência do que aproximadamente uma vez a cada 100 anos (na perspectiva de uma organização de patrimônio histórico). Como resultado, eventos raros não fazem parte da experiência direta da maioria dos funcionários da organização do patrimônio. Do ponto de vista da herança total de uma nação, tais eventos podem acontecer a cada poucos anos e, de uma perspectiva global, esses eventos podem se tornar rotineiros.	Eventos comuns ocorrem muitas vezes por século. Estes são eventos que fazem parte da experiência direta de muitos funcionários da organização do patrimônio ou de pessoas nas proximidades da organização do patrimônio.	Processos acumulativos podem ocorrer de forma contínua ou intermitente. Ao longo dos anos, a maioria dos funcionários da organização patrimonial terá observado o efeito acumulativo de um ou dois desses processos em alguns itens, ou seja, eles terão visto os sinais dos tempos. Eventos muito frequentes (mais de uma vez por ano) podem também ser considerados como processos acumulativos para análise de risco.
Exemplos: Inundações; Terremotos prejudiciais; Incêndios de grandes proporções; Roubo de visitantes de um item especial	Exemplos: Vazamentos de água; Terremotos nocivos (algumas partes do mundo); Pequenos incêndios; Colapso de móveis sobrecarregados; Pequenos acidentes e roubos	Exemplos: Amarelamento de papel de jornal; Corrosão de metais; Erosão de pedra; Abrasão por visitantes

Tabela 2 – Três tipos de ocorrências para riscos (CCI, 2016).

- ✓ Use os dez agentes e três tipos de tabela de ocorrências

O auxílio básico para a identificação de riscos ao aplicar este método a avaliações de risco abrangentes é uma combinação dos Dez Agentes e Três Tipos de Ocorrência, conforme apresentado na tabela 3.

Agente	Evento raro	Evento comum	Evento cumulativo
Força física			
Roubos e vandalismo			
Água			
Poluição			
Peste			
Luz, UV, IR	Geralmente não aplicável		
Temperatura incorreta			
Umidade relativa incorreta			
Disassociação			
Fogo			Geralmente não aplicável

Tabela 3 – Modelo de tabela com 10 agentes e 3 tipos de ocorrências (CCI, 2016).

Os agentes apontados na Tabela 3 são sugeridos na metodologia do Canadian Conservation Institute (2016). Muitas pesquisas voltadas ao gerenciamento de riscos no patrimônio, especialmente em espaços musealizados, têm utilizado essa terminologia sem uma análise crítica sobre a adequação dos termos. Nesta tese o uso dos termos foi adaptado e ampliado com o propósito de caracterizar corretamente os agentes de degradação das estruturas de concreto armado. Outra observação a ser feita refere-se ao fato de que nem todos os agentes podem ser típicos de eventos raros, eventos comuns ou do processo cumulativo de deterioração. Como de praxe, os modelos de análise sugeridos sempre devem ser adaptados às necessidades dos estudos específicos.

✓ Outras ferramentas

As estruturas e listas de verificação propostas acima não são obrigatórias para o método de CCI (2016), mas o mesmo cita como ferramentas que se mostraram extremamente úteis ao longo de muitos anos de ensino do método. Os usuários mais familiarizados com categorias de risco, como terremotos, inundações, controle de clima inadequado, etc., podem usá-los em vez de, ou em combinação com, os 10 agentes para categorizar os riscos.

✓ Usar três fontes de conhecimento

As três fontes práticas de conhecimento para identificação (e análise) são:

- Estatísticas regionais
- Conhecimento local
- Conhecimento científico e técnico
- Documentos reunidos para estabelecer a etapa do contexto geralmente se enquadram na categoria de conhecimento local.

Estatísticas Regionais	Conhecimento Local	Conhecimento Técnico e Científico
Essas estatísticas são o alicerce da compreensão dos riscos catastróficos. Muitas agências em todo o mundo desenvolveram vastos recursos para fornecer aos usuários não técnicos ferramentas de Internet para prever esses riscos.	Essa fonte de conhecimento envolve o conhecimento de pessoas, discussões, entrevistas e realização de pesquisas sobre instalações, pesquisas de coleta, pesquisas de campo, etc. Não deve ser subestimado ou superestimado essa fonte em relação às outras duas. Essa fonte inclui o senso comum e a intuição.	Esta fonte envolve estudo e acesso a especialistas que possuem conhecimento técnico e científico sobre o assunto. Na página do CCI existe uma introdução ao entendimento essencial sobre agentes de deterioração.
Esta é a fonte habitual de conhecimento sobre a frequência e intensidade de eventos raros.	Esta é a fonte usual de conhecimento sobre eventos comuns e sobre a intensidade dos perigos cumulativos. A fonte de conhecimento sobre todos os cinco estágios de controle e as camadas locais.	Essa é a fonte usual de conhecimento sobre a sensibilidade dos ativos patrimoniais aos processos cumulativos e a fonte da maioria das teorias que podem analisar os riscos.
Exemplos: Sistemas de informação geográfica (GIS); Tabelas climáticas; dados estatístico de Catástrofes naturais; Dados estatísticos do governo; Dados partilhados entre organizações do património	Exemplos: Levantamentos de instalações; Documentação de construção; Memória institucional; Conhecimento do pessoal; Memória dos residentes locais; Observações de danos anteriores	Exemplos: Literatura técnica; Literatura científica; Documentos de projeto de construção; Peritos técnicos e científicos

Tabela 4 – Três fontes de conhecimento para avaliação de risco (CCI, 2016)

2.2.2.2 Pesquisa sobre o patrimônio e registro fotográfico

- ✓ Três fases para a pesquisa do local

Se for possível, existem três fases da pesquisa do local que devem ser mantidas separadas:

- A visita técnica preliminar guiada pela equipe responsável;
- Levantamento fotográfico sistemático;
- Inspeção e fotografia de detalhes importantes;

- ✓ Observar de perto e de longe o local

Em todas as fases da pesquisa, deve-se observar de longe e de perto. Cada escala fornece padrões que ajudarão a acionar a identificação de riscos e, em seguida, informar a análise de risco.

2.2.2.3 Identificar riscos específicos, nomear e descrever o cenário.

- ✓ Formular e nomear os riscos

Deverá ser feito uma listagem dos riscos, com suas respectivas identificações, através do uso de ferramentas, estratégias e fontes de conhecimento. Deve ser realizada frases para descrição dos perigos, sendo que estas podem ser curtas, sem um refinamento ainda nesta etapa.

- ✓ Usar a imaginação e intuição

Para uma avaliação abrangente, é necessário que o levantamento seja realizado por profissionais experientes e multidisciplinares com o uso da imaginação e intuição além de ferramentas e conhecimento. Quaisquer riscos plausíveis não devem ser rejeitados, pois eles podem ser revistos em outro momento.

- ✓ Desenvolver as sentenças resumidas de risco

Escrever a sentença de resumo de risco é um dos procedimentos mais importantes do método - a sentença sumária é essencial para enquadrar sua análise e comunicar com precisão.

- ✓ Perda de valor não é essencial (ainda)

Embora o método de risco seja sobre perda de valor, considera-se o suficiente na sentença resumida descrever os danos (futuros). A perda de valor pode ser adicionada durante a etapa de análise.

- ✓ Verifique por "E então o que?"

No método é considerado que se na sequência da frase sumaria ainda tiver a pergunta: "E então, o quê?", significa que ainda não está descrevendo a consequência do perigo.

- ✓ Revisar a identificação

Até a conclusão do primeiro esboço da etapa de análise e tratar a etapa, é difícil saber se seus riscos foram particionados da melhor maneira, sendo assim ainda podem ser agregados e desagregados durante a análise.

- ✓ Revisar os nomes de risco e frases de resumo

A medida do andamento da análise e compreensão dos riscos, os nomes e frases de resumo, devem ser revisados. Não é incomum fazer revisões finais das frases sumárias de risco no final de todo o projeto.

2.2.3 Análise de riscos

Análise de risco consiste no processo de medição de cada risco específico, o qual pode ser dividido em três etapas:

1. Quantificação de cada risco específico.
2. Dividir ou combinar riscos específicos, conforme necessário.
3. Rever e refinar as análises.

2.2.3.1 Quantificação de cada risco específico

Segundo CCI (2016), a medição de risco depende da medição de seus dois componentes fundamentais:

1. Frequência (para eventos) ou Taxa (para processos)
2. Consequência

Para os bens patrimoniais, a consequência é medida como “a perda fracionária de valor para o patrimônio devido a um evento ou processo”. No método ABC, a consequência é dividida em duas partes:

- 2a. A perda fracionária de valor para cada item afetado devido ao evento ou processo.
- 2b. O valor de todos os itens que serão afetados pelo evento ou processo cumulativo, expresso como uma fração do valor total do ativo patrimonial atual.

No método ABC, esses três componentes - 1, 2a, 2b - são denominados A, B e C.

- A. Frequência ou taxa
- B. Perda de valor para cada item afetado
- C. Itens afetados (expressos em termos da atribuição de valor)

Para garantir a rastreabilidade, independência e transparência do processo é importante que durante a análise de cada componente, sejam anotados os argumentos e dados exatos utilizados para justificar a pontuação.

- ✓ Análise A: Frequência ou taxa

O Método ABC (CCI, 2016) recomenda que sejam realizadas as seguintes perguntas:

Para eventos: com que frequência o evento ocorrerá?

Para processos cumulativos: em quanto tempo o processo causará a perda especificada?

Para eventos individuais:

- Determine a frequência, por exemplo, o tempo médio entre os eventos.

Para um acúmulo de dano, decida qual dessas duas abordagens funciona melhor:

- Selecione um estágio específico de deterioração e análise quanto tempo leva para chegar a esse estágio;

- Selecione um período de tempo específico no futuro, como 10 anos, 30 anos ou 100 anos, e passe para a análise B. Atribuir uma pontuação A ao risco, conforme exemplo da tabela 5 a seguir:

Pontuação	Tempo estimado para chegar ao final da vida útil	Frequencia do evento em 100 anos
5	1 ano (1 a 2)	100 eventos (60 a 100)
4.5	3 anos (2 a 6)	30 eventos (20 a 60)
4	10 anos (6 a 20)	10 eventos (6 a 20)
3.5	30 anos (20 a 60)	3 eventos (2 a 6)
3	100 anos (60 a 200)	1 evento (0.6 a 2)
2.5	300 anos (200 a 600)	0.3 evento (0.2 a 0.6)
2	1000 anos (600 a 2000)	0.1 (0.06 a 0.2)
1.5	3000anos (2000 a 6000)	0.03 (0.02 a 0.06)
1	10000anos (6000 a 20000)	0.01 (0.006 a 0.02)
0.5	30000anos (20000 a 60000)	0.003 (0.002 a 0.006)

Tabela 5 – Escala A – Frequência (CCI, 2016)

- ✓ Análise B: perda de valor para cada item afetado

O Método ABC (CCI, 2016) recomenda que seja realizada a seguinte pergunta:

Quanto valor será perdido em cada item afetado?

Primeiramente deverá ser analisado o dano físico resultante do evento individual ou o acúmulo do processo ou os múltiplos eventos comuns.

A perda de valor para cada item afetado, tem dois estágios bem diferentes:

- A análise da deterioração
- A análise da consequente perda de valor

A primeira é uma questão técnica. A segunda é um juízo de valor cultural. Ambas as respostas entrarão no cenário.

Após isto, deverá ser analisado a perda de valor para cada item afetado que resulta desse dano.

Atribuir uma pontuação B ao risco, conforme exemplo da tabela 6 a seguir:

Pontuação	Fração de perda de valor para cada item afetado	Faixa	Definições	Numero de danos que deveria ter para ocorrer uma perda total
5	100%	100% a 60%	Total ou quase perda total de valor em cada item	1
4.5	30%	60% a 20%		3
4	10%	20% a 6%	Grande perda de valor em cada item afetado	10
3.5	3%	6% a 2%		30
3	1%	2% a 0.6%	Pequena perda de valor em cada item afetado	100
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%		300
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena perda de valor em cada item afetado	1000
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%		3000
1	0.01%	0,02% a 0.006%	Vestigio de perda de valor em cada item afetado	10000
0.5	0.00%	0.006% a 0.002%		

Tabela 6 – Escala B – Perda de valor

✓ Analisar C: Itens afetados em termos de atribuição de valor

O Método ABC (CCI, 2016) recomenda que seja realizada a seguinte pergunta:

Quanto do patrimônio analisado é afetado (como uma porcentagem de atribuição de valor do total analisado)?

A atribuição de valor fornece o valor fracionário de cada item em relação ao ativo inteiro, de modo que qualquer grupo de itens afetados possa receber a fração correta de todo o valor do ativo. Atribuir uma pontuação C ao risco, conforme exemplo da tabela 7 a seguir:

Pontuação	Fração de perda de valor de toda obra	Faixa	Definições
5	100%	100% a 60%	Total ou maior parte do valor do patrimonio é afetado
4.5	30%	60% a 20%	
4	10%	20% a 6%	Grande parte do valor do patrimonio é afetado
3.5	3%	6% a 2%	
3	1%	2% a 0.6%	Pequena parte do valor do patrimonio é afetado
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%	
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena parte do valor do patrimonio é afetado
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%	
1	0.01%	0,02% a 0.006%	Vestigio de perda do valor do patrimonio
0.5	0.003%	0.006% a 0.002%	

Tabela 7 – Escala C – Perda de valor total

- ✓ Análise A, B, C na ordem que ajuda mais

Os três componentes A, B e C são combinados para fornecer a medida da “magnitude do risco” por simples adição: $MR = A + B + C$

Segundo CCI (2016), às vezes, a análise procede mais logicamente em uma ordem diferente de A, B, C. Por exemplo, muitas vezes é melhor analisar primeiro os itens afetados (C) antes de tentar analisar a perda para cada item (B).

- ✓ Calcular $MR = A + B + C$

Devem serem determinados as pontuações A, B e C usando as escalas A, B e C de cinco pontos. Adicionar as três pontuações para obter a magnitude do risco (MR).

- ✓ Fornecer estimativas altas e baixas

Para cada um dos A, B e C, faça uma estimativa alta e uma estimativa baixa para refletir a incerteza na estimativa central. Isso fornece três estimativas de MR: provável, alta e baixa.

2.2.3.2 Dividir ou combinar riscos específicos

A sequência abaixo é composta de orientações extraídas da metodologia CCI (2016) para auxiliar no processo de análise dos riscos:

- ✓ Revisar a divisão ou combinação de riscos

Durante toda a análise e nas etapas posteriores de avaliação e tratamento, deverá ser verificado se será necessário a revisão da divisão de riscos.

- ✓ Dividir quando estimativas altas solicitam novos cenários
- ✓ Dividir para reduzir a incerteza
- ✓ Dividir quando o escopo requer
- ✓ Combinar para simplificar
- ✓ Combinar se o conhecimento for limitado

Muitos riscos simplesmente não possuem fatos ou teorias suficientes para permitir múltiplos cenários detalhados, mesmo que possam ser imaginados claramente.

- ✓ Manter os antigos riscos específicos para mais tarde

Ao dividir ou combinar riscos, não deverão ser descartados os riscos antigos, pois durante as etapas de avaliação e tratamento poderá verificar se uma antiga divisão de riscos era mais prática.

- ✓ Simplificar se os recursos forem limitados

Não é possível, dentro do escopo de uma avaliação de risco abrangente de alguns dias, considerar mais do que talvez uma dúzia de riscos e apenas como estimativas aproximadas.

A organização preservacionista deve considerar que talvez dois ciclos de gerenciamento de riscos sejam mais eficazes. A primeira avaliação pode identificar riscos de forma ampla, com detalhes limitados, procurando por prioridades amplas. Isto pode ser seguido por uma segunda avaliação quando os recursos permitirem, guiados pela avaliação fornecida pela primeira avaliação. Essas avaliações de dois níveis são uma estratégia comum no gerenciamento de riscos.

2.2.3.3 Revisar e refinar as análises (CCI, 2016)

- ✓ Devem ser realizadas estimativas altas e baixas plausíveis, não estimativas "possíveis"
- ✓ Comunique a análise aos usuários

Os textos finais das explicações devem ser compreensíveis para os usuários finais do relatório.

- ✓ Revisar os riscos que combinam alta magnitude com grande incerteza

Os riscos que combinam alta magnitude com grande incerteza são sempre a prioridade para mais refinamento e pesquisa.

- ✓ Não utilizar somente os riscos familiares

Há uma tendência de se concentrar na análise de riscos com os quais estamos acostumados, mas estes não são necessariamente os riscos mais importantes na avaliação. Os riscos para os quais o avaliador é um especialista devem levar menos tempo para analisar.

- ✓ Revisar a análise de surpresas

Frequentemente, um risco específico que a organização ou o avaliador espera ser de alta magnitude não é. Por razões políticas e psicológicas, pode ser útil rever especialmente bem a análise dessas surpresas e tornar as explicações o mais claras possível.

- ✓ A análise de risco deve ser realizada de maneira prudente

O erro de análise de risco mais comum em todos os campos é o excesso de confiança na quantificação. Deve ser declarado um amplo intervalo entre as estimativas altas e baixas, se isso refletir a compreensão do contexto.

- ✓ A incerteza deve ser considerada

Análise de risco significa aceitar que a análise honesta sempre terá incerteza e, em geral, em grande parte, fato este que pode gerar um desconforto.

- ✓ Analisar os limites do estudo

Todas as avaliações de risco são “incompletas”, no sentido de que novas pesquisas, ou novos conhecimentos, surgirão após o término do relatório.

2.2.4 Avaliação dos riscos

A avaliação de riscos é definida na NBR ISO 31000:2009 como processo de comparar os resultados da análise de riscos com os critérios de risco para determinar se o risco e/ou sua magnitude é aceitável ou tolerável.

Segundo o método ABC (CCI, 2009), deve ser dividida em três fases:

1. Comparação entre os riscos, os critérios, expectativas.
2. Avaliação da sensibilidade da priorização para as adequações das atribuições de valores.

3. Avaliação da incerteza, restrições, oportunidades.

Ressalta-se que todas os itens abaixo são relacionados a metodologia ABC, proposta em CCI (2016).

2.2.4.1 Comparação entre os riscos, os critérios e expectativas

- ✓ Comparar os riscos pela MR (Magnitude do Risco)

Realizar a comparação visual de forma a avaliar do MR mais alto ao mais baixo

- ✓ Comparar os riscos pela MR (Magnitude do Risco) com suas implicações

Pode ser separado em 5 níveis: Prioridade Catastrófico, Prioridade extrema, Alta prioridade, Media prioridade, prioridade negligenciável;

- ✓ Quando apropriado, utilizar o critério de aceitável e não aceitável comparando a todos os riscos.
- ✓ Comparação de perda de valor utilizando algum critério técnico

Análise de riscos únicos, com registros técnicos baseados em banco de dados ou outras fontes de dados consistentes, podem ser comparados sua perda de valor com uso de critérios pré-estabelecidos em aceitáveis e não aceitáveis.

- ✓ Comparação do risco com a expectativa para o patrimônio histórico

Uma importante forma de análise de risco pode ser com a comparação ao método tradicional de preservação.

2.2.4.2 Avaliação da sensibilidade da priorização para as adequações das atribuições de valores (CCI, 2016)

- ✓ Reconhecimento e comunicação do problema

Alguns usuários e avaliadores suspeitarão que a atribuição de valor está sendo usada para manipular a priorização de riscos, por isto é importante salientar o papel da atribuição de valor e o fato de que ele pode ser ajustado pela organização a qualquer momento.

- ✓ Usar a atribuição de valor para ilustrar a sensibilidade

Use mudanças de atribuição de valor extremo para ilustrar a função as consequências dos perigos;

- ✓ Reconhecimento que os riscos mais altos tendem a ser menos sensíveis na atribuição de valor

Na prática, os maiores riscos são menos sensíveis às configurações da atribuição de valor, pois riscos como incêndio total e terremoto severo afetam todos os itens do patrimônio de forma semelhante.

- ✓ Identificar onde a sensibilidade surge na atribuição de valor

Se uma alteração significativa na priorização ocorrer com as alterações na atribuição de valor, é necessário a identificação de qual grupo de itens é responsável e a organização deve ser comunicada para direcionar sua atenção para a revisão e refinamento na atribuição de valor, onde é útil fazê-lo.

2.2.4.3 Avaliação da incerteza, restrições, oportunidades (CCI, 2016)

- ✓ Tabela da Magnitude do Risco (MR) versus Incerteza

Classifique os riscos em uma tabela 2x2 como mostrado abaixo:

	Baixa Incerteza	Alta Incerteza
Alto MR (maior ou igual a MR10)	Tratar imediatamente	Rever Imediatamente
Baixo MR (menor ou igual a MR10)	Sem ação	Rever posteriormente

Tabela 8 – Magnitude do Risco X incertezas (CCI, 2016)

Deve ser dividido o MR em categorias alta e baixa usando um critério pré-selecionado, tal como MR 10 apresentado na tabela 8, ou pode ser utilizado qualquer critério que dívida

todos os riscos analisados em dois grupos de tamanho semelhantes. Divida a incerteza de com critério baixa ou alta e proceda conforme apresentado na tabela 8.

- ✓ Revisão das restrições legais

Deve ser reconsiderado o contexto jurídico discutido no estabelecimento da etapa do contexto.

- ✓ Revisão das restrições financeiras

Reconsiderar o contexto financeiro discutido no estabelecimento da etapa do contexto.

A capacidade operacional da organização e a quantidade de recursos financeiros disponíveis provavelmente limitarão o número de riscos que podem ser tratados em um determinado ponto no tempo, mesmo se todos tiverem prioridade igualmente alta para o tratamento. Subsídios externos e / ou fundos internos podem estar disponíveis por um período de tempo limitado e apenas para fins específicos (por exemplo, manutenção de prédios, registro de coleções ou estantes / embalagens).

Estas prioridades orientadas para a oportunidade de tratar os riscos não coincidem necessariamente com as estabelecidas com base em grandezas e incertezas, por isso é importante confrontá-las antes de decidir qual delas tratar.

- ✓ Análise das percepções das partes interessadas

A percepção e tolerabilidade dos riscos pelo público e outras partes interessadas também pode se tornar um fator contextual significativo que afeta a priorização de tratamentos, especialmente quando questões sociais ou ambientais sensíveis estão envolvidas.

- ✓ Análise da percepção da equipe

Às vezes, pode ser útil lidar com riscos que, apesar de possuírem menores magnitudes, podem ser facilmente tratados. Isso dará à equipe responsável pela tarefa baseada em risco uma sensação de realização e aumentará sua motivação para continuar com o gerenciamento de risco.

- ✓ Procurar por conexões entre riscos

Quando dois ou mais riscos têm uma causa comum, ou um fator comum, e na falta de um determinado procedimento, eles podem ter preferência pelo tratamento em relação a outros riscos de magnitudes similares que não apresentam tais semelhanças.

Magnitude do Risco	Implicações gerais da escala	Cor
15 a 13.5	Prioridade Catastrofica: Danos catastróficos a estrutura do patrimônio histórico. Todos ou a maior parte dos valores serão perdidos em poucos anos ou menos.	vermelho
13 a 11.5	Prioridade Extrema: Danos significativos a toda a estrutura do patrimônio histórico ou perda de fração significativa do patrimônio em uma década ou menos. Geralmente ligado ao risco de fogo.	laranja
11 a 9.5	Alta Prioridade: Danos significativos a uma parte do patrimônio histórico. Perda significativa de valor para uma pequena fração do patrimônio histórico pode ocorrer em uma década. Estas pontuações são comuns em instituições onde a conservação preservacionista e de manutenção da edificação comumente não eram prioridade.	amarelo
9 a 7.5	Media Prioridade: Dano moderado ao patrimônio histórico ou probabilidade de perda de valor ao longo de muitas décadas. Essas pontuações referem-se normalmente as melhorias contínuas que até mesmo organizações conscienciosas devem fazer depois de abordar todos os riscos mais altos.	verde
7 a 5.5	Prioridade Negligenciável: Esta classificação deve ser utilizada quando considera-se que o risco de dano é muito pequeno ao patrimônio histórico ou a perda de valor ocorrerá em séculos.	azul

Tabela 9 – Magnitude dos riscos versus escala de implicações

2.2.5 Tratamento dos riscos

Segundo ABNT 31000:2009, O tratamento de riscos envolve a seleção de uma ou mais opções para modificar os riscos e a implementação dessas opções. Uma vez implementado, o tratamento fornece novos controles ou modifica os existentes.

Ou seja, o tratamento de risco é o planejamento e implementação para a redução de risco

2.2.5.1 Identificar as opções de tratamento de risco

- ✓ Selecionar o tipo de tratamento

Segundo CCI (2016), na gestão de risco em geral, existem três grupos de tratamento de risco:

- transferência de risco;
- aceitação de risco;
- redução de risco;

Neste método CCI (2016) se concentrou nos dois últimos, aceitação de risco e redução de risco. A transferência de risco, ou seja, a aquisição de seguros ou o uso de programas de indenização oferecidos por agências governamentais, está além do escopo do método, mas deve ser considerada pela organização ao considerar as implicações financeiras de alguns riscos.

✓ Selecionar os riscos para reduzir

A primeira seleção de riscos a reduzir deverá ter sido realizada durante a etapa de avaliação de riscos, ou seja, foram comparados os riscos a alguns critérios e foram divididos em riscos aceitáveis e inaceitáveis. A etapa de risco de tratamento, no entanto, revela mais dois critérios que influenciarão a avaliação final de quais riscos reduzir:

- a relação custo-benefício das opções
- o custo das opções

Para os riscos aceitáveis, mas limítrofes, é útil desenvolver e avaliar as opções, caso algumas sejam muito eficazes em termos de custos.

✓ Convém para auxiliar no processo de criação ou descobrimento de opções de redução de risco:

- Consultar especialistas
- Realizar brainstorm com colegas
- Procurar por fatores de ampliação e redução em cada risco específico

✓ Realizar estimativa dos custos de opção

Estimar os custos iniciais (capital) e os custos anuais (operação e manutenção) para implementar cada opção, incluindo mão-de-obra, com estimativa de o número de horas por ano para a tarefa, considerando inclusive tarefas de gerenciamento.

2.2.5.2 Quantificar opções de redução de risco

- ✓ Quantificar o risco residual

A quantificação dos benefícios de uma opção é obtida pela quantificação do risco que permanecerá se a opção for implementada, sendo assim deve ser repetida a análise de risco considerando que a opção foi implementada.

- ✓ Desenvolver a opção

Especificar a opção com detalhes suficientes para que possa ser usada para começar a quantificação de seus efeitos sobre o risco.

Segundo CCI (2016), este é um processo iterativo em conjunto com a análise de risco residual descrita a seguir:

- ✓ Análise residual A, frequência ou taxa

Se o risco original foi analisado em termos de um período de tempo fixo, ou o horizonte de tempo, as opções não alteram essa pontuação. A frequência da maioria dos perigos naturais também não pode mudar.

Caso contrário, deverá ser estimado quanto a implementação da opção aumentará o tempo médio entre os eventos ou o tempo para atingir um determinado grau de dano.

- ✓ Análise residual B, perda de valor para cada item afetado

Se o risco original foi analisado em termos de um grau definido de dano, isso não é alterado por nenhuma opção.

Caso contrário, deve ser analisado o dano físico que ainda ocorrerá mesmo se a opção for implementada, e na sequência deverá ser analisado a perda de valor para cada item afetado que resulta desse grau de dano.

- ✓ Análise os C residuais, itens afetados em termos de atribuição de valor no total

Deve ser estimado quais itens ainda serão afetados mesmo após a implementação da opção.

- ✓ Cálculo do MR residual

O novo MR, baseado na soma dos novos escores A, B e C, é o MR do risco residual se a opção for implementada.

- ✓ Quando a redução é perfeita

Se a opção remover todo o risco, não será possível usar as pontuações A, B ou C, pois elas não foram projetadas para expressar uma completa ausência de risco. Simplesmente atribua $MR = 0$.

- ✓ Fornecer estimativas altas e baixas

Assim como a estimativa das pontuações prováveis para A, B e C, devem ser fornecidas estimativas altas e baixas para cada pontuação. Em caso de dúvida, deve ser utilizado a mesma incerteza proporcional que no risco original.

- ✓ Comunicação do raciocínio e fontes

Devem ser claramente esclarecidos a forma como foram desenvolvidas as estimativas de risco residual e citadas as fontes de conhecimento usadas.

2.2.5.3 Avaliação das opções de redução de riscos

Devem ser realizadas as seguintes perguntas com relação as opções de redução de riscos:

- ✓ Quanto reduz o risco?
- ✓ Reduz outros riscos?
- ✓ É viável?
- ✓ É sustentável?
- ✓ Qual é o seu custo anual?
- ✓ Qual é a sua relação custo-benefício?

- ✓ Isso cria novos riscos?

De acordo com as respostas deverão ser analisadas como viáveis ou não para diminuição dos riscos.

2.2.5.4 Planejamento e implementação das ações selecionadas

- ✓ Contexto e comunicação (CCI, 2016)

Deverá ser avaliada a complexidade de implementação de algumas ações, bem como seus agentes de realização, que podem ser de dentro ou de fora da organização conservacionista. A compreensão desse contexto em que os riscos estão sendo gerenciados é importante para a implementação bem-sucedida de um plano de tratamento de riscos.

Sendo muito importante também que os planos de tratamento de risco sejam totalmente integrados aos processos gerais de gestão e orçamento da organização conservacionista. A comunicação é particularmente importante na implementação dos planos de tratamento de riscos, pois normalmente necessitam que haja uma mudança cultural dentro da organização que resultam em mudanças concretas, que precisam ser claramente entendidas e apoiadas em todos os níveis.

2.2.6 Comunicação e monitoramento

- ✓ Monitoramento e revisão dos riscos

A avaliação de risco deve ser repetida regularmente, em busca de melhorias contínuas dos processos.

- ✓ Monitoramento e revisão das fontes de informações

Novos conhecimentos podem alterar a análise de risco e os custos das opções, por isto é importante que o avaliador se mantenha informado de novas tecnologias e atualizações de informações.

- ✓ Monitoramento e revisão da atribuição de valor

A atribuição de valor não é um cálculo fixo, mas o melhor julgamento disponível sobre significância relativa no momento da avaliação. Caso haja mudanças nos itens a atribuição de valor poderá precisar de ajuste.

As opções implementadas devem ser rotineiramente verificadas para avaliação se estão funcionando conforme o esperado e caso necessário deverão ser ajustadas para atender às metas de redução de risco necessárias.

3 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ANÁLISE DE RISCO EM PATRIMÔNIO CULTURAL ARQUITETÔNICO MODERNISTA COM VISTAS À ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

A metodologia proposta será dividida em duas partes, uma delas voltada para o planejamento do processo da análise de risco e outra voltada para o processo de análise de risco em si.

A primeira divisão faz-se importante, pois devido à complexidade da análise de risco todas as etapas para sua realização devem ser planejadas para que ocorram de forma a alcançar a conclusão do estudo. Para esta etapa a metodologia será baseada no método consagrado para gerenciamento de projetos desenvolvido pelo Project Management Institute, aqui denominado **PMI**, adaptado pela autora para a realidade de um projeto de análise de risco para patrimônio cultural (figura 4).

Na segunda divisão será apresentado a metodologia proposta pela autora para o processo de gestão de análise de risco em patrimônio cultural arquitetônico moderno (figura 4). O ciclo PDCA (plan, do, check, act) faz parte das ações para a melhoria contínua do processo e está detalhado no item 3.1.11.

Figura 4 – Macrofluxo da Metodologia proposta.

Entende-se como processo de gestão de análise de risco para patrimônio cultural arquitetônico, aqueles que são organizados e planejados de forma a reduzir a exposição aos perigos que possam ocasionar diminuição ou extinção das características culturais, históricas e sociais do patrimônio em questão.

3.1 Planejamento do processo

Segundo PMI (2019), um projeto é um conjunto de atividades temporárias, que possuem começo e fim definidos em tempo, que realizadas em grupo são destinadas a produzir um produto, serviço ou resultado únicos, sendo que este deve ter escopo e recursos definidos.

Neste sentido, projeto diferencia-se de uma atividade de rotina, pois tem como foco o atingimento de um objetivo particular, sendo que uma equipe de projeto pode ser multidisciplinar, que podem não trabalhar juntas normalmente, de diferentes organizações e/ou geografias.

Com a finalidade de organização do processo de análise de risco, é sugerido que sejam utilizadas antes das etapas que serão apresentadas para gestão do risco, ferramentas de gestão de projeto para auxílio no foco do trabalho e busca de resultados.

Com base na metodologia do PMI (2019), a gestão de projetos pode ser composta de dez áreas de conhecimento:

- Gerenciamento da Integração;
- Gerenciamento de Escopo;
- Gerenciamento de Custos;
- Gerenciamento de Qualidade;
- Gerenciamento das Aquisições;
- Gerenciamento dos Recursos;

- Gerenciamento das Comunicações;
- Gerenciamento de Risco;
- Gerenciamento do Cronograma (tempo);
- Gerenciamento das Partes Interessadas.

3.1.1. Gerenciamento da integração

O gerenciamento da integração é responsável pela Integração de todos os processos das áreas de conhecimento para acompanhamento da eficiência do projeto na busca de seus objetivos. Nesta etapa são definidos o termo de abertura do projeto, planejamento das atividades, entre outros (PMI, 2019).

O termo de abertura é o documento que oficializa o início do projeto, nele estará definido a responsabilidade e autoridade de quem conduzira do projeto, ou seja, o gerente do projeto, bem como outros responsáveis importantes para o andamento do processo.

Nele também deverá ter a formalização dos requisitos iniciais, principais entregas, premissas e restrições do projeto.

No caso da metodologia proposta no presente trabalho para análise de risco de patrimônio cultural arquitetônico modernista, no gerenciamento de escopo deverá ser definida a área “tampão” ou área de influência do patrimônio, caso a mesma já não tenha sido definida no momento de seu tombamento.

A limitação da área e do escopo de estudo deve ser justificada de forma a não comprometer o resultado do mesmo, ou seja, esta etapa deve ser estudada e muito clara para que o resultado da análise de risco não seja conduzido por estas escolhas.

Por outro lado, a limitação também deve considerar que a profundidade da análise de risco também é dependente de recursos disponíveis, tais como acesso a informações, recursos humanos, investimentos financeiros e tempo.

3.1.2. Gerenciamento de escopo

Esta etapa é muito importante, pois nela são definidos claramente os objetivos do trabalho, bem como a forma que irá alcançar os mesmos e como irá mensurar a evolução das atividades programadas para chegar ao objetivo (PMI. 2019).

Basicamente sugere-se que sejam respondidas as seguintes perguntas:

1. Porque devo realizar a análise de risco? Para esta resposta deverão ser considerados o histórico de conservação do patrimônio, bem como possíveis ações futuras.
2. Quais os objetivos desta análise? Nesta resposta devem ser estabelecidos as entregas obrigatórias e desejáveis do estudo.
3. Como irá ser alcançado este objetivo? Considera-se nesta resposta o estabelecimento das atividades que deverão ser realizadas para o alcance do objetivo do estudo.

3.1.3. Gerenciamento de custos

Na gestão de projetos é importante que sejam estimados, estabelecidos e controlados os custos do projeto de forma a garantir o seu término dentro orçamento aprovado.

Este planejamento de Custos na metodologia proposta deve prever possíveis custos de viagens, materiais de estudo, consultorias de especialistas, bem como possíveis ensaios dentre outros custos importantes.

Deverá ser estabelecido um orçamento e cronograma físico financeiro do projeto, os quais deverão ser acompanhados seu desenvolvimento e, se necessário, ocorrer seu redimensionamento ao longo do projeto.

3.1.4. Gerenciamento de qualidade

No gerenciamento de qualidade do projeto serão identificados e estabelecidos os padrões relevantes seguidos ao longo do mesmo.

Nesta etapa convém que os formulários padrões para coleta de informações sejam estabelecidos de forma a garantir a equidade dos dados para que possam ser comparados perante aos mesmos critérios.

Devem estabelecidos formas de verificação do atendimento a estes padrões ao longo do processo e em períodos pré-estabelecidos, os quais podem ser auditados.

3.1.5. Gerenciamento das aquisições

O Gerenciamento das aquisições do projeto inclui os processos necessários para comprar ou adquirir produtos, serviços ou resultados externos à equipe do projeto.

Os processos de gerenciamento das aquisições são descritos da perspectiva do comprador.

Considerando esta etapa em um estudo de análise de risco para patrimônio histórico, é muito importante que sejam estabelecidos os critérios para os fornecedores críticos, os quais ressalta-se os consultores técnicos e laboratórios que devem comprovar sua capacidade técnica através de Atestados atrelados a órgãos competentes, os quais devem ter seus registros disponíveis para análise da equipe de projeto.

É importante também que seja verificado se o fornecedor pode prover a atestado técnico adequado dos serviços que pretenderá realizar.

3.1.6. Gerenciamento dos recursos

De acordo com PMI (2019), o gerenciamento dos recursos do projeto inclui os processos para identificar, adquirir e gerenciar os recursos necessários para a conclusão bem-sucedida do projeto.

Estes recursos incluem a equipe, os materiais, equipamentos e toda a infraestrutura necessária para que o projeto ocorra de acordo com o previsto.

Considerando um projeto para análise de riscos em Patrimônio cultural arquitetônico modernista, nesta etapa deverá ser analisado os momentos e critérios da inserção da equipe multidisciplinar ao processo.

Ressalta-se que nestes recursos deve ser previsto que a análise de risco necessita ser conduzida por equipe competente e experiente, além de ser avaliado a necessidade de ser multidisciplinar.

Deve ser considerado em harmonia com o planejamento das atividades do projeto, o momento e a forma de contratação de cada profissional de acordo com sua etapa. Este planejamento deverá contemplar o atendimento aos critérios de qualificação do fornecedor, que pode ser um consultor muito específico e de local distante.

Caso sejam necessários ensaios, os mesmos devem ser muito planejados de forma diminuir os impactos ao patrimônio, tal como perda de características históricas e culturais.

Convém que os recursos tecnológicos sejam amplamente utilizados, portanto devem ser considerados em meio ao planejamento de recursos.

Deve ser estabelecido também recursos para um local de troca de informações, dados e reuniões da equipe, podendo ser estudada a possibilidade deste espaço ser virtual.

Enfim, todas as atividades voltadas para gestão de recursos deverão ter pessoas com funções e responsabilidades atribuídas com foco no término do projeto.

3.1.7. Gerenciamento das comunicações

Segundo o PMI (2019), o gerenciamento das comunicações do projeto inclui os processos necessários para assegurar que as informações do projeto sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas e organizadas de maneira oportuna e apropriada.

Nesta etapa deverá ser estabelecido um plano de comunicação considerando os diferentes partes interessadas e seus acessos, bem como um plano de contingência de comunicação, caso haja algum evento inesperado.

O objetivo maior do plano de comunicação deve ser o alinhamento das informações com as partes interessadas.

Deverá ser analisado de acordo com a etapa do projeto, quem serão as partes interessadas que devem ser comunicadas, tais como, órgãos governamentais, gestor do patrimônio, investidores, consultores, comunidade, sociedade em geral, entre outros.

O plano deverá garantir a geração, disseminação, armazenamento, recuperação e descarte das informações do projeto.

3.1.8. Gerenciamento de riscos

Segundo o PMI (2019), o gerenciamento dos riscos do projeto inclui os processos de condução do planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas, implementação das respostas e monitoramento dos riscos em um projeto. Seu objetivo é maximizar a exposição aos eventos positivos e minimizar a exposição aos eventos negativos.

A gestão de Risco nesta etapa deverá está voltada para o projeto de análise de risco do Patrimônio cultural arquitetônico, ou seja, não para o objeto de estudo.

Deve-se se atentar, por exemplo, sobre os riscos de não conseguir as autorizações de acesso ao patrimônio dentro do prazo, ou mesmo, da segurança da equipe no momento de realizar as inspeções na estrutura, ou mesmo, de não conseguir todos os recursos necessários.

Estes riscos devem ser levantados, monitorados e planejadas as possíveis respostas com foco no cumprimento do planejamento do projeto.

3.1.9. Gerenciamento do cronograma (tempo)

De acordo com PMI (2019), o gerenciamento do cronograma inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto.

Esta etapa é essencial para o bom andamento do projeto e na busca de seu sucesso.

Na análise de risco de um patrimônio cultural arquitetônico isto poderá ser iniciado com o estabelecimento da data que deverá ser finalizado o projeto e depois as atividades serão distribuídas na janela de tempo entre o início e o fim.

Esta janela de tempo entre o início e o fim, ajudara no estabelecimento dos limites da análise de risco, pois de acordo com o escopo do trabalho em detrimento do tempo e recursos (humanos e financeiros) disponíveis será possível avaliar a profundidade que o estudo deverá ter.

O monitoramento do tempo também é importante para estabelecer o ritmo do trabalho que deverá ser cadenciado, mas, muitas vezes será simultâneo entre as diferentes equipes do projeto.

Muitas vezes todas as equipes devem estar em sincronia, tais como, equipes de historiadores, restauradores, arquitetos, engenheiros, instalações, entre outros.

Sendo assim, poderá ser verificado quando serão as etapas críticas do projeto e planejar como serão transpostas frente a realidade temporal em que o projeto se encontrar.

No cronograma deverão ser considerados todas as características e intempéries que possam comprometer o andamento do projeto, como exemplo, cita-se a chuva que não permite a inspeção de uma laje.

3.1.10. Gerenciamento das partes interessadas

Em PMI (2019) o gerenciamento das partes interessadas é a área de conhecimento responsável por identificar as partes interessadas, priorizá-las e desenvolver estratégias para quebrar suas resistências e aumentar seu engajamento. Além de executar essas estratégias e monitorar as partes interessadas de modo a garantir seu engajamento em todo o projeto.

No projeto da análise de riscos de patrimônio cultural arquitetônico, deve ser realizado um mapeamento de todas as partes interessadas no mesmo e avaliar seus possíveis impactos na realização da análise de riscos, bem como suas mitigações.

Por exemplo, uma das partes interessadas são os órgãos governamentais, portanto, deve ser realizado um estudo documental do patrimônio e se necessário solicitar todas as autorizações no início da análise de risco.

Outra parte interessada, pode ser a comunidade local do patrimônio, portanto deve ser estudada a forma de acesso ao mesmo e a sociedade envolvida.

Caso o patrimônio seja habitado, deve ser estabelecido uma forma de comunicação com a população, bem como no caso de análise de risco da estrutura, estabelecer uma forma de monitoramento da situação das trincas, rachaduras ou outras possíveis patologias enquanto os estudos para a análise de riscos ocorrem.

É importante que haja a comunicação com todas as partes interessadas e suas informações sejam validadas.

Alguns patrimônios históricos arquitetônicos modernistas, por exemplo, da cidade de São Paulo, são prédios invadidos em que pessoas moram e adaptam de forma irregular estes prédios para moradia, tendo em sua maioria, instalações elétricas e hidráulicas inadequadas e que muitas vezes afetam a estrutura do imóvel através de infiltrações e possíveis incêndios devido problemas relacionados a elétrica.

As pessoas que moram nestes prédios são pessoas interessadas também, as quais devem estar contempladas no plano de gerenciamento de partes interessadas e também no plano de comunicação.

3.1.11. *Ciclo PDCA*

Conjuntamente a todas as etapas do planejamento e gestão de risco, pode ser utilizado uma metodologia de qualidade consagrada, que é o PDCA (Planejar (Plan), Fazer (Do), Verificar (Check) e Agir (Act)).

Este ciclo de desenvolvimento que tem foco na melhoria contínua, pode ser utilizado nas diversas fases do trabalho e tem como princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão (TCE PR, 2019).

Ele baseia-se que todas as atividades devem ser planejadas, de acordo com este planejamento deve ser realizada as ações, verificadas se foram realizadas conforme o planejado e conforme o resultado deste monitoramento, devem ser tomadas ações para que os objetivos sejam alcançados.

Figura 5 – Ciclo de PDCA (TCE PR, 2019)

3.2 Processos de gestão de risco para patrimônio cultural

Considerando que já tenha sido realizado o planejamento do estudo adequado, com as áreas de conhecimentos necessárias, dar-se-á início a análise de riscos do patrimônio cultural arquitetônico modernista com foco na estrutura baseando-se na metodologia ABC da UNESCO (CCI, 2016) com as seguintes etapas da NBR ISO 31000:2009:

1. Estabelecimento do contexto;
2. Identificação dos riscos
3. Análise de riscos;
4. Avaliação de riscos / Tratamento do Risco;
5. Monitoramento e Análise para melhoria continua.

3.2.1. Estabelecimento do contexto

Depois de estabelecidos dentro do projeto para a realização da análise de risco, baseando-se nas áreas de conhecimento do PMI, os objetivos, premissas e limites, deverão ser explorados o contexto interno e externo da obra em questão, considerando o estabelecimento do escopo e limites do contexto do estudo de caso.

Segundo CCI (2016), o escopo se refere aos limites dentro dos quais serão analisados, avaliados ou gerenciados os riscos. Estes deverão considerar um horizonte de tempo em relação aos riscos, pois diferentes horizontes de tempo resultarão em magnitude de riscos diferentes e possivelmente diferentes prioridades nos seus tratamentos.

Nesta análise deverá ser avaliado o contexto interno, que é o ambiente interno no qual o gestor do patrimônio busca atingir seus objetivos, por isto deverão ser realizadas entrevistas com os profissionais responsáveis pela edificação, bem como seus usuários e outras partes interessadas.

Nesta etapa também deverão ser alinhadas as expectativas do estudo sobre a realidade na qual a edificação está inserida e também definidos a finalidade do estudo junto aos gestores, bem como seus objetivos.

Convém que o processo de gestão de riscos esteja alinhado com a cultura, processos, estrutura e estratégia da organização conservacionista. O contexto interno é algo dentro da organização que pode influenciar a maneira pela qual gerenciará os riscos (ABNT NBR 31000:2009).

Além do contexto interno, o contexto externo também deve ser considerado. Este é baseado no contexto de toda a organização, porém com detalhes específicos sobre requisitos legais e regulatórios, percepções de partes interessadas e outros aspectos dos riscos específicos para o escopo do processo de gestão de riscos (ABNT NBR 31000:2009).

Com vistas as obras modernistas, além das legislações municipais, estaduais e federais, deverão ser analisadas aspectos históricos e culturais nos quais a obra está inserida, para tanto, sugere-se a pesquisa na base de dados online do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), dentre outras fontes de dados nacionais e internacionais.

Nesta etapa é necessária a análise todo e qualquer documento referente ao patrimônio, bem como os relacionados ao tombamento do imóvel e sua área de influência no entorno dele.

Esta área de influência também conhecida como “Buffer Zone” (UNESCO, 2017), é muito importante que seja definida nesta fase. Para isto, além do acesso aos documentos referentes ao patrimônio, incluindo os do processo de tombamento, é necessário que sejam avaliados os possíveis impactos ao patrimônio devido a interferência de agentes externos, tais como, ações antropogênicas (ação e movimentação de pessoas e de veículos em geral), intemperismo, fenômenos naturais, impactos produzidos por edificações vizinhas e na via pública (alterações das condições do solo, carregamentos não previstos, deslocamentos e ruínas), entre outros.

Para esta avaliação podem ser utilizados mapas para o estabelecimento dos limites territoriais do estudo, bem como uma área fora da “área de influência”, chamada *Outlining* (UNESCO, 2017), ou área externa ao tampão. Estas áreas são muito importantes para a definição do limite das análises de riscos.

Esta definição deve ocorrer conforme mapeamento estratégico do local e de forma a auxiliar na definição do escopo do trabalho.

Nesta etapa convém que seja avaliada a necessidade de criação de categorias para os elementos das áreas tampão e sua área externa, baseadas na setorização do patrimônio com a finalidade de facilitar a limitação da análise de risco. Por exemplo, utilizar uma análise hierárquica, com pontuações de 1 a 5, onde 1 é com menor valor e 5 o maior valor considerando categorias de valores pré-estabelecidas, tais como valores históricos e culturais, entre outros.

Na tabela 10 está um exemplo de categorização de áreas com o uso de análise hierárquica para auxílio na limitação de um estudo de caso.

Áreas	Valores Arqueológicos	Valores Naturais	Valores sociais e de uso	Valores da Paisagem	Perigos	Somatória dos valores	Pontuação de Valores e Ameaças
Area I	5	4	5	4	5	18	23
Area II	5	4	5	5	5	19	24
Area III	5	5	5	5	5	20	25
Area IV	5	4	5	4	4	18	22
Area V	3	4	4	3	3	14	17
Area VI / VII	4	5	4	5	3	18	21
Area VIII	5	5	3	5	2	18	20
Area IX	5	5	4	5	5	19	24

Tabela 10 – Exemplo de análise de valor para limitação de estudo (UNESCO, 2017)

Após a definição do escopo deverá ser realizada análise legal do imóvel, considerando a legislação local, estadual e federal.

Este mapeamento legal deve ser constantemente consultado e atualizado ao longo do processo.

O levantamento do referencial legal, deverá vir acompanhado do levantamento histórico e cultural do patrimônio, considerando seu uso ao longo do tempo e as tecnologias existentes e utilizadas quando da sua construção.

Com a finalidade de auxiliar no início da pesquisa e análise do momento histórico no Brasil comparado a evolução tecnológica dos materiais e técnicas disponíveis no momento da construção da obra, considerando a investigação sobre suas características e possíveis comportamentos, a seguir está uma análise cronológica de alguns marcos cronológicos , no período de 1920 a 1960, que correlacionam a evolução tecnológica da indústria do concreto no Brasil (produção de cimento e normatização) com a produção arquitetônica da arquitetura moderna..

3.2.1.1 Evolução do Concreto e Cimento Portland no período (1922 a 1960)

A necessidade de melhoria de infraestrutura nas cidades no início do século XX foi o grande precursor da necessidade de padronização da qualidade e técnica voltada para concreto armado no Brasil. Certamente um dos marcos iniciais foi em 1905 com a publicação para obras de Saneamento de Santos, redigido por Saturnino de Brito, as "Cadernetas de Instruções e especificações para a construção de Esgotos" (CARNEIRO, 1990).

A partir da década de 1920, os engenheiros que na sua maior parte se dedicavam até então a engenharia ferroviária, portuária e de saneamento, migraram para o concreto armado, gerando uma grande evolução nas estruturas de concreto armado.

Ao mesmo tempo que no campo da arquitetura e artes buscava-se um novo momento, expresso tal como na semana de Arte Moderna de 1922, na engenharia buscavam-se novas tecnologias que viabilizassem o aumento dos vãos e uso de formas não convencionais com o uso do concreto armado.

No Brasil, até 1926, praticamente todo o cimento consumido era importado, vindo de países europeus (Bélgica, Alemanha, Dinamarca, França e Grã-Bretanha). Até então, apenas algumas tentativas regionais de produção de cimento no País haviam ocorrido, mas sem sucesso principalmente devido à dificuldade em competir com o produto importado (BATTAGIN, 2002).

Na Figura 04 está o anúncio no Jornal Estado de São Paulo do ano de 1926, do Cimento Portland importado chamado Cavallo Preto (Arquivo ABCP, 1926)

O ESTADO DE S. PAULO — SÁBADO, 4 DE DEZEMBRO DE 1926

O melhor cimento do mundo!

"CAVALLO PRETO"

Para o **ENFRETEIRO** Inconsciente
qualquer cimento serve

Para o **PROPRIETÁRIO** inteligente
a marca é garantia de solidez e duração

Chamamos a atenção dos srs. construtores em CONCRETO ARMADO, para as analyses que abaixo comparamos cujos resultados jamais foram atingidos por qualquer outra marca:

		Exigencias do Standard In- glo para Cimento Portland		"Resultados do Cavallo Preto"	
		Analise de S. PAIS & Cia. de Curitiba, em Abril de 1925		Analise de Santa Polytechnica de Rio de Janeiro em 28 de Set. de 1925	
Resistencia a compressão	Cimento puro	7 dias	600 lbs.	1004 lbs.	636,5 kilos
	Argamassa normal de 1x3 de areia	28 dias	325 lbs. 570 lbs.	552 lbs. 662 lbs.	396,5 kilos 455,5 kilos
Resistencia a extensão	Cimento puro	7 dias	—	—	35,4 kilos
	Argamassa normal de 1x3 de areia	28 dias	—	—	42,1 kilos 32,1 kilos 35,8 kilos
TEMPO DE INICIO DA PESSA		—	30 minutos	2 3/4 horas	2 3/4 horas
TEMPO FINAL DA LIGA		—	10 horas	3 1/2 horas	4 3/4 horas
EXPANSÃO DEPOIS DE EXPOSTO AO AR		—	10 milímetros	3 milímetros	—
EXPANSÃO DEPOIS DE EXPOSTO AO AR		—	5 milímetros	—	—

Unicos representantes para todo o Brasil e vendedores só para commerciantes!

Paiva Meira & Cia. — S. PAULO

Rua. Libero Badaró, 126 - Phone, 1967, Cent. - Ca'xa, 801

VENDAS PARA CONSUMIDORES:

Sã Martinelli
I. R. F. Matarazzo
E. Lemmo & Cia.
Companhia Construtora de Santos
Seraphim Henrique dos Santos & Cia
Ramos, Svaristo & Cia.

Barros, Meira & Cia.
Barbosa Meira & Cia.
Pedro Romero & Cia.
Nazareth Teixeira & Cia.
Fugassa & Cia. Ltda.

Alcotti & Bresciani
Guedes de Almeida & Cia.
Vianna & Cia.
Ulysses Pellegrini
Pinto Calmon

TACNA E ARICA
NOVO PLANO PARA A SOLUÇÃO DO LITIGIO

Edição de hoje, 23 páginas

Figura 6 – Recorte do Jornal Estado de São Paulo do dia 04/12/1926 do Cimento Portland Importado Cavallo Preto (Arquivo ABCP, 2018)

A primeira fábrica de cimento Portland no Brasil, foi instalada em 1926, sendo que até então o cimento era importado.

As restrições impostas ao povo brasileiro pela Primeira Grande Guerra no uso de produtos essenciais importados, como o cimento, deu início a uma importante fase de desenvolvimento industrial no País, possibilitando a instalação definitiva das fábricas de

cimento, cuja precursora foi a Companhia de Cimento Portland Perus, hoje desativada (BATTAGIN, 2002).

A figura 05 é um recorte de jornal do Estado de São Paulo de 1926, sobre a inauguração da fábrica de Perus (Arquivo ABCP, 2018).

O ESTADO DE S. PAULO

EDITOR: RAFAEL FORTES — JUNIOR DE MENDONÇA FILHO
 DIRETOR-GERENTE: JULIO MESQUITA
 ANNO LII — S. PAULO — SEXTA-FEIRA, 25 DE JUNHO DE 1926 — NÚM. 17.285

CIA. BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND S/A

Acha-se em pleno funcionamento neste Estado, em Perus (S. P. R.) a fábrica de Cimento mais completa e moderna do mundo
 Produção actual, 45.000 barricas mensaes, augmentando a sua produção até o fim do anno a 90.000 por mez
 O cimento será entregue em saccos de 42 1/2 kilos, peso liquido, correspondendo 4 saccos a uma barrica
 A Cia. responsabilisa-se e garante absolutamente a excellente qualidade do seu inigualavel producto

PREÇO POR BARRICA
 posto vagão São Paulo
28\$000
 A Companhia desconta
 1\$000 por cada sacco de-
 volvido, passando então
 ao preço liquido de
24\$000
 por barrica de 170 kilos

VISTA GERAL DA FABRICA

O Cimento Marca "BRASILEIRA" pode ser encontrado nas seguintes casas:

Fronto de Castro e Cia.	Pedro God e Cia.
Brasil Marins e Frazzetta & Cia.	Hainberg, Bock e Cia.
Bomfim, Berti e Cia.	Cia. Mecanica e Importadora
Mateiros e Cia.	Antonio Zullo
Nicolau Masso Netto	

CIMENTO PORTLAND "BRASILEIRA"
 Escola Polytechnica de São Paulo
 Analise feita no laboratorio de Resistencia dos Materiaes com amostra remetida, pelo Sr. Ary r. Torres

RESISTENCIA EM KG POR CM2	
CIMENTO PURO	ARGAMASSA NO-MAL 1:3
Compresso	Extensão
1 dia 28 dia 7 dias 28 dias	1 dia 28 dia 7 dias 28 dias
108.7 127.8 21.9 43.7	108.7 127.8 21.9 43.7

Percentagem de Agua
 Cimento Puro 27.7 %
 Com Agua 16.0 %

Tempo de Fega
 Com Agua 16.0 %
 Com Agua 16.0 %

Peso Especifico
 Medida Litolimada 3.18

Estabilidade de Volume
 Ensaio em agua quente durante 3 horas a temperatura de 100°
 Não houve variação de volume

Resistencia
 Medida de resistencia pela penetração mecanica
 Penetra de 2.0 milhas por cm 2
 Penetra de 2.0 milhas por cm 2

ESCRITORIO PR.V. 2300:
 RUA ALVARES PENTEADO, 33-308
 TELEPHONE CENTRAL 1575 — GABETE P. 1547
 (a 1.ª de cada 1.ª, em Vassalhão para a Rua Libero Badur, 161 e 162)

Figura 7 – Recorte do Jornal Estado de São Paulo do dia 25/07/1926 sobre o funcionamento da fábrica de Perus (Arquivo ABCP, 2018)

Rapidamente a fábrica de Cimento Portland de Perus, que fabricava o cimento chamado “Brasileira” expandiu a fabricação, conforme anuncio apresentado na Figura 06.

Figura 06– Recorte do Jornal Estado de São Paulo do dia 22/04/1929, no qual a Companhia Brasileira de Cimento Portland S/A, anuncia sua expansão (Arquivo ABCP, 2018)

Segue cronologia do cimento Portland no Brasil no período (1920 a 1960):

- ✓ 1926 – Primeira fábrica de cimento no Brasil e Primeira partida de Cimento Portland Comum
- ✓ 1936 – Fundação da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)
- ✓ 1938 – Primeiras normas técnicas brasileiras para Cimento Portland e ensaios MB-1, EB-1 e NB-1
- ✓ 1940 – Fundação da ABNT e publicação da EB-2 (Especificação de Cimento Portland de Alta-Resistência Inicial)
- ✓ 1952 – Primeira partida de Cimento Portland de Alto-Forno (AF) produzida no Brasil
- ✓ 1953 – Fundação do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC)

- ✓ 1954 – Primeira partida de Cimento Portland de Alta-Resistência Inicial (ARI)
- ✓ 1955 – Primeira partida de Cimento Branco (CPB) produzida no Brasil

Do ponto de vista de estruturas de concreto armado, entre os anos de 1925 a 1931 Emilio Baumgart projetou a estrutura de concreto armado do edifício "A noite" e a ponte do Herval sobre o Rio do Peixe (1930) que foram recordes internacionais, utilizando parcialmente a norma Alemã DIN 1045, com inovações devidas principalmente a ele (CARNEIRO, 1990)

Apesar da utilização do concreto armado ter aumentado, ainda havia a necessidade de padronização no país, sendo assim em 1931 foi publicada a norma da Associação Brasileira de Concreto (ABC) coordenada por Jose Furtado Simas e adotada pela Prefeitura do Distrito Federal (Município do Rio de Janeiro). Esta norma foi revista em 1935 e 1937 e adotada pelo Estado do Paraná e prefeitura de Belo Horizonte. No entanto, em 1937 foi publicado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) a norma para execução e cálculo de concreto armado, coordenada por Telemaco Van Langendonck. (CARNEIRO, 1990).

Na tabela 11 estão as características do cimento Portland no ano de 1937 (BATTAGIN, 2002).

Ano	Tipo de cimento	Classe	Quantidade de adições na produção	Resistência mínima			
				Unidade	3 dias	7 dias	28 dias
1937	CP	250	0	(kgf/cm ²)	80	150	250

Tabela 11 – Características do cimento Portland em 1937 (BATTAGIN, 2002)

Em 1938, foi realizada a primeira reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais, na qual foram aprovadas as primeiras normas brasileiras (EB-1 Especificação para Cimento Portland, e MB-1 e MB-2 Métodos de Ensaios de Cimento e de Concreto). Esta reunião ocorreu por iniciativa de Paulo Sá, sendo que em 1939, houve a segunda reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais, Presidida por Humberto Fonseca, com a participação de José Furtado Simas e Telemaco Van Langendonck, na qual foi nomeada uma comissão para elaborar um projeto de norma única para concreto. (BATTAGIN, 2008; CARNEIRO, 1990).

No ano de 1940, durante a terceira reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais coordenada por Paulo de Sá, foi fundada a Associação Brasileira de Normas Técnicas e no mesmo ano foi publicada a Norma Brasileira NB01/1940 - Cálculo e Execução de Concreto Armado, a qual foi a oriunda principalmente da junção das normas da ABC (1931, 1935 e 1937) e da ABCP (1937). Nela foi apresentado o método de cálculo na ruptura (Estádio III) para peças solicitadas por compressão axial e alternativamente também como método para flexão (BATTAGIN, 2002; CARNEIRO, 1990).

3.2.1.2 Relação entre as obras de Arquitetura Modernista e a evolução das normas de concreto no Brasil (1922 a 1960)

Comparando a cronologia do movimento modernista no Brasil em conjunto com a evolução das normas de concreto percebe-se a intensa relação entre a vontade de mudança dos padrões estéticos da arquitetura em conjunto com a necessidade de evolução da técnica para que isto pudesse ser posto em prática.

Ao mesmo tempo que a sociedade indagava por um novo movimento artístico no início dos anos 1920, a mesma necessitava de alteração dos modelos urbanísticos, não somente do ponto de vista de projetos, mas do técnico, para que pudessem oferecer a população a infraestrutura urbana necessária, tal como saneamento. Desta necessidade é que os engenheiros iniciaram os estudos com concreto armado e começaram a se dedicar a este material em detrimento de outras áreas, tais como engenharia ferroviária.

A arquitetura modernista teve seu movimento mais acentuado desde os pioneiros dos anos de 1920 até a construção de Brasília em 1960, com influência do arquiteto Le Corbusier com ideias trazidas da Europa.

A cronologia do movimento modernista foi iniciada nos anos 1920, especificamente no ano de 1922, com a Semana da Arte Moderna transcorrida na cidade de São Paulo, em fevereiro daquele ano –um ano antes de Le Corbusier lançar *Vers une Architecture*–, e encabeçada por Mário de Andrade. Neste mesmo ano ocorreu a Exposição do Centenário da Independência, no Rio de Janeiro.

Ao longo das décadas seguintes, a medida em que o conhecimento sobre o dimensionamento das estruturas de concreto armado avançava, e as técnicas construtivas eram aprimoradas, outros projetos ganhavam relevo e eram viabilizados pelas soluções criativas derivadas das parcerias entre engenheiros e arquitetos.

À época da abertura da primeira fábrica de Cimento em Perus, em 1926, estava sendo projetada e construída a casa modernista em São Paulo, com o projeto do arquiteto Gregory Warchavchic, e o Eng Otto Baumgart estava iniciando a construção das primeiras obras em concreto armado no país, o edifício a Noite no Rio de Janeiro.

Projetada em 1927, a “casa Modernista” situada na Rua pelo na Rua Santa Cruz no Bairro da Vila Mariana em São Paulo, foi construída em 1928 e considerada a primeira residência modernista no Brasil, que surgiu como uma revolução no panorama arquitetônico Paulista. Sua construção ocorreu no ano de 1928. Segundo Bittar (2018), o próprio arquiteto Gregory Warchavchic, em textos posteriores, revelou os artifícios que utilizou para torná-la com a aparência de modernista, pois não havia material nem mão de obra capacitada para execução daquele edifício segundo o idealizado por seu criador. Havia uma platibanda ocultando o telhado, como nos sobrados ecléticos; as janelas não foram produzidas em série; tijolos auxiliavam a concepção estrutural, diferente dos pilares de concreto que compunham uma estrutura autônoma nas edificações que se seguiram à Casa Modernista.

Até este momento não havia norma técnica Nacional para concreto armado, fato que prejudicava a disseminação da técnica, mas em 1931, foi publicada a norma da Associação Brasileira de Concreto (ABC) coordenada por Jose Furtado Simas e adotada pela Prefeitura do Distrito Federal (Município do Rio de Janeiro). Esta norma foi revista em 1935 e 1937 e também adotada pelo Estado do Paraná e prefeitura de Belo Horizonte.

Em 1936, ao mesmo tempo que aconteceu a primeira obra moderna de repercussão nacional que foi o prédio do Ministério da Educação e Saúde – MES, cujo projeto foi realizado no governo de Getúlio Vargas, por uma equipe de arquitetos: Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Carlos Leão, Jorge Moreira e Ernani Vasconcelos, liderados por Lúcio Costa e com assessoria do arquiteto Le Corbusier, neste mesmo ano foi Fundada a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), com o objetivo de incentivar e disseminar o mercado de produtos à base de cimento Portland.

No ano seguinte, em 1937, a ABCP, lançou a norma de para execução e cálculo de concreto armado, coordenada por Telemaco Van Langendonck.

Em 1940 foi fundada a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por iniciativa de Paulo de Sá na terceira Reunião de Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais. Neste mesmo ano foi publicada a NB01/1940 - Calculo e Execução de Concreto Armado, a qual foi a oriunda principalmente da junção das normas da ABC (1931, 1935 e 1937) e da ABCP

(1937). Nela foi apresentado o método de cálculo na ruptura (Estado III) para peças solicitadas por compressão axial e alternativamente também como método para flexão.

Esta norma já norteou a construção do Complexo de Pampulha entre os anos de 1941 a 1944, com o projeto do arquiteto Oscar Niemeyer.

Mas até a década de 1950, embora obras notáveis tenham surgido, o material em si não experimentou grandes inovações tecnológicas, a despeito do fato de que o concreto armado reforçado com fibras e o concreto compactado com rolo surgiram antes desse período (BATAGIN, 2008).

A revisão da NB01, em 1950, proporcionou o aumento nos anos que se seguiram, especialmente entre 1951 a 1954, , fato que justificou a abertura de novas linhas produtivas nas fabricas de cimento no país, bem como novos tipos de cimentos Portland.

O período culminou com a construção de Brasília entre os anos de 1956 a 1960, com o projeto urbanístico do arquiteto Lucio Costa com monumentos e prédios do arquiteto Oscar Niemeyer.

3.2.1.3 Atribuição de Valor

Nesta etapa, em face a toda informações coletadas de projetos, fotos e características técnicas estudadas da obra, convém realizar a atribuição de valor considerando as peças estruturais da obra que será analisada.

Sugere-se que nesta análise, além da quantificação já seja registrado as condições de proteção da mesma, ou seja, avaliado se a elemento possui algum tipo de proteção de revestimento, ou mesmo se suas características arquitetônicas podem protege-la.

Sendo assim, segue a tabela 12 de uma forma de levantamento de informações:

Elemento estrutural	Total de peças	com proteção (%)	sem proteção (%)
Pilar			
Viga			
Casca			
Laje			
Parede			
Viga parede			

Tabela 12 – Atribuição de valor considerado características das peças estruturais

3.2.1.4 Revisão do Planejamento

Com base em todas as informações coletados considerando o contexto interno e externo da obra deverá ser revisado o planejamento das atividades que serão executadas na análise de risco.

Convém que seja realizado um cronograma com todas as atividades, sugerindo que dentre as primeiras estejam a preparação da visita inicial ao patrimônio, a qual deverá ser baseada na análise documental, e a inspeção visual inicial, que deve ser preparada de acordo com as características estruturais da obra.

De acordo com IBAPE (2012), deverá ser estabelecido o nível de inspeção predial de acordo com a sua complexidade, sendo consideradas as características técnicas da edificação, manutenção e operação existentes e necessidade de formação de equipe multidisciplinar para execução dos trabalhos, sendo que os níveis de inspeção predial podem ser classificados em nível 1, nível 2 e nível 3, conforme a seguir:

- Nível 1 – Inspeção Predial de Baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos.

- Nível 2 – Inspeção Predial realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais;
- Nível 3 - Inspeção Predial realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação.

Este planejamento da inspeção visual, poderá ser organizado por elementos estruturais ou setorização dentro do patrimônio.

Outro fator importante a ser considerado deverá ser o planejamento do acesso aos elementos estruturais, pois estes podem estarem em locais de difícil acesso ou necessitar de andaimes, sendo que alguns patrimônios existem proibição de uso dos mesmos.

3.2.2 Identificação dos riscos

Segundo ABNT NBR 31000 (2009), esta etapa é responsável pela identificação das fontes de riscos, áreas de impactos, eventos (incluindo mudanças nas circunstâncias), suas causas e consequências potenciais.

Para esta identificação dos riscos deve-se analisar as documentações legais, administrativas, técnicas, manutenção e operação da edificação.

De acordo com IBAPE (2012), recomenda-se a análise dos seguintes documentos para inspeção predial:

Administrativos:

- Documentação de Tombamento;
- Instituição, Especificação e Convenção de Condomínio;
- Regimento Interno do Condomínio;

- Alvará de Construção;
- Auto de Conclusão;
- IPTU
- Alvará do Corpo de Bombeiros
- Alvará de funcionamento;
- Certificado de Manutenção do Sistema de Segurança;
- Certificado de treinamento de brigada de incêndio;
- Licença de funcionamento da prefeitura
- Licença de funcionamento do órgão ambiental estadual
- Contas de consumo de energia elétrica, água e gás.
- Certificado de acessibilidade.

Técnicos

- Memorial descritivo dos sistemas construtivos;
- Projeto executivo;
- Projeto de estruturas;
- Projeto de Instalações Prediais:
- Instalações hidráulicas;
- Instalações de gás;

- Instalações elétricas;
- Instalações de cabeamento e telefonia
- Instalações do Sistema de Proteção Contra Descargas
- Instalações de climatização;
- Combate a incêndio
- Projeto de Impermeabilização;
- Projeto de Revestimentos em geral, incluída fachadas;
- Projeto de paisagismo.

Manutenção e operação

- Manual de Uso, Operação e Manutenção (Manual do Proprietário e do Síndico);
- Plano de Manutenção e Operação e Controle (PMOC)
- Selos dos Extintores
- Relatório de Inspeção Anual de Elevadores (RIA);
- Atestado do Sistema de Proteção a Descarga Atmosférica - SPDA;
- Certificado de limpeza e desinfecção dos reservatórios;
- Relatório das análises físico-químicas de potabilidade de água dos reservatórios e da rede;
- Certificado de ensaios de pressurização em mangueiras;
- Laudos de Inspeção Predial anteriores;

- Relatórios de ensaios destrutivos e Não destrutivos (END);
- Certificado de ensaios de pressurização em cilindro de extintores.
- Relatório do acompanhamento de rotina da Manutenção Geral;
- Relatórios dos Acompanhamentos das Manutenções dos Sistemas
- Específicos, tais como: ar condicionado, motores, antenas, bombas, CFTV,
- Equipamentos eletromecânicos e demais componentes.
- Relatórios de ensaios da água gelada e de condensação de sistemas de ar
- condicionado central
- Certificado de teste de estanqueidade do sistema de gás
- Relatórios de ensaios preditivos, tais como: termografia, vibrações mecânicas, etc.
- Relatórios dos Acompanhamentos das Manutenções dos Sistemas
- Específicos, tais como: ar condicionado, motores, antenas, bombas, CFTV,
- Equipamentos eletromecânicos e demais componentes.
- Cadastro de equipamentos e máquinas

Além da documentação acima, sempre é muito importante a análise dos documentos de tombamento e outros pertinentes ao patrimônio.

Considerando a análise documental, deve-se realizar a inspeção técnica visual para a identificação inicial das possíveis perigos, seus agentes de deterioração e seus tipos de ocorrência, tal como exemplificado na tabela 13 a seguir:

Elemento estrutural	Agente de Deterioração	Perigo

Tabela 13 – Comparativo inicial dos elementos estruturais X possíveis agentes de deterioração X Perigos

Nesta etapa sugere-se realizar a tabela acima citada separando por elementos estruturais considerando suas localizações, e comparar com os efeitos dos possíveis cenários de exposição aos agentes de deterioração e relacionar aos perigos.

Nesta etapa poderão ser necessários a realização de inspeções técnicas mais aprofundadas, com ensaios específicos para avaliar as características dos danos na estrutura.

Considerando as prerrogativas da NBR 6118:2014 e agentes de deterioração específicos para concreto armado em patrimônio cultural arquitetônico, ressalta-se a utilização dos seguintes agentes:

- Agentes químicos,
- Agentes físicos,
- Agentes mecânicos,
- Agentes biológicos,
- Agentes naturais,
- Agentes antropogênicos; e
- Agentes relacionados ao fogo.

Com base nestes agentes de deterioração, deverão ser desmembrados possíveis Perigos atuais e futuros, após isto classificar suas probabilidades e efeitos, conforme tabela 14 a seguir.

Elemento estrutural	Agente de Deterioração	Perigo	Probabilidade			Efeito			Somatória
			Evento Raro (1)	Evento comum (2)	Efeito acumulativo (3)	Baixo (1)	Severo (2)	Catastrofico (3)	

Tabela 14 – Comparativo inicial dos elementos estruturais X possíveis agentes de deterioração X Perigos X Tipos de perigo

No comparativo inicial dos riscos pode-se estabelecer um critério para que o perigo seja considerado relevante ou não, utilizando uma análise hierárquica com pontuação para cada tipo de probabilidade e efeito. O critério poderá ser baseado no resultado da somatória dos pesos atribuídos para cada probabilidade e efeito, por exemplo, perigos com somatória acima de 3 devem ser considerados relevantes.

Esta etapa está voltada para a captação dos possíveis riscos, portanto, não necessariamente deve ser quantificada, porem este contato inicial com os possíveis perigos, que pode ser realizado com a utilização de uma visita inicial deve ser vastamente fotografado e registrado para que possa dar embasamento ao estudo.

Esta identificação dos riscos deve ser baseada em conceitos técnicos, portanto no próximo item do presente trabalho serão abordados conceitos de durabilidade e vida útil

3.2.2.1 Características da Vida útil do Concreto armado

Segundo FIGUEIREDO (1998), vida útil do concreto armado é o período no qual a estrutura mantém as suas características pela qual foi projetada e construída, sem a necessidade de uma intervenção que onere em grandes custos, sendo realizado somente a manutenção preventiva e sem gastos com a manutenção corretiva, ou seja, não poderá ser objeto de intervenções não planejadas.

O mesmo autor define Durabilidade como a capacidade da estrutura de quando expostos a esforços físicos, químicos, mecânicos, e/ou biológicos, manter as condições para o qual foi projetada e construída ao longo de uma vida útil esperada, sem sofrer deterioração excessiva ou colapso.

Na concepção dos projetos deveriam ser considerados todos os requisitos de durabilidade para que as estruturas de concreto armado sempre alcançassem a vida útil esperada, porem este conceito veio evoluindo ao longo do tempo e muitas vezes não foram totalmente considerados.

De acordo com Helene (2001), o número de estruturas de concreto armado com manifestações patológicas, começou a crescer a partir da década de 1990, como resultado do envelhecimento precoce das construções existentes e construídas nas décadas antecedentes, demonstrando que as exigências e recomendações existentes nas principais normas de projeto e execução de estruturas de concreto vigentes, até o final do século passado, eram insuficientes para garantir a durabilidade das estruturas

Na prática, deveria ser considerado na definição de vida útil de uma estrutura (FIGUEIREDO, 1998):

1. Tipo de degradação a que o concreto estará exposto durante a sua vida útil
2. Definição dos mecanismos de degradação do concreto;
3. Descrição de sua evolução no tempo;
4. Quantificação do grau inaceitável de degradação.

3.2.2.2 Mecanismos de envelhecimento e deterioração

Os mecanismos de deterioração são os responsáveis pelas manifestações patológicas em concreto, as quais variam mediante a interação da sua microestrutura com o meio ambiente a que ele está exposto. Estas variações decorrem ao longo do tempo e a vida útil do concreto sendo considerada finalizada quando suas propriedades tornam o uso deste concreto inseguro ou antieconômico (SAHIUNCO, 2011),

É muito importante na avaliação da estrutura de concreto que se conheça os mecanismos de deterioração ou envelhecimento do concreto que geraram ou poderão gerar as patologias e para que seja possível planejar as ações do plano de restauração de forma eficiente.

De acordo com a norma ABNT NBR 6118:2014, devem ser considerados, ao menos, os mecanismos de envelhecimento e deterioração da estrutura de concreto armado, relacionados a seguir:

3.2.2.3 Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto (ABNT NBR 6118:2014)

3.2.2.3.1 Lixiviação

A lixiviação é o mecanismo em que as águas puras, carbônicas agressivas, ácidas e outras, dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta de cimento, promovendo a degradação do concreto (ABNT NBR 6118:2014).

Este mecanismo é bastante comum em obras modernistas devido o intenso uso de concreto aparente, os quais muitas vezes não possuem suas estruturas protegidas por hidrofugantes ou outro tipo de proteção dos elementos as ações da chuva.

Com a finalidade da sua prevenção é importante minimizar a infiltração de água, protegendo as superfícies do concreto para que não fiquem expostas aos possíveis ataques. Isto pode ser realizado com o uso de hidrofugantes.

Outra ação bastante recomendável é restringir a formação de fissuras e, caso elas já existam, controla-las e mitiga-las o mais rápido possível.

3.2.2.3.2 Expansão por sulfato

Os sulfatos mais comuns são os de cálcio, magnésio e sódio, os quais podem estar presentes na água e no solo (SAHIUNCO, 2011).

A expansão por sulfato é o mecanismo que ocorre por ação de águas ou solos que contenham ou estejam contaminados com sulfatos, que em contato com o concreto promovem ações deletérias de origem expansivas com a pasta de cimento hidratado. Com a finalidade de prevenir esta reação deve ser utilizado o cimento resistente a sulfatos, conforme ABNT NBR 5737 (ABNT NBR 6118:2014).

Nas obras modernistas este fenômeno acontece normalmente devido a ação da água com sulfato na estrutura de concreto aparente, a qual pode ocasionar o deslocamento do concreto ou mesmo ocasionar fissuras que permitem a entrada de água e geram corrosão da armadura.

3.2.2.3.3 Reação álcali-agregado

O concreto com reação álcali-agregado apresenta expansão por ação das reações entre os álcalis do concreto e agregados reativos (ABNT NBR 6118:2014).

Normalmente este concreto apresenta um determinado padrão de fissuração, mas o mecanismo somente poderá ser diagnosticado com a extração de testemunho e uso de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (AGUIAR, 2006).

Estas fissuras nas obras modernistas são encontradas com certa facilidade e isto pode ser devido ao controle de qualidade menos restritivo dos agregados da época. Nesta época eram utilizados mais agregados naturais, provenientes de cavas de rio, e muitas vezes não eram devidamente tratados antes do seu uso.

Caso seja confirmada a reação álcali-agregado, “o projetista deve identificar no projeto o tipo de elemento estrutural e sua situação quanto à presença de água, bem como deve recomendar as medidas preventivas, quando necessárias, de acordo com a ABNT NBR 15577-1” (ABNT NBR 6118:2014).

3.2.2.4 Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura

Os mecanismos de deterioração da armadura são preponderantemente relacionados a despassivação da armadura, a qual pode ocorrer em três diferentes zonas, imunidade, passivação e corrosão. Na zona de imunidade, o metal não se corrói permanecendo estável mesmo quando exposto a diferentes níveis de alcalinidade. A zona de passivação, é a qual o metal se cobre de uma densa camada de hidróxidos e óxidos que atua como barreira de proteção impedindo o progresso da corrosão. Na zona de corrosão, o pH e o potencial eletroquímico dão condições para que a camada de passivação não seja mais estável e a corrosão possa acontecer. (CARMONA, 2005).

3.2.2.4.1 *Despassivação por carbonatação*

A despassivação por ação do gás carbônico da atmosfera sobre o aço da armadura do concreto armado, é chamada de carbonatação. Com a finalidade de prevenir os efeitos do gás carbônico nas armaduras, é necessário dificultar o ingresso dos agentes agressivos ao interior do concreto. O cobrimento das armaduras e o controle da fissuração minimizam este efeito, sendo recomendável um concreto de baixa porosidade (ABNT NBR 6118:2014).

Esse é o mecanismo prevalente de deterioração do concreto do patrimônio moderno de edificações construídas em locais que atualmente são grandes centros metropolitanos. A extensão com que o dano se manifesta é crítica devido, principalmente, ao pequeno cobrimento da armadura e, notadamente presente na maioria das obras modernistas.

Além do deslocamento do concreto, a corrosão de armaduras traz sérias consequências devido à perda de aderência aço/concreto, que pode levar à estrutura a falhas localizadas ou mesmo ao colapso.

3.2.2.4.2 *Despassivação por ação de cloretos*

A ruptura local da camada de passivação, causada por elevado teor de íon cloro é a chamada despassivação por ação de cloretos.

Para preveni-la é importante dificultar o ingresso dos agentes agressivos ao interior do concreto, sendo assim, o cobrimento das armaduras e o controle da fissuração minimizam este efeito. O uso de cimento composto com adição de escória ou material pozolânico é também recomendável nestes casos, pois auxilia na diminuição da porosidade do concreto (ABNT NBR 6118:2014).

3.2.2.5 *Mecanismos de deterioração da estrutura*

Os mecanismos de deterioração da estrutura de concreto são decorrentes das ações de diferentes fatores que devem ser previstas na fase de projeto, considerando características do local de implantação do projeto, produção e caracterização dos insumos, preparação do concreto, execução da estrutura, manutenções preventiva e corretiva, entre outras.

São diversas as ações que atuam sobre as estruturas e que podem gerar deterioração das mesmas.

Estas ações podem ser de origem mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, ação do fogo, entre outras.

As medidas de prevenção devem ser adotadas na fase de projeto, considerando as soluções técnicas específicas tais como uso de juntas de dilatação, isolamento isotérmico, tipo e período de cura, entre outros (ABNT NBR 6118:2014).

3.2.2.5.1 Agressividade do ambiente

As estruturas também podem sofrer o impacto da ação do meio ambiente. O nível de agressividade na região onde a edificação será construída determinará as características do concreto e da estrutura, tais como a relação água e cimento, a espessura do cobrimento da armadura, a resistência à compressão do concreto e a abertura máxima de fissura que devem ser adotadas como premissa para o projeto.

“[...] A agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas[...]” (ABNT NBR 6118:2014).

Nos projetos das estruturas correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado na Tabela 6.1 da ABNT NBR 6118:2014 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe 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).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Tabela 15 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Devido o aumento das cidades, muitas estruturas modernas estão atualmente expostas a ambientes mais agressivos, diferentes dos quais ela foi projetada para suportar, pois não haviam tantos carros nas ruas, os quais geram maior poluição e o adensamento das cidades gerou novos microclimas próximos as edificações, que não existiam na época de sua construção.

Estes novos ambientes devem ser avaliados durante a análise de risco.

3.2.2.5.2 Ação do fogo

Muitas estruturas de obras modernistas estão expostas aos riscos relacionados ao fogo, devido as mudanças de estilo de vida contemporânea, onde utiliza-se muitos eletrônicos e as edificações modernas não contemplavam toda esta necessidade, por isto, muitas delas foram adaptadas quanto a suas instalações elétricas ou se utilizam de extensões e adaptadores que podem ser fonte inicial para incêndios.

As investigações da ação do fogo em estruturas de concreto armado são relativamente recentes; tiveram início na década de 1960 na Suécia de acordo com Silva (2018), um dos pesquisadores de destaque nacional sobre o tema. Em 1990, continua Silva (2018), foi publicada a primeira norma internacional, o Eurocode, e em 2004 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a primeira norma nacional, NBR 15200 Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio, revisada em 2012.

O grande avanço no entendimento sobre o comportamento das estruturas de concreto no incêndio, foi impulsionado por resultados de consistentes pesquisas científicas que, conjugados à normatização sobre o projeto estrutural, têm aumentado o nível de segurança das estruturas de concreto expostas ao incêndio,

No entanto, a inspeção de estruturas incendiadas requer, além da verificação do estado dos elementos estruturais (condição das vinculações, dimensões das seções de concreto, deslocamento do concreto, exposição e perda de seção das armaduras), mas também a análise dos materiais, concreto e aço, que, dependendo da severidade do incêndio, podem ter suas propriedades significativamente comprometidas mesmo que não haja sinais visíveis na superfície do elemento estrutural. Sobre o tema, pesquisas de Battagin e Silveira (2018) feitas com concretos de estrutura submetida a incêndio, ilustram como a investigação da microestrutura do concreto - por meio de análises termogravimétrica e termodiferencial e observação ao microscópio eletrônico de varredura - pode indicar se o material foi afetado

pelo fogo. Alterações nas feições dos agregados, alteração de compostos hidratados do cimento e formação de novas fases são indícios da temperatura a que o material esteve exposto.

A revisão crítica da literatura sobre o tema, feita por Fernandes et al (2017), confirma que alterações da microestrutura do concreto – agregando aos já citados a difração de raios X, porosimetria, petrografia - aliadas aos resultados dos ensaios típicos nos elementos estruturais (esclerometria, resistência à compressão etc), trazem evidências importantes sobre o histórico do incêndio. Ensaio realizados com amostras em diversos estratos da seção transversal do elementos, permitem determinar o gradiente térmico no material e são de interesse à estimava da resistência residual do concreto. Das pesquisas consultadas, os autores concluem que resultados dos ensaios convencionais de resistência à compressão de testemunhos extraídos da estrutura podem não ser representativos da resistência residual do concreto, dadas às prováveis diferenças da integridade do material ao longo da sua seção transversal.

A resistência do concreto também importa. Estudos laboratoriais conduzidos por GIL et al (2018) indicam que para o fenômeno do deslocamento há um valor de resistência crítico de 60,0 MPa. O deslocamento pode ser reduzido em concretos com valores de resistência inferiores, por serem mais permeáveis ao vapor de água gerado durante a queima e menos resistentes à tração. Em concretos com resistências superiores a redução do fenômeno é atribuída à maior resistência à tração e, portanto, à sua capacidade de absorver as tensões responsáveis pelo deslocamento do concreto.

A disposição das armaduras, bem como o já citado levantamento das dimensões dos das seções dos elementos estruturais, são parâmetros importantes para a análise, uma vez que, segundo Silva (2018), “Os principais requisitos [para o dimensionamento de estruturas de concreto em situação de incêndio] são as dimensões mínimas dos elementos estruturais e a distância do centro geométrico das armaduras ao fogo”.

3.2.3 Análise de riscos

Depois de identificados os perigos, os mesmos deverão ser quantificados e nesta etapa ressalta-se a utilização do método ABC para a quantificação de riscos em patrimônios (CCI, 2016).

Nesta etapa serão considerados

A. Frequência ou taxa (para eventos)

B. Perda Fracionaria de valor (efeito do perigo no elemento estrutural)

C. Perda do valor considerando o valor total do ativo patrimonial atual (efeito do perigo em toda a estrutura).

A – FREQUÊNCIA

Considerando estruturas de concreto armado sugere-se que para cada peça seja avaliado se, mantendo as condições atuais dos agentes de deterioração (desconsiderando alguns perigos antropogênicos) e sem intervenção no patrimônio, qual será a pontuação para que chegue ao fim da vida útil, conforme tabela 16.

Pontuação	Tempo estimado para chegar ao final da vida útil	Frequencia do evento em 100 anos
5	1 ano (1 a 2)	100 eventos (60 a 100)
4.5	3 anos (2 a 6)	30 eventos (20 a 60)
4	10 anos (6 a 20)	10 eventos (6 a 20)
3.5	30 anos (20 a 60)	3 eventos (2 a 6)
3	100 anos (60 a 200)	1 evento (0.6 a 2)
2.5	300 anos (200 a 600)	0.3 evento (0.2 a 0.6)
2	1000 anos (600 a 2000)	0.1 (0.06 a 0.2)
1.5	3000anos (2000 a 6000)	0.03 (0.02 a 0.06)
1	10000anos (6000 a 20000)	0.01 (0.006 a 0.02)
0.5	30000anos (20000 a 60000)	0.003 (0.002 a 0.006)

Tabela 16 – Pontuação considerada em relação à frequência

Nos casos de perigos antropogênicos, tais como, depredação da estrutura, deve ser utilizado a frequência que pode ocorrer o evento em 100 anos e correlacionar a pontuação conforme tabela 16.

B – PERDA FRACIONARIA DE VALOR (EFEITO DO PERIGO NO ELEMENTO ESTRUTURAL)

A perda fracionaria de valor na estrutura de concreto armado do patrimônio deve ser analisada considerando o efeito do perigo levantado e as consequências na peça avaliada.

Esta perda fracionaria deve considerar os requisitos técnicos, culturais e históricos do patrimônio cultural arquitetônico.

A pontuação da perda de valor deve considerar a fração desta perda no item analisado, sendo desde a perda total do item afetado pelo perigo analisado até a perda irrisória do valor do item exposto ao perigo, conforme tabela 17 a seguir.

Pontuação	Fração de perda de valor para cada item afetado	Faixa	Definições	Numero de danos que deveria ter para ocorrer uma perda total
5	100%	100% a 60%	Total ou quase perda total de valor em cada item	1
4.5	30%	60% a 20%		3
4	10%	20% a 6%	Grande perda de valor em cada item afetado	10
3.5	3%	6% a 2%		30
3	1%	2% a 0.6%	Pequena perda de valor em cada item afetado	100
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%		300
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena perda de valor em cada item afetado	1000
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%		3000
1	0.01%	0,02% a 0.006%	Vestigio de perda de valor em cada item afetado	10000
0.5	0.00%	0.006% a 0.002%		

Tabela 17 – Perda fracionaria de valor considerando o item analisado

C – PERDA DE VALOR (efeito do perigo em todo o sistema estrutural)

Na metodologia ABC (CCI, 2016), o item C refere-se a análise realizada considerando a consequência do perigo relacionado a todo o patrimônio histórico, portanto para análise da estrutura de concreto é importante considerar os danos acumulados no sistema estrutural da obra.

Esta avaliação considerando a consequência em todo sistema estrutural é muito importante que seja embasada em critérios técnicos relacionados a durabilidade, estabilidade e segurança da obra, bem como em valores culturais e históricos relacionados a obra.

Estes valores devem ser analisados considerando a tabela 18 a seguir:

Pontuação	Fração de perda de valor de toda obra	Faixa	Definições
5	100%	100% a 60%	Total ou maior parte do valor do patrimônio é afetado
4.5	30%	60% a 20%	
4	10%	20% a 6%	Grande parte do valor do patrimônio é afetado
3.5	3%	6% a 2%	
3	1%	2% a 0.6%	Pequena parte do valor do patrimônio é afetado
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%	
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena parte do valor do patrimônio é afetado
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%	
1	0.01%	0.02% a 0.006%	Vestígio de perda do valor do patrimônio
0.5	0.003%	0.006% a 0.002%	

Tabela 18 – Perda de valor considerando todo o patrimônio histórico

D – MAGNITUDE DO RISCO

Com base nas informações coletadas no método ABC, deverá ser realizado a somatória das pontuações atribuídas para ABC e desta forma se tenha o número equivalente a magnitude do risco (MR) que poderá ir de uma escala de 0 a 15, ou seja, $MR=A+B+C$.

Com base nesta pontuação deverá ser realizada a classificação, entre baixa, médio e alto risco relacionado ao perigo, a qual, no caso de estruturas de concreto armado pode-se seguir o conceito de IBAPE (2012):

✓ CRÍTICO

Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil. No caso de patrimônio cultural arquitetônico, acrescentasse o impacto cultural e histórico crítico que a intervenção do perigo poderá causar

✓ MÉDIO

Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce. Soma-se a isto a

possibilidade de perda parcial dos valores históricos e culturais do patrimônio cultural arquitetônico.

✓ BAIXO

Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor histórico e cultural do patrimônio cultural arquitetônico.

3.2.4 Avaliação de riscos

A avaliação de riscos é definida na NBR ISO 31000:2009 como processo de comparar os resultados da análise de riscos com os critérios de risco para determinar se o risco e/ou sua magnitude é aceitável ou tolerável.

Nesta etapa deverá ser avaliado o planejamento inicial do estudo frente seus objetivos, escopo, levantamento legal, financeiro que envolve o projeto.

Deverão ser avaliadas as incertezas da análise considerando a magnitude do risco frente as possíveis incertezas do processo ou mesmo de sua avaliação.

Nesta etapa, de acordo com CCI (2016), recomenda-se a divisão dos riscos em duas classes, uma acima de MR 10, considerado como alto e outra abaixo de MR 10, considerada baixo. Depois deve-se avaliar a incerteza da análise de risco e tomar as ações conforme tabela 19 abaixo:

	Baixa Incerteza	Alta Incerteza
Alto MR (maior ou igual a MR10)	Tratar imediatamente	Rever Imediatamente
Baixo MR (menor ou igual a MR10)	Sem ação	Rever posteriormente

Tabela 19 – Comparativo entre MR e nível de incerteza (CCI, 2016)

3.2.4.1 Priorização para tomada de ações

Nesta etapa é importante que sejam avaliados os riscos e mediante suas Magnitudes de Riscos e suas incertezas, sejam refinadas suas classificações para que desta forma possa haver a priorização dos riscos para tomada de ações.

Na análise de risco para as estruturas de concreto armado, deve ser considerado o estabelecido na NBR 6118:2014, sobre o olhar dos estados limites das estruturas conforme apresentado a seguir.

3.2.4.1.1 Estados-limites

Conforme NBR 6118:2014, na presente metodologia proposta, devem ser considerados os estados-limites últimos e os estados-limites de serviço, os quais serão apresentados a seguir.

3.2.4.1.1.1 Estados-limites últimos (ELU)

A segurança das estruturas de concreto deve sempre ser verificada em relação aos seguintes estados-limites últimos:

- a) estado-limite último da perda do equilíbrio da estrutura, admitida como corpo rígido;
- b) estado-limite último de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, no seu todo ou em parte, devido às solicitações normais e tangenciais, admitindo-se a redistribuição de esforços internos, desde que seja respeitada a capacidade de adaptação plástica definida na NBR 6118:2014, e admitindo-se, em geral, as verificações separadas das solicitações normais e tangenciais; todavia, quando a interação entre elas for importante, ela estará explicitamente indicada na norma citada;
- c) estado-limite último de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, no seu todo ou em parte, considerando os efeitos de segunda ordem;

- d) estado-limite último provocado por solicitações dinâmicas;
- e) estado-limite último de colapso progressivo;
- f) estado-limite último de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, no seu todo ou em parte, considerando exposição ao fogo, conforme a ABNT NBR 15200:2004;
- g) estado-limite último de esgotamento da capacidade resistente da estrutura, considerando ações sísmicas, de acordo com a ABNT NBR 15421:2006;
- h) outros estados-limites últimos que eventualmente possam ocorrer em casos especiais.

3.2.4.1.1.2 Estados-limites de serviços (ELS)

Estados-limites de serviço são aqueles relacionados ao conforto do usuário e à durabilidade, aparência e boa utilização das estruturas, seja em relação aos usuários, seja em relação às máquinas e aos equipamentos suportados pelas estruturas.

A segurança das estruturas de concreto pode exigir a verificação de alguns estados-limites de serviço definidos na NBR 6118:2014.

Em construções especiais pode ser necessário verificar a segurança em relação a outros estados limites de serviço não definidos na NBR 6118:2014.

3.2.4.2 Priorização para tomada de ações X magnitude do risco

Com base nos resultados da análise da Magnitude do Risco e considerando os conceitos de estado limite de uso e estado limite de serviço para estruturas de concreto armado, deverão também serem avaliados os níveis de prioridades de ações, as quais poderão ser separadas em 5 níveis: Prioridade Catastrófico, Prioridade extrema, Alta prioridade, Media prioridade, prioridade negligenciável.

Considerando estruturas de concreto, sugere-se a classificação conforme tabela 20 a seguir:

Magnitude do Risco	Implicações gerais da escala	Cor
15 a 13.5	Prioridade Catastrófica: Danos catastróficos a estrutura do patrimônio cultural arquitetônico. Todos ou a maior parte dos valores serão perdidos em poucos anos ou menos. No caso de estruturas de concreto, alto risco estrutural a estabilidade e segurança das pessoas, bem como do patrimônio cultural arquitetônico. Risco catastrófico de perda do estado limite ultimo da estrutura e/ou do estado limite de serviço, comprometendo a segurança de uso da obra em questão.	vermelho
13 a 11.5	Prioridade Extrema: Danos significativos a toda a estrutura do patrimônio cultural arquitetônico ou perda de fração significativa do patrimônio em uma década ou menos. Geralmente ligado ao risco de fogo, e para estruturas de concreto, também deve ser avaliado o conceito de perda de estado limite ultimo da estrutura e de serviço. Nesta classificação também devem ser avaliadas as deteriorações do concreto armado com vistas as ações fissuras, deslocamentos e perda de seção das armaduras.	laranja
11 a 9.5	Alta Prioridade: Danos significativos a uma parte da estrutura de concreto armado do patrimônio histórico arquitetônico. Perda significativa de valor para uma pequena fração do patrimônio histórico arquitetônico pode ocorrer em uma década. Estas pontuações são comuns em instituições onde a conservação preservacionista e de manutenção da edificação comumente não eram prioridade ou quando a estrutura é exposta a ações antropogênicas, tais como depredação, e ações relacionadas a agentes químicos e biológicos, tais umidade e micro organismos.	amarelo
9 a 7.5	Media Prioridade: Dano moderado a estrutura do patrimônio histórico arquitetônico ou probabilidade de perda de valor ao longo de muitas décadas. Essas pontuações referem-se normalmente as melhorias contínuas que até mesmo organizações conscienciosas devem fazer depois de abordar todos os riscos mais altos. Estas ações relacionadas a estrutura de concreto do patrimônio histórico arquitetônico, são voltadas para manutenções preventivas que devem ser realizadas rotineiramente para a extensão da vida útil da estrutura de concreto do patrimônio analisado	verde
7 a 5.5	Prioridade Negligenciável: Esta classificação deve ser utilizada quando se considera que o risco de dano é muito pequeno a estrutura de concreto armado do patrimônio histórico ou a perda de valor ocorrera em séculos.	azul

Tabela 20 – Classificação de risco com base na magnitude do risco da estrutura de concreto armado do patrimônio histórico arquitetônico

3.2.4.3 Tratamento dos riscos

De acordo com a classificação dos riscos da estrutura de concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico deverão ser estabelecidos as possíveis estratégias de mitigação dos riscos ao que a obra está exposta.

Mediante a classificação de riscos aceitáveis e não aceitáveis, deverá ser realizada a estratégia de mitigação considerando a relação custo-benefício e viabilidade das opções estudadas.

Esta redução dos riscos pode ser estudada por equipe multidisciplinar e deverá conter orçamentos das possíveis ações para que seja a decisão mais adequada.

Este orçamento deve contemplar duas etapas, a primeira de custo inicial para implantação da solução e a segunda para manutenção da solução encontrada.

Infelizmente no Brasil, atualmente não é amplamente utilizado a prática da manutenção preventiva nas estruturas de concreto armado de patrimônios históricos arquitetônicos e muitas vezes esta manutenção não é considerada pelos organismos preservacionistas dentro do Orçamento anual referente a preservação do patrimônio.

A estratégia de mitigação deve auxiliar para que a manutenção seja simplificada, com melhor custo benefício e proporcione que ocorra com o mínimo de intervenção possível, visando a diminuição dos impactos culturais e históricos no patrimônio, bem como, considerando os fatores estéticos da obra.

Segundo CEB (1992), uma alta proporção de problemas estruturais e funcionais analisados por este órgãos são atribuídos a violação de regras reconhecidas de projeto e construção, seja por falta de conhecimento técnico ou a simples falta de atenção, os erros acontecem e poderiam ser evitados através da aplicação de conceitos técnicos sobre projetos e construção que influenciam na manutenção e preservação das estruturas de concreto armado.

As escolhas relacionadas a forma do sistema estrutural influenciam diretamente na durabilidade da estrutura, seja por meio de proteção dos elementos estruturais através de suas formas, ou mesmo escolha de seus materiais e proteções (passivas ou ativas).

Nesta etapa das tratativas para mitigação dos riscos relacionados a estrutura do patrimônio cultural arquitetônico, devem ser permeados pequenas intervenções relacionadas a escolhas de detalhes de projeto que podem aumentar a vida útil das estruturas.

Como exemplo, cita-se a necessidade de corrigir problemas de drenagem da água para que a mesma não se acumule e possa originar patologias na estrutura de concreto armado.

O estilo arquitetônico modernista utiliza estruturas de concreto armado que normalmente carecem de proteção das interfaces entre os sistemas construtivos de estruturaXcomponentes de cobertura, , estruturaXesquadrias, estruturaXvedações, causando acúmulo de água e recorrentes patologias

Outra característica arquitetônica é o uso de platibandas e lajes, as quais muitas vezes não tem o caimento adequado e possuem sistema de drenagem insuficiente, bem como falta de juntas de dilatação que ocasionam trincas relacionadas a movimentação mecânica dos elementos.

As juntas de dilatação devem ser rotineiramente acompanhadas para verificar sua adequabilidade ao longo do tempo.

Estas juntas também devem ser realizadas em grandes empenas e fachadas extensas, e tal como as juntas de dilatação estruturais devem ser acompanhadas ao longo do tempo e se estiverem inadequadas podem ser um local de entrada e acúmulo de água, que podem gerar patologias estruturais.

3.2.4.4 Cálculo do risco residual

Após ser estabelecido a estratégia de mitigação para cada risco, deve-se calcular novamente a Magnitude do risco considerando sua pontuação caso a estratégia fosse implementada.

Sendo assim, o cálculo será:

Magnitude do Risco Residual= A residual + B residual + C residual

Caso a estratégia de diminuição do risco seja embasada em intervenção com obras na estrutura, deve ser considerado que a intervenção deverá ser aprovada antes da sua realização pelos organismos relacionados a preservação de patrimônio histórico, tal como IPHAN, CONDEPHAT, entre outros.

3.2.5 Monitoramento e análise para melhoria contínua

Após a realização da estratégia de mitigações na estrutura do patrimônio cultural arquitetônico modernista, deve ser realizado o monitoramento das ações e riscos levantados para avaliar se as ações tomadas foram adequadas e tiveram seus resultados tal como esperado.

Nesta etapa podem ser estabelecidos métodos de acompanhamento do nível de deterioração da estrutura através de métodos de Ensaio Não Destrutivos, tais como:

- a) Método de potencial eletrolítico;
- b) Esclerometria (SCHMIDT REBOUND HAMMER TEST);
- c) Profundidade de Carbonatação;
- d) Ensaio de permeabilidade;
- e) Ensaio de Resistencia a penetração (PENETRATION RESISTANCE OR WINDSOR PROBE TEST);
- f) Medição de resistividade;
- g) Método eletromagnético de ensaio em concreto;
- h) Radiografia;
- i) Ultrassonografia;
- j) Infravermelho (termografia);
- k) Georadar (GPR);
- l) RADIOISOTOPE GAUGES;
- m) Emissão Acústica;

- n) Tomografia Computadorizada;
- o) Instrumentação através de Strain Gauges;
- p) Entre outros.

Os parâmetros técnicos, considerando os resultados de ensaios, bem como outros, devem ser analisados para verificação se as ações realizadas foram eficazes.

Ressalta-se que deve ser avaliado se o uso de algumas técnicas citadas pode gerar impacto estético no concreto aparente.

Nesta etapa deverão ser estabelecidas as formas de mensurar os resultados das intervenções realizadas com a finalidade de diminuição dos riscos e possível tomada de ação se necessária.

Caso seja considerado que os resultados das ações de mitigação dos riscos não foram suficientes, estas deverão ser reavaliados para buscar melhorias neste processo.

4 CASO: TEATRO CULTURA ARTISTICA

4.1. Planejamento do processo

O estudo de caso para a aplicação do método proposto de análise de risco para patrimônio cultural arquitetônico modernista do presente trabalho terá o Teatro Cultura Artística, obra projetada pelo arquiteto Rino Levi em 1942, com projeto estrutural dos engenheiros F. Arnold Pestalozzi e Erich Reinold Meili (Escritório Técnico de Engenharia Civil Pestalozzi & Meili) e construída entre os anos 1942 a 1950, tem seu endereço na Rua Nestor Pestana, número 236, no Bairro da Consolação, na cidade de São Paulo (Arquivo Arq, 2019).

Esta obra pertencente a Sociedade Cultura Artística, possui grande representatividade para o movimento artístico Brasileiro, bem como para arquitetura modernista no Brasil.

Possui uma fachada com um painel de autoria de Di Cavalcanti, que mesmo após o grande incêndio destruiu a parte interna do teatro em Agosto 2008, manteve-se em pé, juntamente ao Foyer e a fachada do teatro (IPHAN, 2019).

O Teatro Cultura Artística é um marco na história contemporânea das práticas artísticas do Brasil, sendo um símbolo do movimento espontâneo da sociedade para o desenvolvimento de atividades culturais (IPHAN, 2019).

Sendo assim, diante da representatividade da obra, a mesma foi escolhida para ser o estudo de caso do presente trabalho.

Conforme anexo 9, foi solicitado autorização para acesso a obra e dados, os quais foram cedidos pela Sociedade Cultura Artística, Construtora HTB e MFA3.

Considerando o planejamento do trabalho de análise de riscos, estabeleceu-se a seguinte sistemática para as áreas de conhecimento (PMI, 2009).

- Gerenciamento da Integração: Todas as informações serão tratadas e mantidas dentro do âmbito acadêmico e geridas pela autora deste trabalho e sua orientadora; A área de influência relacionada ao tombamento da obra em questão está circunscrita ao terreno do próprio teatro (Ipatrimonio, 2019),

ressalta-se que o limite externo da envoltória será considerado o alinhamento do lote na Rua Nestor Pestana.

- Gerenciamento de Escopo: O escopo do trabalho será a análise de risco da estrutura remanescente do incêndio do teatro, em especial, a estrutura de concreto armado. O objetivo da análise de risco será avaliar os riscos relacionados à estrutura de concreto armado remanescente do teatro com vistas as metas conservacionistas do painel tombado de Di Cavalcanti;
- Gerenciamento de Custos: Em razão da natureza acadêmica do estudo, os custos relacionados ao presente trabalho não foram considerados, sendo assim, não foi necessária a elaboração do cronograma físico financeiro;
- Gerenciamento da Qualidade: são considerados padrões típicos para coleta de informações e planilhas de excell para disposição dos dados;
- Gerenciamento de Aquisições: não foram necessárias terceirizações de ensaios, pois os mesmos foram realizados anteriormente e cedidos para fins acadêmicos;
- Gerenciamento de recursos: Deverá ser realizado o planejamento das atividades e verificado necessidade de recursos específicos;
- Gerenciamento da Comunicação: a comunicação foi feita, preferencialmente, via e-mail com os envolvidos na obra;
- Gerenciamento de riscos: Os riscos relacionados a este objeto de estudo são referentes a dificuldade de disponibilidade de acesso a obra e aos documentos (projetos e documentos de restauração), bem como aos elementos estruturais não totalmente acessíveis em razão da presença das alvenarias.

- Gerenciamento do Cronograma (tempo): O período de aplicação da metodologia com os dados do estudo de caso será de dois meses.
- Gerenciamento das Partes Interessadas: As partes interessadas da análise de risco do Teatro Cultura Artística são os organismos governamentais preservacionistas, a Sociedade Cultura Artística, indivíduos que fazem parte dos os funcionários, artistas, profissionais envolvidos com a produção dos espetáculos, fornecedores de serviços e produtos à entidade, público frequentador do teatro e demais áreas do edifício, as pessoas que vivem e convivem ao redor do teatro, a Universidade, e a sociedade paulistana em geral;

4.2. Processos de gestão de risco para patrimônio histórico

4.2.1. Estabelecimento do contexto

Teatro Cultura Artística era um sonho do grupo homônimo, Sociedade de Cultura Artística, que adquiriu o terreno em 1919. Foi oficialmente inaugurado em duas noites, 8 e 9 de março de 1950, tendo como apresentação da Orquestra Sinfônica de São Paulo regida por Heitor Villa-Lobos e Camargo Guarnieri (Estadão, 2019).

O edifício foi uma das maiores realizações da Sociedade Cultura Artística, entidade criada em 1912 por artistas, intelectuais, jornalistas e empresários paulistanos para estimular a vida cultural da cidade, hoje presidida por Antonio Hermann D. M. de Azevedo⁶.

A Sociedade de Cultura Artística (SCA), uma organização não governamental, sem fins lucrativos e de interesse público de grande porte no setor cultural, que tinha como principal objetivo o apoio à arte brasileira. A SCA dedicava-se a realizar apresentações voltadas às manifestações tradicionais com os mesmos cuidados exigidos em atrações eruditas (IPHAN, 2019).

⁶ Informação acessada em 01/04/2019 no endereço <http://www.culturaartistica.com.br/cultura-artistica/conselho-e-equipe/>.

O local pertencia originalmente ao terreno de Dona Veridiana Prado, aristocrata paulista de família que se enriqueceu durante o ciclo de café. No final do século XIX ela construiu no terreno o Velódromo São Paulo, que recebia corridas de bicicletas mas ficou famoso como primeiro estádio de futebol do Brasil, tendo recebido os jogos do primeiro Campeonato Paulista de 1902. Em 1914 foi desapropriado para a abertura da Rua Nestor Pestana (Estadão, 2019).

Sendo assim o Teatro Cultura Artística seria construído na Rua Nestor Pestana, número 236, no Bairro da Consolação, na cidade de São Paulo, conforme figura 06.

Figura 8 – Localização do Teatro Cultura Artística na Rua Nestor Pestana (Google Earth 18/02/2019)

O Teatro Cultura Artística foi implantado em terreno de geometria irregular, de pequena dimensão, o projeto atendia às necessidades de acomodação das exigências funcionais de um auditório à configuração da área disponível no terreno. “Não se caracterizava como um volume autônomo destacado da estrutura fundiária, mas a ela se adaptava a exemplo de outras obras modernas situadas no centro da cidade, de cujos exemplos, aliás, se destacam obras do próprio Rino Levi, como o Cine Ipiranga e Hotel Excelsior e o Edifício do antigo Banco de São Paulo, na Rua Boa Vista. Distingua-se, deste ponto de vista, de grande parte dos exemplares da arquitetura moderna, notadamente das edificações teatrais, para as quais sempre se buscou explorar a expressão autônoma dos volumes.” (CARRILHO, 2009)

Figura 11 – Planta da sala principal de espetáculos do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (ANELLI, 2019).

Figura 12 –Projeto original corte do Teatro Cultura Artística realizado pelo arquiteto Rino Levi (Arquivo Arq, 2019).

O Teatro Cultura Artística foi projetado para ser uma das melhores salas de concerto da cidade e na época de seu projeto e construção foram utilizados vários recursos técnicos

com a preocupação de distribuir o som com igual intensidade em todos os pontos da sala (CARRILHO, 2009).

O Teatro Cultura Artística tem suas características marcantes da arquitetura modernista, como a estrutura de concreto armado, com pilares deslocados da periferia do edifício, sendo alguns deles redondos e muitas vezes revestidos de pastilhas de vidros.

Figura 13 – Entrada do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).

Figura 14 – Hall de entrada do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).

Figura 15 – Piso superior do Teatro Cultura Artística (Arquivo Arq, 2019).

Na entrada do Teatro, em detrimento ao incentivo as artes, três artistas plásticos foram convidados para elaborar um desenho em um painel com 48 metros de largura e 8 metros de altura, que ficaria em cima da entrada do Teatro, e que sintetizasse as atividades da

Sociedade de Cultura Artística em sua nova sede: Roberto Burle Marx, Di Cavalcanti e Jacob Ruchti (IPHAN, 2019).

Dentre os três, o trabalho de Di Cavalcanti foi o escolhido, e ali desenhado belas mulheres, as musas inspiradoras da arte em um painel intitulado Alegoria das Artes. A mitologia grega descreve nove musas, filhas de Zeus e Mnemonize, a deusa da memória: Calíope (eloquência), Clio (história), Erato (poesia lírica), Tália (comédia), Euterpe (música), Terpsícore (dança), Polímnia (música), Urânia (astronomia) e Melpômene (tragédia) (IPHAN, 2019).

Figura 16 – Vista da rua do Teatro Cultura Artística, rua Nestor Pestana na década de 1970 (Arquivo Arq, 2019).

Figura 17 – Painel de Di Cavalcante chamado Alegoria das Artes na fachada do Teatro Cultura Artística no início dos anos 2000 (IPHAN, 2019).

Desde sua inauguração, o Teatro sofreu danos graves ao longo do tempo, tal como a queda de parte do telhado em 1955, exigindo investimentos para sua manutenção, por meio de aluguel à TV Excelsior até 1970. Após a devolução do imóvel, Rino Levi e Roberto Cerqueira César elaboraram projeto para reforma do Teatro que foi reaberto em 1977 até 2008, quando na madrugada do dia 17 Agosto de 2008 o edifício foi quase destruído por um incêndio de grandes proporções..

Figura 18 – Teatro Cultura Artística durante o incêndio (ANELLI, 2008).

Diante do efeito devastador do fogo, antes de uma análise mais apurada, a notícias traziam algum alento:

Pelo relato da imprensa, o bom senso dos bombeiros conseguiu salvar o painel mural de Di Cavalcanti da destruição imediata (ANELLI, 2008).

Mas observando com mais atenção, o que foi consumido pelo incêndio foi a cobertura do edifício que desabou sobre a plateia, cuja laje conteve o alastramento do incêndio, evitando que fossem atingidos o foyer e o pequeno auditório. Portanto, o incêndio não destruiu completamente o Teatro Cultura Artística (CARRILHO, 2009).

De fato, a partir de vistoria técnica, entre os remanescentes do Teatro ficaram os pavimentos térreo e superior. No pavimento térreo localizava-se a livraria, foyer, sorveteria e demais áreas de utilidades e acessos. No pavimento superior localizavam-se as salas de exposições 1 e 2, foyer antigo, cozinha e demais áreas de utilidades e acessos (MFA3, 2018).

Figura 19 – Remanescentes do Teatro Cultura Artística com indicação da área demolida para a construção do novo teatro (Arquivo Arq, 2019).

Figura 20 – Planta do pavimento térreo dos remanescentes do teatro cultura artística (Cedido pela Sociedade Cultura Artística)

Figura 21 – Planta do pavimento superior dos remanescentes do teatro cultura artística (Cedido pela Sociedade Cultura Artística)

Devido a sua relevância do teatro no cenário cultural local e nacional, após o incêndio houve intensa mobilização em prol do tombamento das partes remanescentes do edifício.

Os processos de tombamento do remanescente do edifício, e as respectivas decisões, foram impulsionados entre os anos de 2009 e 2016, nas três instâncias:

- federal pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN: Processo nº 1603 - T – 10 (Processo nº 01450.008323/2010-96), com manifestação favorável do Conselho Consultivo do Patrimônio Cultural em reunião de 25 de novembro de 2015, e portaria n. 89, de 1º de junho de 2016, do Ministério da Cultura;

- estadual pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico – CONDEPHAAT: Processo nº 33188/95⁷; Resolução de Tombamento SC – 51 de 05 de agosto de 2009;
- municipal pelo Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo – CONPRES: Resolução de Tombamento: Resolução CONPRES 14/2011 acordo com a decisão dos Conselheiros presentes à 523ª Reunião Ordinária, realizada em 08 de novembro de 2011;

Extratos da resolução do Condephaat explicitam as razões que fundamentam o tombamento (SÃO PAULO, 2009):

“[...] O Teatro Cultura Artística desempenhou fundamental contribuição para a metropolização e internacionalização da cultura da Cidade de São Paulo; O Teatro Cultura Artística construído com esforço de gerações, abrigou atividades culturais que marcaram a cena paulista, durante décadas; O edifício que abrigou a sede da Sociedade Cultura Artística, projetado e construído entre 1942 e 1947, é representativo do programa funcional de salas de espetáculo, tendo modernizado o padrão desse tipo de espaço na cidade; O prédio é de autoria de Rino Levi, arquiteto reconhecido por sua contribuição para a arquitetura brasileira do século XX; Integra fachada frontal do prédio, concebido pelo Arq. Rino Levi, painel mural do artista Emiliano Di Cavalcanti; Considerando que a despeito de ter sido destruído por incêndio em agosto de 2008, manteve íntegra sua face voltada para o espaço público, com a qual é identificada pela memória paulista [...]”:

Em 2010, com o projeto “Restauro do painel Alegoria das Artes”, a Oficina de Mosaicos recuperou o painel de Emiliano Di Cavalcanti, mantendo a coesão entre as camadas do mosaico e garantindo sua durabilidade. A ação foi vencedora da etapa nacional da 25ª Edição do Prêmio Rodrigo Melo Franco de Andrade, na categoria Preservação de Bens Imóveis (IPHAN, 2019).

⁷ Segundo registros de Rodrigues (2017, p. 218, 225), o reconhecimento do valor do edifício, como parte do acervo das obras do arquiteto Rino Levi, já era objeto do processo de tombamento nº 33188/95, aberto no CONDEPHAAT em 1994 e em tramitação desde 1995.

As citadas resoluções de tombamento estabeleceram que a área envoltória dos remanescentes da Sede da Sociedade Cultura Artística restringiu-se aos limites do próprio lote SQL 006.012.1019-0 do Mapa Oficial da Cidade de São Paulo,.

Desde antes do incêndio em 2008, havia a intenção de realização de reforma do Teatro Cultura Artística com projeto do Arquiteto Paulo Bruna, que trabalhou com o Arquiteto Rino Levi. No entanto, em torno de 10 anos após o incêndio, mais precisamente em Outubro de 2018, foi iniciada obra, porém com o projeto revisado para adequação à novas condições após incêndio, e sua obra tem previsão de término em 2021 (SAMPAIO, 2017).

Do ponto de vista de concepção estrutural, o arquiteto Paulo Bruna optou pelo uso da estrutura metálica na parte nova da obra, fato que além de racionalizar e aumentar a velocidade da obra, também contribui para diferenciar as estruturas do remanescente do Teatro Cultura Artística as quais são de concreto armado com características típicas da arquitetura modernista.

Em Setembro de 2018, a empresa MFA3 foi contratada para realizar um relatório técnico de avaliação das estruturas dos remanescentes do Teatro, com a finalidade de analisar as condições de integridade dos elementos estruturais visando a implementação de ações de manutenção corretiva de sua estrutura (MFA3, 2018).

Esta avaliação proveu de informações para o projeto de restauração dos remanescentes do Teatro Cultura Artística, o qual será incorporado a parte nova do Teatro.

Figura 22 – Maquete eletrônica do Novo Teatro Cultura Artística com o mural criado por Di Cavalcanti já foi restaurado (SAMPAIO,2017).

A obra do Novo Teatro Cultura Artística será dividida em duas etapas, sendo a primeira com entrega prevista para 2019 e a segunda em 2021.

A primeira fase das obras inclui a estrutura do prédio e foi orçada em R\$ 30 milhões. A segunda fase – com um custo de cerca de R\$ 97 milhões – prevê o restauro das áreas remanescentes do edifício original (o painel de Di Cavalcanti, já foi restaurado), o acabamento e aparelhamento das duas salas de espetáculo, dos espaços comuns, dos bastidores e da área administrativa (EXAME, 2018).

A construtora que está realizando as obras desta primeira fase é a HTB Engenharia e Construção.

4.2.2. Objetivos e limites da análise de riscos

Os objetivos do trabalho foram estabelecidos mediante a análise de documentos e necessidade de análise dos riscos, considerando um patrimônio histórico que sofreu um incêndio de grandes proporções e que atualmente este em um processo de restauração do remanescente deste incêndio em conjunto com uma obra nova com adequação a realidade de um teatro contemporâneo para espetáculos de câmara e que será integrada aos remanescentes do teatro antigo.

Diante disto, o objetivo da análise de risco será avaliar as estruturas de concreto do remanescente, considerando a intervenção no Teatro Cultura Artística como um todo, com foco na estabilidade e segurança estrutural, bem como manutenção das características históricas da obra.

Será considerado como área de influência para a análise de risco a limitação do próprio lote, bem como a rua Nestor Pestana.

A justificativa para esta escolha se deve aos possíveis perigos relacionados as intervenções que ocorrem no próprio lote em detrimento da obra do novo teatro, bem como devido a interferência de acessos de veículos, pessoas e movimentações na Rua Nestor Pestana.

Como área externa a área de influência, será considerado a Praça Roosevelt, pois podem ocorrer perigos nesta área que podem influenciar diretamente ou indiretamente o Patrimônio, através também dos aspectos de visibilidade da obra.

Figura 24 –Vista da rua Nestor Pestana (Autora, 2019)

Figura 25 – Vista da rua Nestor Pestana (Autora, 2019)

Figura 26 – Vista do final da rua Nestor Pestana para a Praça Roosevelt (Autora, 2019)

Figura 27 – Vista do final da rua Nestor Pestana para a Praça Roosevelt (Autora, 2019)

4.2.3. Características dos Remanescentes do Teatro Cultura Artística

Seguem quadros resumos das características da obra:

Natureza da Ocupação	Edificação aberta ao público
Idade da edificação	69 anos de idade (obra de 1950)
Área do remanescente do teatro	Aproximadamente 1.800 m ²
Pavimentos	Térreo e superior
Estrutura	Concreto armado convencional moldado “in loco”
Vedação	Alvenarias
Revestimentos	Térreo:
	Alvenarias com revestimento em argamassa e pintura.
	Superior:
	Alvenarias com revestimento em argamassa e pintura.
	Forro em placas de gesso.

Tabela 21 – Resumo das informações sobre os remanescentes do Teatro Cultura Artística

As informações Técnicas abaixo relacionadas foram apresentadas no relatório técnico realizado pela MFA3 (MFA3, 2018), com as visitas técnicas ocorridas entre 21 a 28/08/2018, e também coletadas nas visitas técnicas da autora do presente trabalho realizadas em Março de 2019.

Os dois momentos de visitas técnicas foram realizados em etapas muito diferentes da obra, pois em agosto de 2018 o canteiro de obra estava sendo mobilizado e em Março de 2019 a obra estava em andamento estando boa parte da estrutura metálica da parte nova já montada.

A diferença de períodos em que a obra foi visitada ajudou nos levantamentos dos perigos relacionados ao estudo de caso, pois foi possível avaliar as atividades as quais os remanescentes estavam expostos, bem como suas possíveis mitigações.

Figura 28 – Fachada da obra com o painel de Di Cavalcanti restaurado e protegido em Março de 2019 (autora, 2019)

Figura 29 – Fachada Lateral Direita do Remanescente em Agosto de 2018 (MFA3, 2018)

Figura 30 – Fachada Lateral Direita do Remanescente em Março de 2019 (autora, 2019)

Figura 31 – Fachada lateral e posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Março de 2019 (autora, 2019)

Figura 32 – Fachada posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Agosto de 2018 (MFA3, 2018)

Figura 33 – Fachada posterior do Remanescentes do Teatro Cultura Artística em Março de 2019 (autora, 2019)

4.2.3.1 Anomalias verificadas nos pavimentos térreos e superior

Nas inspeções técnicas ocorridas em Agosto de 2018 e Março de 2019 nas estruturas de concreto armado foram realizadas de modo a levantar visualmente as anomalias, localizadas conforme apresentado no ANEXO 1 e descritas a seguir:

- Fissuras apresentando posicionamento variado em revestimentos e forros de lajes (face inferior), com aberturas máximas da ordem de 0,2 mm. Estas fissuras podem ser provenientes de movimentações.

Figura 34 – Pavimento Superior - Fissura transversal no forro em gesso (MFA3, 2018).

Figura 35 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior em Agosto de 2018 (MFA3, 2018).

Figura 36 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura longitudinal possivelmente proveniente de movimentação (Autora, 2019)

**Figura 37 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura diagonal na Alvenaria de vedação
(Autora, 2019)**

**Figura 38 – Pavimento Superior – Argamassa com fissura diagonal na Alvenaria de vedação
(Autora, 2019)**

- Armaduras expostas, oxidadas e/ou corroídas com ocorrência em pontos e áreas localizadas de vigas e pilares.

Estas anomalias são decorrentes da inexistência e/ou baixa espessura da camada de cobrimento das armaduras, provenientes da não utilização de espaçadores durante a concretagem da peça. Com a exposição, a barra de aço fica susceptível a ação de agentes agressivos e intempéries, acelerando o processo de corrosão do aço.

Figura 39 – Pavimento Superior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019)

Figura 40 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019)

Figura 41 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019)

Figura 42 – Pavimento Inferior – Viga com armadura exposta e com baixo recobrimento da armadura (Autora, 2019)

- Concreto destacado e armaduras expostas e oxidadas com ocorrência em áreas localizadas de lajes (arquibancada), vigas e pilares.

Foi possível evidenciar que existem ainda alguns trechos de lajes e vigas que denotam pequena espessura do concreto de cobrimento das armaduras, onde já se observam armaduras expostas, com início do processo de oxidação.

Usualmente em decorrência da evolução do processo de corrosão, ocorre a expansão das barras de aço, aumentando seu volume original, gerando fortes tensões no concreto de cobrimento e por consequência pode ocorrer a sua ruptura por tração.

Neste processo inicialmente surgem fissuras na superfície do concreto que normalmente seguem as linhas das armaduras principais, considerando também as relativas aos estribos de pilares e vigas, podendo também surgir manchas de óxido na fissura, realçando o processo corrosivo. Neste sentido, a próxima etapa seria o destacamento do cobrimento da armadura, permitindo cada vez mais a penetração de agentes agressivos, acelerando o processo de degradação das peças estruturais atingidas (MFA3, 2018).

Figura 43 – Pavimento Superior – Pontos de concreto destacado / disgregado, com armaduras expostas e oxidadas, em trecho de borda da laje (MFA3, 2018)

Figura 44 – Pavimento Superior – Vista aproximada da foto anterior - exposição das armaduras por choque mecânico (MFA3, 2018)

Figura 45 – Pavimento Superior – Pontos com exposição de armaduras na face inferior da laje (arquibancada), decorrente de segregação e pequena espessura de cobrimento das armaduras (MFA3, 2018).

Figura 46 – Pavimento Superior – Concreto destacado / disgregado com armadura exposta e corroída, na face inferior da laje (MFA3, 2018).

Figura 47 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior. Observa-se anomalia em grau avançado de deterioração e ponto de infiltração (MFA3, 2018).

- Concreto segregado / armaduras expostas e oxidadas com ocorrência em áreas limitadas de vigas. Algumas das segregações atingem a profundidade das armaduras das peças estruturais.

Normalmente esta anomalia acontece em decorrência da fase de execução das peças em concreto armado, por falhas nos processos de transporte, lançamento e adensamento do concreto, muitas vezes relacionadas à pequena espessura de concreto de cobrimento das armaduras. Sua possível consequência, é a exposição das armaduras das peças e fato que culmina na evolução de processos de corrosão do aço.

Figura 48 – Pavimento Térreo - Concreto segregado e armaduras expostas e oxidadas na face inferior de viga (MFA3, 2018).

- Manchas de umidade, oxidação e possíveis carbonatação verificadas nas faces inferiores das lajes da arquibancada (pavimento superior) e da marquise (pavimento térreo), decorrentes de infiltrações de águas pluviais

Figura 49 – Pavimento Térreo - Manchas de umidade e degradação do revestimento na face inferior da laje da marquise (MFA3, 2018).

Figura 50 – Pavimento Térreo – Vista da face superior da laje da marquise (autora, 2019).

Figura 51 – Pavimento Superior – Manchas de umidade na laje da arquibancada (Autora, 2019)

Figura 52 – Pavimento Superior - Vista aproximada da foto anterior (Autora, 2019)

4.2.3.1.1 Ensaios realizados no concreto

Foram realizados ensaios nos remanescentes para avaliação das características atuais do concreto, com extração dos Corpos de Provas realizados conforme planta apresentada no ANEXO 2.

4.2.3.1.2.1 Avaliação da dureza superficial do concreto - Esclerometria

Foi utilizado para a realização dos ensaio de avaliação da dureza superficial do concreto o esclerômetro de reflexão de Schmidt com base na norma ABNT NBR 7584:1995 – Concreto Endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de Ensaio (MFA3, 2018).

Este método de Ensaio Não Destrutivo (END) é bastante utilizado para avaliar a uniformidade da resistência mecânica do concreto "in loco", sendo praticamente nulos os danos a superfície do concreto, mas os valores obtidos não são precisos já que dependem da uniformidade da superfície, da condição de umidade, da carbonatação superficial e da rigidez do elemento estrutural (Mehta & Monteiro, 2014).

Sendo assim, o ensaio de esclerometria não substitui a determinação da tensão de ruptura à compressão através de corpos de prova cilíndricos, em laboratório.

O equipamento esclerometro funciona de forma muito simples e rápida, realizando um impacto de uma determinada massa com uma dada energia cinética sobre a superfície do concreto, sendo medida a profundidade do entalhe resultante.

Figura 53 – Ensaio de esclerometria realizado em viga do pavimento superior (autora, 2019)

Os resultados dos ensaios nos pilares do pavimento térreo ficaram entre 17,20 Mpa e 21,70Mpa, tendo uma média de 19,15 Mpa.

Ensaio:	EE001	Estrutura:	Pavimento Térreo											Trecho		-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Pilar											Data do Ensaio			28/08/18			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		
Impactos	17	18	18	17	18	17	18	17	18	19	17	18	18	17	17	18		
Posição do Aparelho		Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão			
0		79,20					1,0100					17,80			17,20 MPa			

Ensaio:	EE002	Estrutura:	Pavimento Térreo											Trecho		-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Pilar											Data do Ensaio			28/08/18			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		
Impactos	20	20	20	21	21	21	20	21	20	19	20	20	19	20	20	20		
Posição do Aparelho		Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão			
0		79,20					1,0100					20,32			19,90 MPa			

Ensaio:	EE003	Estrutura:	Pavimento Térreo											Trecho		-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Pilar											Data do Ensaio			28/08/2018			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		
Impactos	17	18	18	18	18	18	18	19	19	18	18	17	18	19	17	17		
Posição do Aparelho		Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão			
0		79,20					1,0100					18,11			17,80 MPa			

Ensaio:	EE004	Estrutura:	Pavimento Térreo											Trecho		-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Pilar											Data do Ensaio			28/08/2018			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		
Impactos	22	22	22	22	22	22	22	21	21	22	21	23	22	22	21	23		
Posição do Aparelho		Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão			
0		79,20					1,0100					22,09			21,70 MPa			

Tabela 22 – Resultado dos ensaios de esclerometria dos pilares do piso térreo (MFA3, 2018).

Os resultados dos ensaios de esclerometria dos pilares do piso superior ficaram em 17,50 Mpa e 21,50Mpa sendo sua média 19,23Mpa

Ensaio:	EE005	Estrutura:	Pavimento Superior										Trecho	-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Viga										Data do Ensaio		28/08/2018			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Impactos	23	22	23	23	22	23	21	22	22	22	23	23	22	21	22	22
Posição do Aparelho	Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão		
0	79,20					1,0100					22,47			21,50 MPa		

Ensaio:	EE006	Estrutura:	Pavimento Superior										Trecho	-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Viga										Data do Ensaio		28/08/2018			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Impactos	17	18	18	17	17	18	18	18	19	18	18	17	18	19	17	17
Posição do Aparelho	Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão		
0	79,20					1,0100					17,92			17,50 MPa		

Ensaio:	EE007	Estrutura:	Pavimento Superior										Trecho	-	Eixo	-
Elemento Estrutural:	Viga										Data do Ensaio		28/08/2018			
Ponto	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Impactos	19	19	19	19	18	18	20	18	19	20	18	19	20	20	18	18
Posição do Aparelho	Índice Esclerométrico Médio					Coeficiente de Correção do Aparelho %					Índice Esclerométrico Médio Efetivo			Resistência à Compressão		
0	79,20					1,0100					19,05			18,70 MPa		

Tabela 23 – Resultado dos ensaios de esclerometria dos pilares do piso superior (MFA3, 2018)

No Anexo 3 está o certificado de calibração do equipamento utilizado.

4.2.3.1.2.2 Determinação da resistência a compressão

Com a finalidade de determinar as propriedades mecânicas relativas à resistência à compressão do concreto, a equipe da MFA3, realizou a extração de 8 (oito) testemunhos de peças estruturais, cada qual, com Ø 75 mm, com utilização de perfuratriz, dotada de broca diamantada, conforme prescrições da Norma ABNT NBR 7680-1:2015 (MFA3, 2018).

Este é um método amplamente utilizado, porém a quantidade de testemunhos, bem como as recomendações para extração dos mesmos com relação a sua localização e cuidados de segurança devem seguir estritamente o definido na ABNT NBR 7680-1:2015

Figura 54 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-01 (MFA3, 2018)

Figura 55 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-02 (MFA3, 2018).

Figura 56 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho em Pilar - CP-03 (MFA3, 2018).

Figura 57 – Pavimento Superior – Extração de testemunho de Pilar - CP-05 (MFA3, 2018).

Figura 58 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho na laje da arquibancada - CP-07 (MFA3, 2018).

Figura 59 – Pavimento Térreo – Extração de testemunho na laje da arquibancada - CP-08 (MFA3, 2018).

Figura 60 – Foto de um dos CPs extraídos (MFA3, 2018).

Devido disparidades de resultados, estes ensaios foram realizados em dois laboratórios distintos, e apresentaram resultados conforme as tabelas a seguir

Ensaio	Elemento	Resistencia estimada
		Fck (MPa)
CP.01	Pilar – Pav ^{to} .Térreo	7,3
CP.02	Pilar - Pav ^{to} Térreo	7,5
CP.03	Pilar - Pav ^{to} Térreo	16,5
CP.04	Pilar - Pav ^{to} Térreo	5,3
CP.05	Pilar - Pav ^{to} Superior	18,4
CP.06	Pilar - Pav ^{to} Superior	CP invalidado
CP.07	Viga - Pav ^{to} Superior	5,4
CP.08	Viga - Pav ^{to} Superior	CP invalidado

Tabela 24 – Ensaios realizados no laboratório 1 (MFA3, 2018)

Ensaio	Elemento	Resistencia estimada
		Fck (MPa)
CP.01	Pilar – Pav ^{to} .Superior	24,5
CP.02	Pilar - Pav ^{to} Superior	26,7
CP.03	Pilar - Pav ^{to} Superior	16,9
CP.04	Pilar - Pav ^{to} Térreo	16,2
CP.05	Pilar - Pav ^{to} Térreo	21,8
CP.06	Pilar - Pav ^{to} Térreo	21,1

Tabela 25 – Ensaaios realizados pelo Laboratório 2 (MFA3, 2018)

Os relatórios completos dos ensaios estão nos anexos 4 (Resultados dos ensaios do laboratório 1) e 5 (Resultados dos ensaios do laboratório 2).

Ressalta-se que os corpos de prova (CP) foram retirados da mesma localização, mas devido possível problema nos ensaios do laboratório 1, eles ficaram muito incoerentes com os resultados dos ensaios de esclerometria, portanto foi solicitado a análise dos testemunhos no laboratório 2, os quais ficaram mais coerentes.

Não é objeto do presente trabalho a análise da causa destas diferenças, porem estes desvios podem ocorrer devido falha no processo extração e composição das amostras, bem como falha no uso da metodologia de ensaio. Considerando que os resultados do laboratório 1 foram inconstantes, provavelmente seria uma falha de método.

Sendo assim, considera-se coerente o uso dos resultados do segundo laboratório para a análise de risco em questão.

4.2.3.1.2.2 Ensaaios de Verificação Profundidade de Carbonatação do Concreto

Segundo CARMONA (2005), as armaduras estão protegidas dentro do concreto devido estarem em ambiente alcalino com pH em torno de 13, condição denominada de passivação, a qual pode ser alterada por ação de agentes externos, tal como, CO₂ atmosférico ou íons cloreto.

Esta reação entre o cimento Portland e o CO₂, tem o nome de carbonatação, e promove a redução do pH da solução intersticial dos poros do concreto e quando atingem a profundidade das armaduras, permitem o desenvolvimento da corrosão (CARMONA, 2005).

Sendo assim, foram realizados ensaios químicos in loco para a determinação do pH do concreto, mediante a utilização de solução de fenolftaleína, aspergida sobre o concreto seco, fraturado no instante da determinação (MFA3, 2018).

Seguem os resultados obtidos nos ensaios de carbonatação nos remanescentes do teatro:

Ensaio	Localização	Elemento	Camada de Concreto de Cobrimento das armaduras (mm)	Camada Carbonatada (mm)
CARB. 01	Térreo	Pilar	Face 1 – 25 mm	Face 1 – 20 mm
			Face 2 – 25 mm	Face 2 – 20 mm
CARB. 02	Térreo	Pilar	15 mm	-x-
CARB. 03	Térreo	Pilar	Face 1 – 20 mm	-x-
			Face 2 – 30 mm	-x-
CARB. 04	Térreo	Pilar	Face 1 – 15 mm	Face 1 – 5 mm
			Face 2 – 30 mm	Face 2 – 5 mm
CARB. 05	Térreo	Pilar	Face 1 – 25 mm	Face 1 – 12 mm
			Face 2 – 25 mm	Face 2 – 20 mm

Tabela 26 – Resultados de ensaios de carbonatação (MFA3, 2018)

Ressalta-se que em nenhum dos pontos ensaiados a profundidade de carbonatação atingiu as armaduras, sendo assim, não representa comprometimento da proteção contra oxidação.

Figura 61 – Ensaio de carbonatação 01 – Detalhe do concreto após a aspersão do indicador químico. O incolor e o rosa claro indicam a carbonatação da camada de concreto de cobrimento (MFA3, 2018).

Figura 62 – Ensaio de carbonatação 02 – Detalhe do concreto após da aspersão do indicador químico. O incolor e o rosa claro indicam a carbonatação da camada de concreto de cobrimento (MFA3, 2018).

Figura 63 – Ensaio de Carbonatação 03 – Após a aspersão do indicador químico, a região roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018).

Figura 64 – Ensaio de Carbonatação 04 –. Detalhe do concreto após a aspersão do indicador químico, a cor roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018).

Figura 65 – Ensaio de carbonatação 05 – Detalhe do concreto após da aspersão do indicador químico, a cor roxa indica a camada de concreto não atingida pela carbonatação (MFA3, 2018)

4.2.4. Identificação dos riscos

Nesta etapa foram analisados os seguintes documentos:

- Documentação de Tombamento;
- Memorial descritivo da restauração e obra nova;
- Cadastramento do patrimônio;
- Estudo de cores;
- Relatório técnico de avaliação da Estrutura
- Projeto as built dos remanescentes
- Plantas do projeto do novo teatro
 - Projeto executivo; Projeto de Instalações Elétricas; Projeto de Instalações Hidráulicas; Iluminação; Acústica; entre outros.
- Relatórios de ensaios destrutivos e Não destrutivos (END);

Com a finalidade de organização na identificação dos riscos os pavimentos foram segmentados em regiões e peças estruturais de forma abrangente, pois conforme escrito anteriormente uma das limitações da análise é o fato das peças estarem com difícil acesso devido o andamento da obra e também em sua maioria as peças estão enclausuradas dentro das paredes.

A setorização foi realizada conforme Anexo 6 (Plantas de setorização dos elementos estruturais), as quais foram baseadas nos croquis a seguir:

Figura 66 – Croqui do pavimento térreo com setorização para a análise de risco

Figura 67 – Croqui do pavimento superior com setorização para a análise de risco.

Considerando a setorização das peças estruturais e suas características, as mesmas ficaram organizadas da seguinte maneira:

Peças estruturais	Total de peças	dentro de alvenaria	fora de alvenaria	Com revestimento
Pilares piso térreo	46	25	21	46
Vigas piso térreo	43	40	3	43
Alvenaria piso térreo	40	na	na	40
Laje cobertura térreo	15	na	na	15
Laje cobertura superior	5	na	na	5
Laje arquibancada piso superior	5	na	na	5
Alvenaria piso superior	18	na	na	18
Pilares piso superior	33	25	8	33
Viga piso superior	19	16	3	19
Vigas arquibancadas piso superior	4	0	4	4

Tabela 27 – Setorização das peças estruturais com resumo das suas características

Considerando a análise documental e a realização da inspeção técnica visual para a identificação das possíveis perigos, seus agentes de deterioração e seus tipos de ocorrência, foi realizada uma tabela comparativa entre os agentes de deterioração, seus perigos e tipos de eventos.

Esta tabela completa, que está no anexo 7, foi utilizada para estabelecer um critério de relevância do perigo para que seja levado até a próxima etapa da análise de risco.

Considerando a pontuação de 1 a 3, foram classificadas as probabilidade e efeitos dos perigos da seguinte maneira:

Probabilidade:

- 1) Evento Raro
- 2) Evento comum
- 3) Efeito cumulativo

Efeito:

- 1) Baixo
- 2) Severo
- 3) Catastrófico

Mediante a pontuação atribuída para a probabilidade e efeito, foi realizada a somatória da pontuação e considerado que os perigos com notas acima de 5 pontos seriam considerados relevantes, por isto continuariam na análise de riscos. Na tabela 29 abaixo estão somente os perigos com notas iguais ou acima de 5.

Os riscos com pontuações inferiores a 5 seriam guardados para serem reavaliados ao longo do tempo.

Peça e localização	Agente de Deterioração	Perigo	Probabilidade			Efeito			Somatoria
			Evento Raro (1)	Evento comum (2)	Efeito acumulativo (3)	Baixo (1)	Severo (2)	Catastrofico (3)	
Laje piso inferior	Quimico	Infiltração de agua proveniente do andar superior			3		2		5
Laje piso superior	Quimico	infiltração de agua proveniente de falha na impermeabilização da laje			3		2		5
Vigas piso superior	Quimico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura			3		2		5
Vigas piso superior	Quimico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão			3		2		5
Pilares piso térreo	Fisico	Colapso dos pilares de uma seção do piso terreo proveniente de sobrecarga no piso superior			3			3	6
Pilares piso térreo e superior	Fisico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metalica)			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Fisico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga			3		2		5
Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga		2				3	5
Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga		2				3	5
Toda a estrutura	Mecanico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso terreo haver colisão com a fundação dos remanescentes		2				3	5
Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios		2				3	5
Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias		2				3	5
Laje piso superior	Fisico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)			3		2		5
Laje piso superior	Fisico	falha no caimento das lajes de cobertura			3		2		5
Laje arquibancada	Fisico	Falha no caimento da laje arquibancada			3		2		5
Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acessos para manutenção		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção		2				3	5

Tabela 28 – Comparativo entre agentes, perigos, probabilidade e efeitos

4.2.5. Análise de riscos

Depois de identificados os perigos, considerando a aplicação da metodologia proposta foi utilizado do método adaptado do ABC (CCI, 2016) para a quantificação de riscos em patrimônios históricos.

4.2.5.1 A - Frequência

Na aplicação da metodologia foram utilizados os critérios da tabela 29 para a análise da frequência considerando a pontuação correspondente ao tempo estimado para chegar ao final da vida útil da peça, tendo mantida as condições atuais dos agentes de deterioração e sem intervenção, conforme tabela 29 a seguir:

Pontuação	Tempo estimado para chegar ao final da vida útil	Frequencia do evento em 100 anos
5	1 ano (1 a 2)	100 eventos (60 a 100)
4.5	3 anos (2 a 6)	30 eventos (20 a 60)
4	10 anos (6 a 20)	10 eventos (6 a 20)
3.5	30 anos (20 a 60)	3 eventos (2 a 6)
3	100 anos (60 a 200)	1 evento (0.6 a 2)
2.5	300 anos (200 a 600)	0.3 evento (0.2 a 0.6)
2	1000 anos (600 a 2000)	0.1 (0.06 a 0.2)
1.5	3000anos (2000 a 6000)	0.03 (0.02 a 0.06)
1	10000anos (6000 a 20000)	0.01 (0.006 a 0.02)
0.5	30000anos (20000 a 60000)	0.003 (0.002 a 0.006)

Tabela 29 – Pontuação considerada em relação a frequência (CCI, 2016).

No anexo 8 está a tabela completa da matriz de risco, com as frequências aplicadas segundo os critérios acima expostos.

A seguir estão as justificativas para as pontuações de frequência:

Os perigos classificados com 5,0 pontos foram os considerados que se ocorrerem poderiam ocasionar o final da vida útil mais rapidamente são os relacionados com incêndio, pois este é repentino e pode acabar drasticamente com a vida útil das estruturas de concreto do patrimônio.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUENCIA
13	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios	destruição da estrutura	5
14	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5
19	Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio	estrutura	5

Tabela 30 – Perigos com frequência de 5,0 pontos

Na sequência com a pontuação 4,5, foram os considerados com a diminuição da seção das armaduras e sobrecarga de peso, pois este já são problemas latentes na estrutura que passou por um incêndio de grande monta e ficou sem o devido tratamento por dez anos, sendo assim a estrutura já está com pontos de processos corrosivos avançados e devido a obra poderia ocorrer sobrepeso em locais específicos da estrutura, tal como o novo uso do piso superior.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUENCIA
4	Vigas piso superior	Quimico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	4.5
5	Pilares piso térreo	Fisico	Colapso dos pilares de uma seção do piso terreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda da estabilidade	4.5
6	Pilares piso térreo e superior	Fisico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda da estabilidade	4.5

Tabela 31 – Perigos com frequência de 4,5 pontos

Com a pontuação 4,0 estão os perigos relacionados a possíveis movimentações de solos e fundações relacionadas a obra do novo teatro, bem como novos deslocamentos de cobrimento de armaduras provenientes de corrosão.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUÊNCIA
3	Vigas piso superior	Quimico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	4
10	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4
11	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4
12	Toda a estrutura	Mecanico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso terreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda da estabilidade	4

Tabela 32 – Perigos com frequência de 4,5 pontos

E finalmente a pontuação 3,5 que são os perigos os quais foram considerados que com sua ação demorará mais tempo para o final da vida útil da estrutura de concreto do patrimônio.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUÊNCIA
1	Laje piso inferior	Quimico	Infiltração de agua proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	3.5
2	Laje piso superior	Quimico	infiltração de agua proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	3.5
7	lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3.5
8	lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metalica)	fissuras na estrutura	3.5
9	lajes do piso térreo e superior	Fisico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3.5
15	Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3.5
16	Laje piso superior	Fisico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)	Corrosão da armadura	3.5
17	Laje piso superior	Fisico	falha no caimento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	3.5
18	Laje arquibancada	Fisico	Falha no caimento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	3.5
20	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	3.5
21	Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acessos para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3.5
22	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3.5

Tabela 33 – Perigos com frequência de 3,5 pontos

4.2.5.2 B - Perda fracionaria de valor (efeito do perigo no elemento estrutural)

Na atribuição da perda fracionaria de valor foram considerados os requisitos técnicos, culturais e históricos do patrimônio cultural arquitetônico para quantificar os efeitos do perigo nos elementos estruturais.

Para tanto foi utilizada a tabela abaixo para estabelecer a pontuação a fração da perda de valor no item analisado, sendo desde a perda total do item afetado pela exposição ao perigo até a perda irrisória do valor do item exposto ao perigo.

Pontuação	Fração de perda de valor para cada item afetado	Faixa	Definições	Numero de danos que deveria ter para ocorrer uma perda total
5	100%	100% a 60%	Total ou quase perda total de valor em cada item	1
4.5	30%	60% a 20%		3
4	10%	20% a 6%	Grande perda de valor em cada item afetado	10
3.5	3%	6% a 2%		30
3	1%	2% a 0.6%	Pequena perda de valor em cada item afetado	100
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%		300
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena perda de valor em cada item afetado	1000
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%		3000
1	0.01%	0.02% a 0.006%	Vestigio de perda de valor em cada item afetado	10000
0.5	0.00%	0.006% a 0.002%		

Tabela 34 – Perda Fracionaria de valor considerando o item analisado (CCI, 2016)

A tabela completa com a matriz de risco, com as pontuações consideradas está no anexo 8.

Igualmente a frequência, na perda de valor fracionaria, os perigos que foram classificados com pontuação 5 são provenientes de incêndio, pois caso os ocorra a perda dos elementos estruturais será total. A pré-existência de eventuais danos estruturais, devidos à exposição ao fogo, potencializam os perigos justificando a sua classificação com o nível máximo de perda.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	PERDA DE VALOR
13	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios	destruição da estrutura	5
14	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5
19	Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio	destruição da estrutura	5

Tabela 35 – Perigos com perda de valor fracionaria de 5,0 pontos

Na sequência estão classificados os perigos com pontuação 4,0 que são os relacionados a perda de seção da armadura por corrosão do aço, falta de manutenção e acesso para a mesma, bem como verba para ela. Esta pontuação foi em decorrência de que estes perigos podem agir com muita influência da pré-existência de danos em alguns elementos estruturais que já estão em processo de degradação.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	PERDA DE VALOR
4	Vigas piso superior	Quimico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	4
20	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	4
21	Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acessos para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	4
22	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	4

Tabela 36 – Perigos com perda de valor fracionaria de 4,0 pontos

As pontuações 3,5 foram atribuídas aos perigos relacionados a movimentação de solos e falhas na recuperação de estruturas. Isto foi atribuído porque nas escavações alguns elementos estruturais, principalmente relacionados a fundação e pilares do piso térreo, podem ser atingidos devido ao uso e, eventual, colisão de maquinários pesados. A localização foi colocada como toda a estrutura por que suas consequências são maiores do que no elemento individual e está colisão pode ocorrer em toda a estrutura.

As falhas na recuperação também podem ter influências consideráveis nos elementos estruturais, tais como uso de material inapropriado para recuperação de cobrimento de armadura com coloração e resistência distinta da original que pode além de impactar esteticamente o pilar também pode ocasionar trincas e deslocamento do recobrimento, possibilitando a infiltração de água e corrosão da armadura.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	PERDA DE VALOR
10	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	3.5
11	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	3.5
12	Toda a estrutura	Mecanico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso terreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda da estabilidade	3.5
15	Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3.5

Tabela 37 – Perigos com perda de valor fracionaria de 3,5 pontos

Com pontuação 3,0 ficaram os perigos relacionados a falha de drenagem e infiltração de água, sobrecarga de peso, movimentação de estrutura e perda de cobrimento de armadura. Estes foram atribuídos peso 3,0, pois são bastante representativos, mas seus impactos ocorrem com a ação do tempo.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	PERDA DE VALOR
1	Laje piso inferior	Químico	Infiltração de água proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	3
2	Laje piso superior	Químico	infiltração de água proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	3
3	Vigas piso superior	Químico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	3
5	Pilares piso térreo	Físico	Colapso dos pilares de uma seção do piso térreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda da estabilidade	3
6	Pilares piso térreo e superior	Físico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda da estabilidade	3
7	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3
8	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metálica)	fissuras na estrutura	3
9	lajes do piso térreo e superior	Físico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3
16	Laje piso superior	Físico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)	Corrosão da armadura	3
17	Laje piso superior	Físico	falha no caimento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	3
18	Laje arquibancada	Físico	Falha no caimento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	3

Tabela 38 – Perigos com perda de valor fracionária de 3,0 pontos

4.2.5.3 C – Perda de valor (efeito do perigo em todo o sistema estrutural)

Na análise de perda de valor foram consideradas as consequências dos perigos acumulados em todo o sistema estrutural embasando-se em critérios técnicos relacionados a durabilidade, estabilidade e segurança da obra, bem como em valores culturais e históricos relacionados a obra.

Os critérios para esta pontuação estão apresentados na tabela 39 .

Pontuação	Fração de perda de valor de toda obra	Faixa	Definições
5	100%	100% a 60%	Total ou maior parte do valor do patrimonio é afetado
4.5	30%	60% a 20%	
4	10%	20% a 6%	Grande parte do valor do patrimonio é afetado
3.5	3%	6% a 2%	
3	1%	2% a 0.6%	Pequena parte do valor do patrimonio é afetado
2.5	0.30%	0.6% a 0.2%	
2	0.10%	0.2% a 0.06%	Muito pequena parte do valor do patrimonio é afetado
1.5	0.03%	0.06% a 0.02%	
1	0.01%	0,02% a 0.006%	Vestigio de perda do valor do patrimonio
0.5	0.003%	0.006% a 0.002%	

Tabela 39 – Perda de valor considerando todo o patrimônio histórico (CCI, 2016).

Assim como na análise da frequência e perda de valor fracionaria, o efeito do perigo em toda a estrutura da obra, obteve pontuação 5 para os perigos relacionados a incêndio.

Esta pontuação foi atribuída devido as consequências de um incêndio em toda a estrutura.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
13	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios	destruição da estrutura	5
14	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5
19	Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio	destruição da estrutura	5

Tabela 40 – Perigos com perda de valor de 5,0 pontos

Esta pontuação foi seguida pelo 4,0, a qual foi atribuída ao perigo de sobrecarga de peso que poderia resultar no colapso em uma seção de pilares do térreo, sendo assim teria grande consequência no sistema estrutural.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
5	Pilares piso térreo	Físico	Colapso dos pilares de uma seção do piso térreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda da estabilidade	4

Tabela 41 – Perigos com perda de valor de 4,0 pontos

A pontuação 3,5 foi atribuída para os perigos relacionados a movimentação de solo, conexões entre as estruturas novas e as antigas, e falta de verba para manutenção, os quais podem ter consequências grandes na estrutura.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
8	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metálica)	fissuras na estrutura	3.5
9	lajes do piso térreo e superior	Físico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3.5
10	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	3.5
11	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	3.5
22	Toda a estrutura	Antropogênico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3.5

Tabela 42 – Perigos com perda de valor de 3,5 pontos

Foram atribuídas pontuações 3, aos perigos relacionados a zona de transição entre os elementos estruturais bem como falhas de manutenções com possíveis consequências pequenas na estrutura,

ANÁLISE DE RISCOS					
NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
7	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3
12	Toda a estrutura	Mecânico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso térreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda da estabilidade	3
15	Toda a estrutura	Antropogênico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3
20	Toda a estrutura	Antropogênico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	3

Tabela 43 – Perigos com perda de valor de 3,0 pontos

Seguido está a pontuação de 2,5, a qual foram elencados os perigos relacionados a drenagem de água, sobrecargas, corrosão e dificuldade de acesso para manutenção. Estes foram pontuados desta forma porque são perigos localizados.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
3	Vigas piso superior	Químico	Deslocamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	2.5
4	Vigas piso superior	Químico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	2.5
6	Pilares piso térreo e superior	Físico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda da estabilidade	2.5
16	Laje piso superior	Físico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)	Corrosão da armadura	2.5
17	Laje piso superior	Físico	falha no caimento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	2.5
18	Laje arquibancada	Físico	Falha no caimento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	2.5
21	Toda a estrutura	Antropogênico	Dificuldade de acessos para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	2.5

Tabela 44 – Perigos com perda de valor de 2,5 pontos

Os perigos que foram classificados com pontuação 2,0, foram os relacionados a infiltração e foram considerados com esta pontuação devido ser um dano localizado.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	ITENS AFETADOS
1	Laje piso inferior	Químico	Infiltração de água proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	2
2	Laje piso superior	Químico	infiltração de água proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	2

Tabela 45 – Perigos com perda de valor de 2,0 pontos

4.2.5.4 Magnitude do risco

Com base nas informações coletadas no método ABC, foi realizada a somatória das pontuações atribuídas para ABC e desta forma chegou-se ao equivalente a magnitude do risco (MR) que poderá ir de uma escala de 0 a 15.

Com base nesta pontuação foi realizada a classificação da Magnitude de Risco, entre baixa, médio e crítico, com o seguinte critério:

Crítico: Magnitude de Risco maiores ou iguais a 10

Médio: Magnitude de Risco entre maior que 5 e menor que 10

Baixo: Magnitude de Risco menor ou igual a 5

✓ **CRÍTICO:** Magnitude de Risco maiores ou iguais a 10

Os riscos considerados críticos foram os relacionados a incêndio, movimentação de solos, falta de manutenção e falta para verba para a mesma, sobrecarga de peso e diminuição de seção da armadura.

Estes riscos ficaram coerentes com a metodologia proposta, pois podem provocar danos excessivos contra o patrimônio histórico, bem como a saúde e segurança das pessoas.

Também podem ocasionar o comprometimento sensível de vida útil, perda excessiva de desempenho e funcionalidade, bem como o aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação, além de grande impacto cultural e histórico crítico.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUENCIA	PERDA DE VALOR	ITENS AFETADOS	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO
4	Vigas piso superior	Quimico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	4.5	4	2.5	11	Crítico
5	Pilares piso térreo	Fisico	Colapso dos pilares de uma seção do piso térreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda da estabilidade	4.5	3	4	11.5	Crítico
10	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4	3.5	3.5	11	Crítico
11	Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4	3.5	3.5	11	Crítico
12	Toda a estrutura	Mecanico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso térreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda da estabilidade	4	3.5	3	10.5	Crítico
13	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico
14	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico
19	Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico
20	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	3.5	4	3	10.5	Crítico
22	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3.5	4	3.5	11	Crítico

Tabela 46 – Riscos considerados com Magnitude de Riscos considerados críticos

✓ MÉDIO

Os riscos considerados com magnitude de riscos médio são os relacionados a drenagem e infiltração de água, movimentação de cargas entre a estrutura nova e o remanescente do teatro, deslocamento do concreto de cobertura da armadura, realização de recuperação estrutural errada e dificuldade de acesso para manutenção.

As classificações da magnitude dos riscos também ficaram coerentes, pois podem provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade do patrimônio e deterioração precoce, além de perda parcial dos valores históricos e culturais do patrimônio cultural arquitetônico.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUENCIA	PERDA DE VAL	ITENS AFETAD	Magnitude do Ri	GRAU DE RISCO
1	Laje piso inferior	Quimico	Infiltração de água proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	3.5	3	2	8.5	Médio
2	Laje piso superior	Quimico	infiltração de água proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	3.5	3	2	8.5	Médio
3	Vigas piso superior	Quimico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	4	3	2.5	9.5	Médio
6	Pilares piso térreo e superior	Fisico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda da estabilidade	4.5	3	2.5	10	Médio
7	lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3.5	3	3	9.5	Médio
8	lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metálica)	fissuras na estrutura	3.5	3	3.5	10	Médio
9	lajes do piso térreo e superior	Fisico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3.5	3	3.5	10	Médio
15	Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3.5	3.5	3	10	Médio
16	Laje piso superior	Fisico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)	Corrosão da armadura	3.5	3	2.5	9	Médio
17	Laje piso superior	Fisico	falha no caimento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	3.5	3	2.5	9	Médio
18	Laje arquibancada	Fisico	Falha no caimento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	3.5	3	2.5	9	Médio
21	Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acessos para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3.5	4	2.5	10	Médio

Tabela 47 – Riscos considerados com Magnitude de Riscos considerados médios

✓ BAIXO

Nenhum dos riscos analisados foram considerados baixos.

4.2.6. Avaliação de riscos

Foram avaliados os resultados da magnitude de riscos mediante ao objetivo e escopo da análise de riscos, bem como a toda a documentação técnica e legal do patrimônio.

Também foram avaliadas as incertezas dos riscos levantados, as quais foram consideradas baixas, pois possuem grande embasamento técnico.

A incerteza relacionada aos riscos levantados deve-se ao fato deste estudo não ter sido realizado por equipe multidisciplinar devido ser um trabalho acadêmico, no entanto foi embasado tecnicamente em toda documentação existente, bem como nas visitas técnicas realizadas.

4.2.6.1 *Priorização para tomada de ações X Magnitudes do risco*

Considerando os resultados da análise de Magnitude do Risco, foi realizada a priorização dos riscos que devem ser tomadas as ações, de acordo com a tabela abaixo:

Magnitude do Risco	Implicações gerais da escala	Cor
15 a 13.5	Prioridade Catastrófica: Danos catastróficos a estrutura do patrimônio cultural arquitetônico. Todos ou a maior parte dos valores serão perdidos em poucos anos ou menos. No caso de estruturas de concreto, alto risco estrutural a estabilidade e segurança das pessoas, bem como do patrimônio cultural arquitetônico. Risco catastrófico de perda do estado limite ultimo da estrutura e/ou do estado limite de serviço, comprometendo a segurança de uso da obra em questão.	vermelho
13 a 11.5	Prioridade Extrema: Danos significativos a toda a estrutura do patrimônio cultural arquitetônico ou perda de fração significativa do patrimônio em uma década ou menos. Geralmente ligado ao risco de fogo, e para estruturas de concreto, também deve ser avaliado o conceito de perda de estado limite ultimo da estrutura e de serviço. Nesta classificação também devem ser avaliadas as deteriorações do concreto armado com vistas as ações fissuras, deslocamentos e perda de seção das armaduras.	laranja
11 a 9.5	Alta Prioridade: Danos significativos a uma parte da estrutura de concreto armado do patrimônio histórico arquitetônico. Perda significativa de valor para uma pequena fração do patrimônio histórico arquitetônico pode ocorrer em uma década. Estas pontuações são comuns em instituições onde a conservação preservacionista e de manutenção da edificação comumente não eram prioridade ou quando a estrutura é exposta a ações antropogênicas, tais como depredação, e ações relacionadas a agentes químicos e biológicos, tais umidade e micro organismos.	amarelo
9 a 7.5	Media Prioridade: Dano moderado a estrutura do patrimônio histórico arquitetônico ou probabilidade de perda de valor ao longo de muitas décadas. Essas pontuações referem-se normalmente as melhorias contínuas que até mesmo organizações conscienciosas devem fazer depois de abordar todos os riscos mais altos. Estas ações relacionadas a estrutura de concreto do patrimônio histórico arquitetônico, são voltadas para manutenções preventivas que devem ser realizadas rotineiramente para a extensão da vida útil da estrutura de concreto do patrimônio analisado	verde
7 a 5.5	Prioridade Negligenciável: Esta classificação deve ser utilizada quando se considera que o risco de dano é muito pequeno a estrutura de concreto armado do patrimônio histórico ou a perda de valor ocorrerá em séculos.	azul

Tabela 48 – Classificação de risco com base na Magnitude do risco da estrutura de concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico.

Conforme tabela 49 abaixo, os riscos considerados prioridade catastrófica foram os relacionados a incêndio, pois estes gerariam danos catastróficos a estrutura dos remanescentes do teatro. Sendo assim, estes devem ser tratados prioritariamente

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUÊNCIA	PERDA DE VALOR	ITENS AFETADOS	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO	PRIORIZAÇÃO DE TOMADA DE AÇÃO
13	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamáveis por usuarios	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO
14	Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenários e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO
19	Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO

Tabela 49 – Riscos considerados com prioridade catastrófica

O risco considerado com prioridade extrema foi o relacionado com sobrecarga no piso superior (tabela 50), pois este ocasionara danos significativos a toda a estrutura do remanescente em um período de 10 anos ou menos. Esta sobrecarga pode ocorrer devido a uma possível nova utilização para o piso superior dos remanescentes após a reforma e incorporação ao novo teatro. Ressalta-se a recomendação de que sejam realizados novos ensaios nos materiais do concreto para avaliar a profundidade dos danos decorrentes do incêndio ao que o Remanescente do Teatro foi submetido, dentre os ensaios, cita-se análises termogravimétrica e termodiferencial e observação ao microscópio eletrônico de varredura

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUÊNCIA	PERDA DE VALOR	ITENS AFETADOS	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO	PRIORIZAÇÃO DE TOMADA DE AÇÃO
5	Pilares piso térreo	Físico	Colapso dos pilares de uma seção do piso térreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda da estabilidade	4.5	3	4	11.5	Crítico	LARANJA

Tabela 50 – Riscos considerados com prioridade extrema

Em continuidade a priorização, os riscos classificados como altos, foram os relacionados a movimentações de solos, falta de manutenção, movimentação e junta de dilatação entre

estrutura nova e remanescentes, perda de seção de armadura, deslocamento do concreto de cobrimento da armadura e sobrecarga pontual.

Estes riscos foram considerados com alta prioridade, pois podem causar danos significativos em parte da estrutura do remanescente, tal como apresentado na tabela 51.

Ressalta-se que, atualmente, em diversos pontos da laje do piso superior da estrutura dos remanescentes estão sendo realizados trabalhos de recuperação estrutural em especial nos pontos onde a armadura estava exposta e com perda considerável da seção.

Figura 68 – Recuperação estrutural ocorrendo no piso superior (autora, 2019).

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequências do Perigo	FREQUÊNCIA	PERDA DE VALOR	TEMPO AFETADO	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO	PRIORIZAÇÃO DE TOMADA DE AÇÃO
3	Viçes piso superior	Químico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	4	3	2,5	3,5	Médio	AMARELO
4	Viçes piso superior	Químico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	4,5	4	2,5	11	Crítico	AMARELO
6	Pilares piso térreo e superior	Físico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda da estabilidade	4,5	3	2,5	10	Médio	AMARELO
7	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3,5	3	3	3,5	Médio	AMARELO
8	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metálica)	fissuras na estrutura	3,5	3	3,5	10	Médio	AMARELO
9	lajes do piso térreo e superior	Físico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3,5	3	3,5	10	Médio	AMARELO
10	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4	3,5	3,5	11	Crítico	AMARELO
11	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda da estabilidade	4	3,5	3,5	11	Crítico	AMARELO
12	Toda a estrutura	Mecânico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso térreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda da estabilidade	4	3,5	3	10,5	Crítico	AMARELO
15	Toda a estrutura	Antropogénico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3,5	3,5	3	10	Médio	AMARELO
20	Toda a estrutura	Antropogénico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	3	10,5	Crítico	AMARELO
21	Toda a estrutura	Antropogénico	Dificuldade de acessos para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	2,5	10	Médio	AMARELO
22	Toda a estrutura	Antropogénico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	3,5	11	Crítico	AMARELO

Tabela 51 – Riscos considerados com alta prioridade

Os riscos classificados como Media Prioridade foram os relacionados à falha de drenagem e infiltração de água, e estes foram classificados desta forma porque produzem danos que podem promover a perda de valor ao longo de muitas décadas.

NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	FREQUÊNCIA	PERDA DE VALOR	TEMPO AFETADO	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO	PRIORIZAÇÃO DE TOMADA DE AÇÃO
1	Laje piso inferior	Químico	Infiltração de água proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	3,5	3	2	8,5	Médio	VERDE
2	Laje piso superior	Químico	Infiltração de água proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	3,5	3	2	8,5	Médio	VERDE
16	Laje piso superior	Físico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE
17	Laje piso superior	Físico	falha no caimento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE
18	Laje arquibancada	Físico	Falha no caimento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE

Tabela 52 – Riscos considerados com media prioridade

4.2.6.2 Tratamento dos riscos e calculo residual

De acordo com a classificação dos riscos da estrutura de concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico foram estabelecidas ações de mitigação para tratamentos dos possíveis riscos e mediante estas ações foram realizados os cálculos residuais, conforme apresentado no ANEXO 8.

Para todos os riscos foram propostas ações específicas, desde manutenção periódica, limpeza, proteção passiva de incêndio e outras ações que são totalmente plausíveis.

Mediante estas ações foi realizada a nova classificação ABC sendo todas as Magnitudes de Riscos reclassificadas com médias.

4.2.7. Monitoramento e análise para melhoria contínua

Não foi possível incluir neste estudo de caso o monitoramento das ações realizadas, bem como suas análises para melhoria contínua, pois à época da conclusão desta tese a obra ainda estava em curso.

PARTE 5

5 Conclusões

O presente trabalho teve como prerrogativa a contribuição a preservação do patrimônio cultural arquitetônico modernista, posto a representatividade deste movimento na arquitetura brasileira.

As soluções arquitetônicas das edificações modernas, bem como suas tecnologias, materiais e métodos construtivos devem ser preservados, mas em muitos casos por falta ou falha de manutenção acabam por se degradar, perdendo as características atreladas aos costumes de uma época.

Em decorrência disto é muito importante que sejam analisados os riscos relacionados ao patrimônio cultural arquitetônico moderno para que sejam tomadas ações corretivas visando a manutenção das suas características culturais, sociais e estéticas da edificação, porem respeitando os sinais do tempo.

Os métodos usualmente utilizados para análise de riscos em patrimônios históricos em geral, em sua maioria, não abordam diretamente a edificação, sendo assim, são voltados para os itens que normalmente estão dentro dos edifícios, não obstante seja possível adaptar os mesmos.

A metodologia de CCI (2016), denominada “Método ABC”, foi vastamente explorada no presente trabalho por considerar aspectos relacionados a frequência e abrangência dos riscos para patrimônios históricos e baseando-se nela é que foi realizada a proposta voltada para análise de risco do concreto armado em patrimônios culturais arquitetônicos modernos.

No método proposto foram apresentados fatores importantes para a manutenção da segurança e estabilidade do concreto armado, dando ênfase em aspectos técnicos nos quais são possíveis avaliar e prolongar a vida útil do material, bem como possibilidade de tomada de ação de forma a manter ou minimizar os impactos dos agentes de deterioração.

A análise de risco deve ser uma ferramenta utilizada pelos organismos de conservação para a priorização das tomadas de ação de forma a preservar as características culturais e sociais das obras, porem garantindo a segurança e estabilidade do próprio patrimônio.

Do ponto de vista da avaliação do concreto armado, os patrimônios culturais modernos devem ter seus riscos analisados colocando em pauta aspectos técnicos, culturais, sociais e estéticos, por isto, mesmo diante de uma vasta pesquisa bibliográfica, a proposta de análise

de risco apresentada no presente trabalho, tal como qualquer metodologia, deve ser analisada no momento de sua utilização a pertinência e atualização das técnicas possíveis.

Conceitualmente sobre o material concreto armado, devem ser respeitadas as características projetuais e estéticas das obras modernistas, porém devem ser considerados aspectos de manutenção rotineira e periódica nos planejamentos das organizações conservacionistas.

Estas manutenções devem ser planejadas e estudadas a luz de análises de riscos para que ocorram a priorização das tomadas de ações de forma racional, e que tenham o mínimo de intervenções nas características do patrimônio, mas que sejam efetivas e monitoradas quanto eficácia das mesmas, para que os problemas não sejam recorrentes.

As ações devem privilegiar as possibilidades de manutenções dos patrimônios culturais arquitetônicos modernos, desde viabilidade de acessos, drenagens, proteções passivas e ativas, estudo de cores, entre outras.

As escolhas das ações, bem como suas priorizações devem considerar o custo benefício ao patrimônio e devem ser planejadas dentro do orçamento das organizações conservacionistas periodicamente.

A metodologia proposta para análise de risco em concreto armado de patrimônios culturais arquitetônicos modernos teve sua aplicação nos remanescentes do Teatro Cultura Artística, o qual é uma obra do Arquiteto Rino Levi, construído entre os anos 1947 a 1950, de propriedade da Sociedade Cultura Artística, com todas as características arquitetônicas e técnicas pertinentes ao modernismo.

Esta obra tem grande importância no movimento cultural brasileiro, sendo construído com as melhores tecnologias da época, considerando a acústica necessária para realização de espetáculos musicais.

Em sua fachada foi realizada pelo artista Di Cavalcanti um mural de grandes proporções denominado “Alegoria das Artes” o qual foi considerado uma de suas principais obras de arte.

No ano de 2008, infelizmente o teatro sofreu um incêndio de grandes proporções sobrando uma pequena parte de sua estrutura, sendo ela concentrada na fachada, na qual possui o painel citado.

Em 2009 os remanescentes do Teatro foram tombados pelo IPHAN, incluso o painel de Emiliano Di Cavalcante, que foi restaurado em 2010.

A obra desde o incêndio em 2008 ficou sem manutenção da estrutura de concreto armado, sendo que após 10 anos, em 2018, iniciou-se a construção do novo Teatro na mesma localização com a integração com os remanescentes restaurados. Esta obra de autoria do Arquiteto Paulo Bruna tem previsão de término em 2021.

O objetivo da análise de risco foi avaliar os riscos relacionados a estrutura de concreto armado remanescente do teatro com vistas as metas conservacionistas do painel tombado de Di Cavalcanti, considerando a construção do novo teatro Cultura Artística.

Sendo assim foi realizada vasta pesquisa sobre a obra, considerando documentos históricos, legais e técnicos pertinentes a mesma, bem como realização de visitas técnicas voltadas para inspeção visual da mesma.

Dentre os documentos técnicos foram utilizados resultados de inspeções técnicas realizadas por equipe contratada pela construtora da obra em 2018, bem como relatórios de ensaios realizados no mesmo período.

Mediante a aplicação da análise de riscos foi possível concluir que os riscos considerados com prioridade catastrófica para tomada de ação imediata foram os relacionados a incêndio, pois estes gerariam danos trágicos a toda a estrutura dos remanescentes do teatro. Recomenda-se a realização de outros ensaios dos materiais, tais como, análises termogravimétrica e termodiferencial e observação ao microscópio eletrônico de varredura, para avaliar a profundidade do danos nos materiais oriundos do incêndio pelo qual os remanescentes foram expostos.

O risco considerado com prioridade extrema para tomada de ação foi o relacionado com sobrecarga no piso superior, pois este ocasionara danos significativos a toda a estrutura do remanescente em um período de 10 anos ou menos. Esta sobrecarga pode ocorrer devido a uma possível nova utilização para o piso superior dos remanescentes após a reforma e incorporação ao novo teatro.

Em continuidade a priorização, os riscos classificados como altos, foram os relacionados a movimentações de solos, falta de manutenção, movimentação e junta de dilatação entre estrutura nova e remanescentes, perda de seção de armadura, deslocamento do concreto de cobrimento de armadura e sobrecarga pontual.

Estes riscos foram considerados com alta prioridade, pois podem causar danos significativos em parte da estrutura do remanescente

Os riscos classificados como Media Prioridade foram os relacionados a falha de drenagem e infiltração de água, e estes foram classificados desta forma porque produz danos que podem promover a perda de valor ao longo de muitas décadas.

Após esta classificação foram propostas possíveis ações considerando fatores técnicos e econômicos, tais como manutenções periódicas, limpeza, proteção passiva de incêndio e outras ações as quais são totalmente plausíveis.

Mediante estas ações foram recalculados os riscos residuais e todas Magnitudes de Riscos foram reclassificadas com médias.

Foi possível concluir com a aplicação do caso dos remanescentes do Teatro Cultura Artística que a metodologia pode ser aplicada de maneira satisfatória e totalmente factível a priorização das ações conservacionistas baseadas nos resultados da análise de risco.

No entanto, ressalta-se a importância da interdisciplinariedade na análise dos riscos, pois a classificação da pontuação dos riscos é muito dependente do conhecimento de quem o classifica, sendo assim, o uso de media ponderada de diversos profissionais com diferentes pontos de vista para a classificação dos riscos, diminuem a incerteza do processo.

Este fato é inerente a qualquer análise de risco, mas vale ressaltar que no caso de avaliações estruturais de patrimônios culturais arquitetônicos modernistas este fato é preponderante para a consideração de fatores sociais e históricos, posto que normalmente os valores técnicos se sobrepõem em um estudo de avaliação estrutural tradicionais.

Conclui-se que a utilização da metodologia da análise de risco no concreto armado do patrimônio cultural arquitetônico proveu informações técnicas importantes para a priorização e planejamento das atividades da organização conservacionista, bem como poderia auxiliar no controle do planejamento orçamentário da mesma.

Sugere-se como futuro tema de pesquisa:

- 1) Aplicação de metodologia de análise de risco em estudo de manutenção de patrimônios culturais arquitetônicos modernistas;
- 2) Realização de banco de dados sobre patologias em obras modernistas;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.E.D., Avaliação dos ensaios de durabilidade de concreto armado a partir de estruturas duráveis, 2005, 173 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006

ANELLI, Renato, O incêndio do Teatro Cultura Artística: quando reconstruir é preservar, VITRUVIUS, 097.04 São Paulo SP Brasil ano 09, ago. 2008, <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.097/1879> - Extraído do site no dia 17/03/2019.

ARQUIVO ARQ, Imagens do Teatro Cultura Artística, <https://www.arquivo.arq.br/teatro-cultura-artistica> – extraído em 12/03/2019;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto Parte 1: Resistência à compressão axial, ABNT NBR 7680-1, Rio de Janeiro, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), Concreto Endurecido - Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão, ABNT NBR 7584, Rio de Janeiro, 1995

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 15200, Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 15421, Projeto de estruturas resistentes a Sismos - Procedimento, 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 6118, Projeto de estruturas de concreto, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR ISO 31000, Gestão de riscos — Princípios e diretrizes, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15575, Edificações Habitacionais – Desempenho – parte 1 a 6, ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5674, Manutenção de Edificações – Requisitos para sistema de gestão de manutenção, ABNT, 2012.

BARRETTO, Rúbia da E. Análise Preliminar de Perigos(APP) em projetos de arquitetura: aplicação e teste de viabilidade da ferramenta de análise de risco. 2008. 255 f. (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARRETTO, Rúbia da E. Modelo conceitual de identificação e qualificação de risco dedicado a arquitetura residencial que utiliza tecnologias com aproveitamento da energia solar: uma abordagem na sistemografia. 2014. 349 f. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BATTAGIN, Arnaldo, CONCRETO: HISTÓRICO, IMPORTÂNCIA E EVOLUÇÃO, Arquivo ABCP, 2008

BATTAGIN, Arnaldo Forti. SILVEIRA, Ana Livia Zeitune de P. Estudo da microestrutura do concreto em situação de incêndio: um termômetro da temperatura alcançada. CONCRETO & Construções. IBRACON, ed. 89, Jan – Mar, 2018, p. 44 – 48,

BATTAGIN, Inês L. S., BATTAGIN, Arnaldo, KIHARA, Yoshiro, o impacto da normalização no Desenvolvimento dos cimentos brasileiros, Interface Estruturas X Vedação, Arquivo ABCP, 2002

BAUER, L.A., BAUER, R.J., Estruturas de Concreto – Patologias, Boletim Bauer, n.36, 72p. 1991.

BITTAR, William, Formação da arquitetura moderna no Brasil (1920-1940), (<http://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/William-Bittar.pdf>) extraído do site em 10/10/2018

BRIK, E., MOREIRA, L., KRÜGER, J. Estudo das patologias em estruturas de concreto provenientes de erros em ensaios e em procedimentos executivos, 8º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 27 a 30/08/2013.

CALAVERA, J. Patologia de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. INTEMAC – Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, 2º Edición, 372p. 2005.

CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE (CCI), The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage, ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property), Published by: Canadian Conservation Institute, 2016

CARMONA, Thomas G. , Modelo de previsão de despassivação das armaduras em estruturas de concreto sujeitas a carbonatação, Dissertação de mestrado PCC/EPUSP, 2005

CARNEIRO, Fernando L.B., As normas Brasileiras de projetos de Estruturas de Concreto: História e Evolução, Arquivo ABCP, 1990.

CARRILHO, Marcos Jose, Teatro Cultura Artística: Novo Edifício e Restauração, Arquitectos, Revista Vitruvius, 104.01, n.09, jan 2009,
<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.104/80>

CARVALHO, Claudia, S. R., O GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA O PATRIMÔNIO CULTURAL DA FUNDAÇÃO CASA DE RUI BARBOSA, Disponível em:
<http://www.casaruibarbosa.gov.br/> , acessado em 02/11/2018

CASTILLO – RUIZ, J. Hacia una nueva definición de patrimonio histórico? PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, v. 4, n. 16, 1996.

CBIC, CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Guia Nacional para a Elaboração do Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações, Brasília, DF. , 185P., 2014.

COMITE EURO INTERNATIONAL DU BETON (CEB), Durable Concrete Structures, Bulletin D'Information n.183, May 1992.

COMITÉ INTERGOVERNAMENTAL PARA A PROTEÇÃO DO PATRIMÓNIO MUNDIAL, CULTURAL E NATURAL - UNESCO, Orientações Técnicas para Aplicação da Convenção do Património Mundial, Edição em Português / versão 2017 - Lisboa, 2018
[\(http://whc.unesco.org/en/guidelines/](http://whc.unesco.org/en/guidelines/) - texto original em Inglês extraído do site 06/02/2019)

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO – CAU , Arquiteto e a preservação do patrimônio histórico, fonte: <https://www.caubr.gov.br/o-arquiteto-e-a-preservacao-do-patrimonio-historico/> (extraído do site em 18/04/2019)

CONSELHO MUNICIPAL DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO, CULTURAL E AMBIENTAL DA CIDADE DE SÃO PAULO – CONPRESP, RESOLUÇÃO 14 / CONPRESP / 2011, 08/11/2011

CULTURA ARTISTICA, Restauro do Teatro Cultura Artística, <http://www.culturaartistica.com.br/apoie/renovacao-do-teatro-cultura-artistica/> Extraído do site no dia 21/01/2019

EL-CHABIB, H., NEHDI, M., Neural network modelling of proprieties of cement-based materials desmystified. Advanced in Cement Research. V.17, n.3, p.91-102, 2005

EZELDIN, A.S., SHARARA, L.M., Neural Networks for Estimating the productivity of Concreting Activities. Journal of Construction Engineering and Management. V.132, n.6, p. 650-656, 2006.

FIGUEIREDO, Antônio, Durabilidade e Vida Útil, Tese de doutoramento, EPUSP, 1998

FIGUEIREDO, Enio Pazini, Durabilidade de estruturas de concreto está sujeita à ação do meio ambiente, Revista AECWeb, (https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/durabilidade-de-estruturas-de-concreto-esta-sujeita-a-acao-do-meio-ambiente_12727_0_1) extraído em 17/10/2018

FRACALOSI, Igor, Origens de uma Arquitetura Moderna Brasileira, 2001 (<https://www.archdaily.com.br/br/01-16500/origens-de-uma-arquitetura-moderna-brasileira-10/10/2018>)

GIL, Augusto; BOLINAM, Fabricio; MOREIRA, Michael; TUTIKIAN, Bernardo; FERNANDES, Bruno. Estudos experimentais sobre o fenômeno de deslocamento em estruturas de concreto submetidas a elevadas temperaturas. **CONCRETO & Construções**, IBRACON, ed. 89, Jan – Mar, 2018, p. 71-78.

FERNANDES, B. et al . Microestrutura do concreto submetido a altas temperaturas: alterações físico-químicas e técnicas de análise. Rev. IBRACON Estrut. Mater., São Paulo , v. 10, n. 4, Ago. 2017, p. 838-863,

GOVERNO DO CANADA, Guide to the Management of Movable Heritage Assets, Disponível em <http://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-eng.aspx?id=13872> acessado em 07/11/2018

GUPTA, S. Using Artificial Neural Network to Predict the Compressive Strength of Concrete containing Nano-silica, Civil Engineering and Architecture (www.hrpub.org) ;96 – 102, 2013.

HOLLOS, Adriana. PEDERSOLI JR., José Luiz. Gerenciamento de Riscos: Uma abordagem de Concreto; Concreto, Ciencia e Tecnologia, Capitulo 22, IBRACON, 2011.

humanidade; Ambiente & Sociedade, Campinas v. XIII, n. 1, p. 151-164, jan.-jun. 2010

ICOMOS, Conselho Internacional de Monumentos e Sítios Históricos, Carta de Veneza, Maio de 1964

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES – ICOMOS. **Approaches to the conservation of twentieth-century cultural heritage**. International Committee on Twentieth Century Heritage – ISC20C. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE), Norma de Inspeção Predial Nacional, Aprovada em assembléia nacional de 25/10/2012

INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS, Cartilha: Gestão de Riscos ao Patrimônio Musealizado Brasileiro, Coordenação de Patrimônio Museológico - CPMUS/RJ, 2013

INSTITUTO DO PATRIMONIO HISTORICO ARQUITETONICO (IPHAN), Conselho aprova tombamento de Remanescentes do Teatro de Cultura Artística, em São Paulo, <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/3400> , Extraído do site no dia 26/02/2019

INSTITUTO DO PATRIMONIO HISTORICO ARQUITETONICO (IPHAN), Release: Restauro devolve painel de Di Cavalcanti, em São Paulo, com riquezas da década de 1950, (<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Preserva%C3%A7%C3%A3o%20de%20Bens%20Im%C3%B3veis.pdf>) Extraído do site no dia 21/01/2019

INSTITUTO DO PATRIMONIO HISTORICO E ARTISTICO NACIONAL – IPHAN, Base de dados de legislação sobre patrimônio Histórico e Artístico, Disponível em <http://portal.iphan.gov.br/legislacao> acessado em 07/11/2018.

ISO 6240:1980 - Performance standards in building - Contents and presentation; 1980

ISO 6241:1984 – Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered, 1984

JORNAL ESTADAO (ACERVO), Teatro Cultura Artística – Sala de Espetáculo (28/11/2012 | 16h33) , <http://m.acervo.estadao.com.br/noticias/lugares,teatro-cultura-artistica,8448,0.htm>
Extraído do site no dia 26/02/2019

LENIDIO, Otavio, Carradas de razões: Lucio Costa e a arquitetura moderna brasileira (1924-1951), Edições Loyola, 348 páginas, 2007

LORENZI, A., Aplicação de redes neurais artificiais para estimativa da Resistencia á compressão do concreto a partir da velocidade de propagação de pulso ultrassônico. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 196p., 2009

LUCCAS, Luis H.H., Arquitetura moderna e brasileira: o constructo de Lucio Costa como sustentação, Revista Vitruvius, 063.07ano 06, set. 2005
(<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.063/437> - 15.10.2018)

MARCY, M. Identificação e Quantificação de Danos em Pórticos Espaciais Via Método do Erro Residual e Redes Neurais Artificiais. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 112p., 2013.

MATTOS, M. C., Planejamento da Vida útil na Construção Civil: Uma metodologia para aplicação da Norma de Desempenho (NBR 15575) em sistema de revestimentos de pintura. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 218p., 2013.

McCRACKEN, G. Culture & consumption: new approaches to the symbolic character of consumer goods and activities. Bloomington: Indiana University Press, 1990.

MEDEIROS, Marcelo H.F., ANDRADE, Jairo J.O., HELENE, Paulo; Durabilidade e Vida Útil das Estruturas, interdisciplinar. PontodeAcesso, Salvador, v. 3, n. 1, p. 72-81, abr. 2009.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais- 2ª Edição. Ed.: IBRACON., 2014

MFA3, Relatório Técnico (Revisão 1) de verificação das condições atuais de integridade dos elementos estruturais remanescentes do Teatro Cultura Artística, Referencia: RL-373-1-2018, 19/09/2018

MINISTERIO DAS CIDADES, Diretriz SiNAT N°001 – Revisão 02 – Diretriz para avaliação técnica de sistemas construtivos em paredes de concreto armado, SiNAT, 2011.

MINISTÉRIO DE INSTRUÇÃO PÚBLICA GOVERNO DA ITALIA, CARTA DE RESTAURO, Instrução n.117, 1972.

MITIDIERI FILHO, CLÁUDIO V. – Avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores destinados a habitações térreas unifamiliares, Doutorado Politécnica, Universidade de São Paulo, 1992.

MITRE, Marcos; Metodologia Para Inspeção e Diagnóstico De Pontes e Viadutos De Concreto, Dissertação de Mestrado, EPUSP, 2015

MORETTI, José Fernando. Sistema inteligente baseado nas redes neurais artificiais para dosagem do concreto. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, UNESP - Ilha Solteira, SP, 82p, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO, Database of National Cultural Heritage Laws, Disponível em www.unesco.org/culture/natlaws/ , acessado em 07/11/2018.

PATRIMONIO HISTORICO BRASILEIRO (IPATRIMONIO), São Paulo – Teatro Cultura Artística, <http://www.ipatrimonio.org/?p=39#!/map=38329&loc=-23.549199130000005,-46.64593347,17> – Extraído do site no dia 21/01/2019

PINHEIRO, Maria Lucia Bressan, A história da arquitetura brasileira e a preservação do patrimônio cultural . Revista CPC, (1), 41-74, 2006, <https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0i1p41-74> (Extraído do site em 20/04/2019)

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE -PMI, O que é gerenciamento de Projeto?, <https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUs/WhatIsProjectManagement.aspx> , Extraído do site 21/01/2019

VENEZIA, Adriana P. P. G. Avaliação de risco de incêndio para edificações hospitalares de grande porte: uma proposta de método qualitativo para análise de projeto. 2011, 360 f. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

REVISTA EXAME, Teatro Cultura Artística, em São Paulo, será aberto em 2021, Exame, 28/10/2018, <https://exame.abril.com.br/estilo-de-vida/teatro-cultura-artistica-em-sao-paulo-sera-aberto-em-2021/> Extraído do site no dia 17/03/2019

RODRIGUES, Angela Rosch. Ruína e patrimônio cultural no Brasil. 2017, 301 f. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2017.

ROQUE, J.A.; MORENO JUNIOR, A.L., Considerações sobre vida útil do concreto, 1 Encontro de Pesquisa, projeto e produção em concreto pre-moldado, Anais, São Carlos, 2015

SAHUINCO, Melquiades H. C., Utilização de métodos não destrutivos e semi-destrutivos na avaliação de pontes de concreto, Dissertação de mestrado PCC/EPUSP, 2011.

SAMPAIO, Jose Luiz, Projeto de reconstrução do Teatro Cultura Artística foi redesenhado e obras começam em outubro, Especial para Jornal O Estado de S. Paulo 27 de agosto de 2017, <https://cultura.estadao.com.br/noticias/geral,projeto-de-reconstrucao-do-teatro-cultura-artistica-foi-redesenhado-e-obras-comecam-em-outubro,70001951620> Extraído do site no dia 21/01/2019

SANTOS, Maria da Graça, ARQUITETURA MODERNA BRASILEIRA, DOS PIONEIROS A BRASÍLIA (1925-1960), da Vinci , Curitiba, v. 3 , n. 1, p. 37-56, 2006 ,
(https://www.up.edu.br/davinci/3/304_arquitetura_moderna_brasileira.pdf - 10/10/2018)

SILVA, Renato Alves, O desafio da preservação do patrimônio arquitetônico modernista no Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado Profissional em preservação do patrimônio Cultural, IPHAN, 2012

SIMÕES, João R. L. - Origens e reflexos no desempenho técnico-construtivo de edifícios, Livre Docência – FAU, Universidade de São Paulo, 2004;

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO PARANA (TCE PR), Ciclo PDCA,
<http://www1.tce.pr.gov.br/conteudo/ciclo-pdca/235505/area/46> , Extraído do site 21/01/2019

TSAI,C.-H., HSU,D.-S., Diagnosis of Reinforced Concrete Structural Damage base on Displacement Time History using the Back-propagation Neural Network Technique. Journal of Computing in Civil Engineering., v.16, n.1, p 49-58, 2002.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL,SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO. **Risk management at heritage sites: a case study of the petra world heritage site**. Amman: UNESCO and Katholieke Universiteit Leuven, Faculty of Engineering, Raymond Lemaire International Centre for Conservation, 2012. Acesso em março 2017. Disponível em < <http://www.unesco.org/en/amman/>.

WANKHADE, M.W., KAMBEKAR, A.R. Prediction of Compressive Strength of Concrete using Artificial Neural Network, International Journal of Scientific Research and Reviews. (www.ijssr.org). ISSN: 2279-0543, IJSRR, 11-26, April – June 2013

WINN, E. , BURGUEÑO, R., Development and Validation of Deterioration Models for Concrete Bridge Decks - Artificial Intelligence Models and Bridge Management System. Research Reports n. CEE-RR-2013/01. Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 168p., 2013.

XAVIER, Carlos M. S; VIVACQUA, Flavio R.; MACEDO, Otualp S.; Xavier, Luis F. S.;
Metodologia de Gerenciamento de Projetos – Methodware, Brasport, 2009.

ANEXO I – Pavimento Térreo e Superior dos Remanescentes

Plantas com localizações das anomalias

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE ANOMALIAS pavimento térreo

Imagem 01 - Vigão com armadura exposta

Imagem 02 - Vigão com armadura exposta

Imagem 03 - Vigão com armadura exposta

Imagem 04 - Vista Superior da Marquise

Imagem 05 - Vigão com armadura exposta

Imagem 06 - Vista Superior da Marquise

LEGENDA

- M.U. - MANCHA DE UMIDADE
- A.E.O. - ARMADURA EXPOSTA E OXIDADA

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE ANOMALIAS
pavimento superior

Imagem 01 - Vista Superior da Marquise

Imagem 02 - Vigas com armadura exposta

Imagem 03 - Vigas com armadura exposta

Imagem 04 - Viga com armadura exposta

Pavimento Superior
ESCALA 1/50

Marquise

Imagem 05 - Vista Superior da Marquise

LEGENDA

- M.U - MANCHA DE UMIDADE
- A.E.O - ARMADURA EXPOSTA E OXIDADA

ANEXO II – Pavimentos Térreo e Superior dos Remanescentes

**Plantas com os locais de extração dos corpos de
provas e realização de ensaios**

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE CORPO DE PROVA
pavimento térreo

Imagem 01 - Pavimento térreo
Extração de CP-03

Imagem 03 - Pavimento térreo
Extração de CP-02

Imagem 04 - Pavimento térreo
Extração de CP-01

Pavimento Térreo
ESCALA 1/50

... Projeção da Marquise

LEGENDA

- ENSAIO DE ESCLEROMETRIA
- CP LABORATÓRIO 1
- CP LABORATÓRIO 2

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE CORPO DE PROVA

pavimento superior

Imagem 01 - Pavimento térmico Extração de CP-07

Imagem 03 - Pavimento térmico Extração de CP-07

Imagem 02 - Pavimento térmico Extração de CP-05

LEGENDA

- ENSAIO DE ESCLEROMETRIA
- CP LABORATÓRIO 1
- CP LABORATÓRIO 2

ANEXO III – Certificado de Calibração do Esclerometro

APARELHOS PARA MECÂNICA
DO SOLO LTDA

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO SOLOTEST

Laudo de Verificação N°: 48142-18

1. Dados do Cliente:

Pág.: 1/1

Contratante:	MFA3 ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA
Endereço:	RUA: CALIFORNIA 978-BROOKLIN -SAO PAULO -SP
Solicitante:	O Mesmo

2. Item do Cliente:

Equipamento:	Esclerômetro para Ensaios de Concreto		Modelo:		N-Silver Schmidt
Fabricante:	N/C	Identificação:	N/C	Serie:	85968

3. Condições gerais

Norma de Referência:	NBR 7584/2012	Data da Verificação:	20/04/2018
Temperatura Ambiente:	20,4°C	Executado por:	Lucas Carvalho

4. Padrões

Equipamento	Identificação	Laboratório	Certificado	Data Calibração	Validade
Bigorna Padrão	0166	LA Falcão Bauer	MET/L-000.155/1/15	13/08/2015	ago-18

5. Resultados:

N° Leituras:	Leituras
1º	78,0
2º	78,0
3º	80,0
4º	80,0
5º	78,0
6º	80,0
7º	80,0
8º	80,0
9º	78,0
10º	80,0

Média	79,2
K	1,01

Valor de referência: 80,0 ± 2

6. Nota:

- Os resultados deste certificado são válidos exclusivamente para o instrumento calibrado descrito, nas condições especificadas, não sendo extensivo a quaisquer outros, mesmo que similares.

Enio Costa
Responsável Técnico

ANEXO IV – Determinação de resistência estimada a compressão – Laboratorio 1

Relatório de Ensaio nº: EXTRAC00016-18-00

Programação nº: 18-007.169

Pág: 1 de 3

INTERESSADO: MFA 3 ENGENHARIA CONSULTIVA

END.: Rua Nestor Pestana, 196 - CEP01303-010 - São Paulo - SP.

OBRA: 6633 - ASSOC. SOCIEDADE DE CULTURA ARTÍSTICA

A/C.: Eng.º Fábio Giannini

**CONCRETO ENDURECIDO - TESTEMUNHOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES
(NBR- 7680-1/15 e NBR- 5739/07)**

Dados do material:

Fck (MPa): * Consumo (Kg/m³): * Usina: *
 Cimento (Marca/Tipo/ Classe): * Aditivo (Marca/Tipo): *
 Brita nº: * Tipo de Estrutura: ☒ Armada ☐ Protendida ☐ Pré-moldada
 Tipo de lançamento: * Tipo de adensamento: *
 Condições de estocagem: * Solicitação da peça: *

Dados do ensaio:

Responsável pela Amostragem: ☐ TEXTE ☐ Interessado
 Data Concretagem: * Tempo de estocagem (dias): -
 Data da extração: * Idade na extração (dias): -
 Data do Ensaio: 06/09/2018 Idade do testemunho no ensaio (dias): -
 Condições do testemunho no momento do ensaio: ☒ Secos ao ar ☐ Saturado superfície seca
 Tipo de capeamento: Retificado Equipamento utilizado: PR-005 (Classe I) Res. 0,1 kN

Resultados Obtidos:

CP Nº	Local da Extração	Dimensões do Testemunho (mm)				h/d	Massa (g)	Volume (cm³)	Massa Especif. (kg/m³)
		Diâmetro - d		Altura - h					
		d1	d2	h1	h2				
01	Pilar - Térreo	76,6	74,6	90,5	90,5	1,20	919,8	406,8	2.261
02	Pilar - Térreo	76,7	74,7	138,9	138,9	1,84	1428,9	625,1	2.286
03	Pilar - Térreo	75,0	75,0	83,3	83,3	1,11	859,3	367,5	2.338
04	Pilar - Térreo	74,8	74,8	135,4	135,4	1,81	1367,8	595,5	2.297
05	Pilar - Térreo	74,7	74,7	140,1	140,1	1,87	1412,3	614,2	2.299
07	Viga - 1º Pavimento	74,9	74,9	89,5	89,5	1,20	921,3	394,1	2.337
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CP Nº	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	Seção (mm²)	Carga (N)	f _{cl,ext,Inicial} (MPa)	f _{cl,ext} (MPa)
01	-0,08	0,09	0,05	-0,04	4493,6	32000,0	7,1	7,3
02	-0,01	0,09	0,05	-0,04	4499,5	30900,0	6,9	7,5
03	-0,11	0,09	0,05	-0,04	4414,3	73600,0	16,7	16,5
04	-0,02	0,09	0,05	-0,04	4399,0	21500,0	4,9	5,3
05	-0,01	0,09	0,05	-0,04	4384,9	74200,0	16,9	18,4
07	-0,08	0,09	0,05	-0,04	4403,7	23400,0	5,3	5,4
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RELEXTRAC-REV03

F:\Public\SI\TTE\Ensaio\Q018\Concreto\Extrac EXTRAC00016-18-00.xls

Este relatório de ensaio é válido exclusivamente para a amostragem nas atuais condições, não sendo extensivo a quaisquer lotes mesmo que similares. Sua reprodução só poderá ser completa e dependerá de prévia autorização do órgão emissor.

TEXTE - Engenharia e Tecnologia Ltda

Rua José dos Santos Júnior, 193 - Brooklin - CEP:04609-010 - Fone: (011) 5041-8333

Relatório de Ensaio nº: EXTRAC00016-18-00

Programação nº: 18-007.169

Pág: 2 de 3

INTERESSADO: MFA 3 ENGENHARIA CONSULTIVA

END.: Rua Nestor Pestana, 196 - CEP01303-010 - São Paulo - SP.

OBRA: 6633 - ASSOC. SOCIEDADE DE CULTURA ARTÍSTICA A/C.: Eng.º Fábio Giannini

Resultados Obtidos:Legenda: k_1 - Coeficiente de correção com relação h/d k_2 - Coeficiente de correção do efeito do broqueamento em função do diâmetro do testemunho k_3 - Coeficiente de correção da direção da extração em relação ao lançamento do concreto k_4 - Coeficiente de correção do efeito da umidade do testemunho

LOTE Nº	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO (MPa)	
	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL	ENTREGUE PARA FINS DE SUA ACEITAÇÃO
xx	$f_{ck,ext,seg}$ xx	$f_{ck,ext,pot}$ xx

Observações:

Para fins da verificação da segurança estrutural, a resistência de projeto f_{cd} a ser usada na verificação da estrutura deve ser calculada, utilizando-se a minoração de γ_c prevista na ABNT NBR 6118.

* Especificação não fornecida pelo interessado.

A NBR 7680-1: 2015 - Item 4.2.1.1 preconiza que os lotes não identificado por mapeamento durante a concretagem (lotes sem rastreabilidade) podem ser mapeados por meio de ensaios não destrutivos. Pode ser utilizado qualquer procedimento confiável. Sendo adequado empregar a avaliação da dureza superficial pelo esclerometro de reflexão (ABNT NBR 7584) ou determinação de velocidade de propagação de onda ultrassônica (ABNT 8802).

** A NBR 7680-1: 2015 - Item 4.2.1.2 descreve os requisitos relativos ao mapeamento a formação dos lotes e à quantidade de testemunhos a serem extraídos estão estabelecidos na Tabela 1. No caso de estrutura sem historico de controle tecnológico, estas devem ser divididas em lotes, identificado em função da importância dos elementos estruturais que as compõem e da homogeneidade do concreto que deve ser avaliada por meio de ensaios não destrutivos conforme 4.2.1.1.

A rastreabilidade do ensaio com a peça concretada é de responsabilidade do interessado.

Identificação dos corpos de prova fornecida pelo interessado.

Este relatório tem significado restrito, representando somente os corpos de prova ensaiados.

Regra de decisão: incerteza de medição não considerada na avaliação da conformidade.

O resultado deve ser analisado conforme especificação ou projeto do interessado.

JULIANO HARAKAWA 2865332882
2018.09.06 13:23:41
Assinatura
CONJULIANO HARAKAWA 2865332882
C-088
C-088-00001
23.6.114/Secretaria de Receita Federal do Brasil - RFB
Público-legal
RFB/2018/000

RELE -

F:\Publicat\SITE\Ensaio\2018\Concreto\Extrac EXTRAC00016-18-00.xls

Este relatório de ensaio é válido exclusivamente para a amostragem nas atuais condições, não sendo extensivo a quaisquer lotes mesmo que similares. Sua reprodução só poderá ser completa e dependerá de prévia autorização do órgão emissor.

TEXTE - Engenharia e Tecnologia Ltda

Rua José dos Santos Júnior, 193 - Brooklin - CEP:04609-010 - Fone: (011) 5041-8333

INTERESSADO: MFA 3 ENGENHARIA CONSULTIVA

END.: Rua Nestor Pestana, 198 - CEP01303-010 - São Paulo - SP.

OBRA: 6633 - ASSOC. SOCIEDADE DE CULTURA ARTÍSTICA

A/C.: Eng.º Fábio Giannini

Relatório Fotográfico:

RS/EXTRAC/REV01

F:\Public\WITTE\ensaios\2018\Curvelo\Gibrell EXTRAC00016-18-00.xls

Este relatório de ensaio é válido exclusivamente para a amostragem nas atuais condições. Não sendo extensivo a quaisquer lotes mesmo que similares. Sua reprodução só poderá ser completa e dependerá de prévia autorização do órgão emissor.

TEXTE - Engenharia e Tecnologia Ltda

Rua José dos Santos Júnior, 163 - Brooklin - CEP 04609-010 - Fone: (011) 5041-6333

**ANEXO V – Determinação de resistência estimada a
compressão – Laboratorio 2**

RELATÓRIO DE ENSAIO - PRELIMINAR

CONCRETO

INTERESSADO: HTB ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO S.A
AV. ALFREDO EGIDIO DE SOUZA ARANHA, 145
CEP: 04726170 - SÃO PAULO (SP)
REF.: 100.908 - PJ100-034136

OBRA: TEATRO CULTURA ARTÍSTICA
RUA NESTOR PESTANA, 196 - CONSOLACAO
CEP: 01303010 - SÃO PAULO (SP)

1. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S):

Em 16/10/2018 realizou-se pelo Interessado extrações na obra acima citada. Realizou 06 (seis) extrações de corpos-de-prova, para serem submetidos a ensaios de compressão, conforme solicitação do cliente.

Elemento extraído: Pilares.

TABELA 01 - DETALHAMENTO DAS AMOSTRAS

Lote	CP	Nota Fiscal	Localização	Direção da Extração *	Datas			Idade Ruptura (Dias)
					Concretagem	Extração	Ruptura	
	1	N.D.	Pilar - PV* Superior	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.
	2	N.D.	Pilar - PV* Superior	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.
	3	N.D.	Pilar - PV* Superior	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.
	4	N.D.	Pilar - Térreo	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.
	5	N.D.	Pilar - Térreo	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.
	6	N.D.	Pilar - Térreo	Ortogonal	N.D.	15/10/18	19/10/18	N.D.

N.D.: Informações não declaradas.
PV: Pavimento.

* Direção da Extração em relação ao Lançamento

Conforme Item 4.2.1.1, da NBR 7660-1/2015, não foram estabelecidos em parceria com cliente a formação de lotes.

No Anexo 01 estão expostas as fotos correspondentes após a cada ruptura.

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquinos, 111 - SP - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833
SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro - MG: Belo Horizonte
www.falcaobauer.com.br - bauer@falcaobauer.com.br

2. METODOLOGIA(S) / ESPECIFICAÇÕES

ABNT NBR 7880-1:2015 - Concreto - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à Compressão Axial.

3. RESULTADOS OBTIDOS:

TABELA 02 - DETALHAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Condição de estocagem: Exposto ao ar

Lote	CP	Nota Fiscal	fck (MPa)	Altura "h" (mm)	Diâmetro "d" (mm)	Tempo de Estocagem (horas)	Massa Específica (kg/m³) *	Carga de Ruptura (N)	f _{ci,ext,Inicial} (MPa)	k1 (Obs. 1)	k2 (Obs. 2)	k3 (Obs. 3)	k4 (Obs. 4)	f _{ci,ext} (MPa) **
	1	N.D	N.D	91,0	75,0	72	2.149	105.855	24,0	-0,079	0,0900	0,05	-0,04	24,5
	2	N.D	N.D	98,0	75,0	72	2.298	113.675	25,7	-0,063	0,0900	0,05	-0,04	26,7
	3	N.D	N.D	133,0	75,0	72	2.291	68.909	15,6	-0,018	0,0900	0,05	-0,04	16,9
	4	N.D	N.D	97,0	75,0	72	2.173	69.104	15,6	-0,065	0,0900	0,05	-0,04	16,2
	5	N.D	N.D	123,0	75,0	72	2.245	89.826	20,3	-0,029	0,0900	0,05	-0,04	21,8
	6	N.D	N.D	89,0	75,0	72	2.241	92.171	20,9	-0,088	0,0900	0,05	-0,04	21,1

* Massa Específica Aparente da Amostra (kg/m³)

** Tensão de Ruptura Corrigida

Obs. 1: k1 = Coeficiente de Correção (Relação h/d)

Obs. 2: k2 = Coeficiente de Correção (Efeito Broqueamento)

Obs. 3: k3 = Coeficiente de Correção (Direção da Extração)

Obs. 4: k4 = Coeficiente de Correção (Efeito umidade)

Resolução da prensa: 10kgf.

4. COMENTÁRIOS FINAIS:

Nas amostragens não foram observadas descontinuidades ou materiais estranhos ao concreto.

O concreto da região da estrutura que está sendo examinada não esteve em contato com água após extrações. Sendo assim, conforme NBR 7880-1/2015, os testemunhos foram mantidos expostos ao ar, em ambiente de laboratório.

Caso os resultados da média aritmética de cada lote tenha divergência em relação à média maior do que + ou - 15%, este valor deve ser analisado com mais rigor, pois pode indicar que o testemunho não faz parte do lote examinado.

Sugere-se que os resultados sejam apreciados pelo engenheiro calculista.

Das amostras extraídas, o corpo de prova 03 foi utilizado o método de colagem, conforme ANEXO B da NBR 7880-1:2015, as amostras foram coladas com Sikadur 31, adesivo estrutural à base de resina.

5. DATA DOS ENSAIOS

Ensaio realizado em 16/10/2018.

São Paulo, 19 de Outubro de 2018.

L.A.FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de controle da Qualidade

IRIS SOUZA VIEIRA
Técnico em Edificações
CREA Nº 2014127174

L.A.FALCÃO BAUER LTDA
Centro Tecnológico de controle da Qualidade

TIAGO GUSSEN LAMIN DIAS
Engenheiro Civil
CREA Nº 5063014708

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

SÃO PAULO: Rua Aquino, 111 - SP - CEP 05036-070 - FONE (11) 3611-0833
SP: Bauru - Campinas - Santos - São José dos Campos - RJ: Macaé - Rio de Janeiro - MG: Belo Horizonte

ANEXO 01: Fotos dos Corpos de Prova
Antes ensaio de ruptura.

CP - 01

CP - 02

CP - 03

CP - 04

CP - 05

CP - 06

Os resultados apresentados no presente documento referem-se exclusivamente à(s) amostra(s) ensaiada(s).
 A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e sua utilização para fins promocionais depende de aprovação prévia.

ANEXO VI – Pavimento Térreo e Superior
Plantas de Setorização dos Elementos Estruturais

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS
pavimento térreo

LEGENDA

- VIGA
- PILAR
- LAJE DE COBERTURA
- ALVENARIA DE FECHAMENTO

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE CORPO DE PROVA
pavimento superior

Pavimento Superior
ESCALA 1/50

LEGENDA

- VIGA
- PILAR
- LAJE DE COBERTURA
- LAJE DA ARQUIBANCADA
- ALVENARIA DE FECHAMENTO

**ANEXO VII – Tabela de Comparação inicial de
relevância do perigo**

Elemento Estrutural	Agente de Deterioração	Perigo	Probabilidade			Efeito			Somatoria
			Evento Raro (1)	Evento comum (2)	Efeito acumulativo (3)	Baixo (1)	Severo (2)	Catastrófico (3)	
Pilares piso térreo	Antropogenico	Veiculo bater na estrutura do hall de entrada do Teatro	1			1			2
Laje do piso superior	Antropogenico	Cair veiculo aéreo em cima do teatro	1				2		3
Laje do piso superior	Mecanico	queda de construções de vizinhas afetando diretamente o patrimonio histórico	1					3	4
Laje do piso inferior	Mecanico	Vazamento hidraulico que possa gerar sobrecarga de peso	1				2		3
Toda a estrutura	Mecanico	Vazamento de gas que pode gerar explosão	1					3	4
Toda a estrutura	Fogo	Curto circuito elétrico que possa gerar incendio	1					3	4
Pilares piso térreo	Antropogenico	Depredação do patrimonio por transeuntes		2		1			3
Pilares piso térreo	Antropogenico	Manifestação popular que possa gerar depredação do bem patrimoniado		2			2		4
Pilares piso térreo	Antropogenico	Falha na segurança publica com possam gerar alvejamento de armas de fogo de grande calibre	1				2		3
Laje piso térreo	Mecanico	uso de material inapropriado para impermeabilização da laje da marquise que possa gerar sobrecarga de peso		2			2		4
Toda a estrutura	Mecanico	choque na estrutura antiga de peça metalica proveniente da montagem da nova estrutura na estrutura antiga		2			2		4
Laje piso inferior	Quimico	Infiltração de agua proveniente do andar superior			3		2		5
Laje piso superior	Quimico	infiltração de agua proveniente de falha na impermeabilização da laje			3		2		5
Vigas piso superior	Quimico	Desplacamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura			3		2		5
Vigas piso superior	Quimico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão			3		2		5
Pilares piso térreo	Fisico	Colapso dos pilares de uma seção do piso terreo proveniente de sobrecarga no piso superior			3			3	6
Pilares piso térreo e superior	Fisico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Mecanico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metalica)			3		2		5
lajes do piso térreo e superior	Fisico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga			3		2		5
Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo no estaqueamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga		2				3	5
Toda a estrutura	Mecanico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga		2				3	5
Toda a estrutura	Mecanico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso terreo haver colisão com a fundação dos remanescentes		2				3	5
Toda a estrutura	Mecanico	Vibrações devido o transito fregado de veiculos pesados na rua haver movimentação da estrutura	1			1			2
Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo de uso de materiais inflamaveis por usuarios		2				3	5
Toda a estrutura	Fogo	Incendio proveniente de fogo em cenarios e figurinos do teatro		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias		2				3	5
Laje piso superior	Fisico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (tamanho do ralo)			3		2		5
Laje piso superior	Fisico	falha no caimento das lajes de cobertura			3		2		5
Laje arquibancada	Fisico	Falha no caimento da laje arquibancada			3		2		5
vigas piso superior e térreo	Fisico	Realização de furos nas vigas para passagem de novos cabeamentos de infra estrutura para novo teatro		2			2		4
Toda a estrutura	Natural	Acontecimento de terremoto	1					3	4
Laje piso superior	Natural	Depredação devido ventos fortes	1				2		3
Laje piso superior	Natural	Depredação devido chuvas de granizo	1				2		3
Toda a estrutura	natural	Incendio devido raio		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acessos para manutenção		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção		2				3	5
Toda a estrutura	Antropogenico	Alteração de uso do teatro gerando descaracterização e sobrecarga da estrutura		2			2		4

**ANEXO VIII – Matriz de Risco completa dos
Remanescentes do Teatro Cultura Artística**

ANÁLISE DE RISCOS											RISCO RESIDUAL					
NUM.	LOCALIZAÇÃO DAS PEÇAS	AGENTE DE DETERIORAÇÃO	Perigos Identificados	Consequência(s) do Perigo	A - FREQUÊNCIA	B - PERDA DE VALOR	C - ITENS AFETADOS	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO	PRIORIZAÇÃO DE TOMADA DE AÇÃO	TRATAMENTO DOS RISCOS	A - FREQUÊNCIA	B - PERDA DE VALOR	C - ITENS AFETADOS	Magnitude do Risco	GRAU DE RISCO
1	Laje piso inferior	Químico	Infiltração de água proveniente do andar superior	Corrosão da armadura	3,5	3	2	6,5	Médio	VERDE	Realização de manutenção periódica, incluindo limpeza das calhas e rios de drenagem, bem como acompanhamento do funcionamento correto de toda rede hidráulica	3	2	2	7	Médio
2	Laje piso superior	Químico	Infiltração de água proveniente de falha na impermeabilização da laje	Corrosão da armadura	3,5	3	2	6,5	Médio	VERDE	Realização de manutenção periódica com acompanhamento da eficácia do sistema de impermeabilização	3	2	2	7	Médio
3	Vigas piso superior	Químico	Deslocamento do cobrimento de armadura proveniente de corrosão da armadura	perda de seção da armadura	4	3	2,5	9,5	Médio	AMARELO	Restauração da cobertura de armadura e a própria armadura que já estiver em processo de corrosão.	3	2	2	7	Médio
4	Vigas piso superior	Químico	Diminuição da seção da armadura proveniente de corrosão	perda de seção da armadura	4,5	4	2,5	11	Crítico	AMARELO	Recuperação estrutural com uso de materiais e técnicas adequadas	3	2	2	7	Médio
5	Pilares piso térreo	Físico	Colapso dos pilares de uma seção do piso térreo proveniente de sobrecarga no piso superior	perda de estabilidade	4,5	3	4	11,5	Crítico	LARANJA	Realização de prova de carga para verificar a capacidade da laje e, caso necessário adaptação do uso do piso superior a cargas mais baixas, tal como, colocar a livreria no andar térreo	3	2,5	3	8,5	Médio
6	Pilares piso térreo e superior	Físico	esmagamento da cabeça de um pilar proveniente de sobrecarga pontual	perda de estabilidade	4,5	3	2,5	10	Médio	AMARELO	Realização de prova de carga para verificar capacidade de carga no pilar e se necessário atenuação do uso e cargas a que o pilar ficará exposto	3	2,5	2	7,5	Médio
7	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Falha na junta de dilatação entre a estrutura nova e antiga	fissuras na estrutura	3,5	3	3	9,5	Médio	AMARELO	Manutenção adequada da junta de dilatação e acompanhamento de movimentação e trincas, caso necessário realizar a intervenção	2,5	2,5	2	7	Médio
8	lajes do piso térreo e superior	Mecânico	Movimentação distinta entre a estrutura antiga (concreto) e a estrutura nova (metálica)	fissuras na estrutura	3,5	3	3,5	10	Médio	AMARELO	Manutenção adequada e acompanhamento da movimentação da estrutura e suas possíveis trincas	2,5	2	3	7,5	Médio
9	lajes do piso térreo e superior	Físico	Falha no engastamento entre a estrutura nova e estrutura antiga	destruição de parte da estrutura	3,5	3	3,5	10	Médio	AMARELO	Manutenção adequada e acompanhamento da movimentação da estrutura e suas possíveis trincas	3	2	3	8	Médio
10	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo no estacamento da estrutura nova que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda de estabilidade	4	3,5	3,5	11	Crítico	AMARELO	Acompanhamento minucioso na etapa de escavação, inclusive com a possibilidade de instrumentação da estrutura do remanescente.	2,5	2	3	7,5	Médio
11	Toda a estrutura	Mecânico	movimentação de solo na escavação do teatro novo no subsolo que possa gerar abalo na fundação da estrutura antiga	perda de estabilidade	4	3,5	3,5	11	Crítico	AMARELO	Acompanhamento minucioso na etapa de escavação, inclusive com a possibilidade de instrumentação da estrutura do remanescente.	2,5	2	3	7,5	Médio
12	Toda a estrutura	Mecânico	no momento da escavação para a parte nova do teatro no piso térreo haver colisão com a fundação dos remanescentes	perda de estabilidade	4	3,5	3	10,5	Crítico	AMARELO	Acompanhamento minucioso na etapa de escavação, inclusive com a possibilidade de instrumentação da estrutura do remanescente.	2,5	2	3	7,5	Médio
13	Toda a estrutura	Fogo	Incêndio proveniente de fogo de uso de materiais inflamáveis por usuários	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO	Instalação de equipamentos de proteção passiva contra incêndio e realizar a devida manutenção dos mesmos.	3	2	3	8	Médio
14	Toda a estrutura	Fogo	Incêndio proveniente de fogo em cenários e figurinos do teatro	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO	Instalação de equipamentos de proteção passiva contra incêndio e realizar a devida manutenção dos mesmos.	3	2	3	8	Médio
15	Toda a estrutura	Antropogenico	realização de recuperação estrutural errada que possa gerar novamente as patologias	fissuras na estrutura	3,5	3,5	3	10	Médio	AMARELO	Utilização de empresas qualificadas com atestação técnica junto a órgãos de classe	3	2	2,5	7,5	Médio
16	Laje piso superior	Físico	falha de drenagem de água pluvial da cobertura (barranco do rio)	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE	Realização de manutenção periódica com limpeza dos rios e avaliação de vazão e se necessário realizar a troca do rio e sua proteção.	2,5	2	2	6,5	Médio
17	Laje piso superior	Físico	falha no calçamento das lajes de cobertura	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE	Realização de manutenção periódica com acompanhamento do acúmulo de água e seu escoamento. Caso necessário realizar o calçamento da laje.	2,5	2	2	6,5	Médio
18	Laje arquibancada	Físico	Falha no calçamento da laje arquibancada	Corrosão da armadura	3,5	3	2,5	9	Médio	VERDE	Realização de manutenção periódica com acompanhamento do acúmulo de água e seu escoamento. Caso necessário realizar o calçamento da laje.	3	2	2	7	Médio
19	Toda a estrutura	natural	Incêndio devido rio	destruição da estrutura	5	5	5	15	Crítico	VERMELHO	Utilização de para rio e realizar a devida manutenção do mesmo.	3	2	5	10	Médio
20	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de manutenção adequada	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	3	10,5	Crítico	AMARELO	Realização de planejamento de manutenção com plano de verba anual para tanto	2,5	2	2	6,5	Médio
21	Toda a estrutura	Antropogenico	Dificuldade de acesso para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	2,5	10	Médio	AMARELO	Verificar todos os acessos necessários para manutenção e caso tenham problemas os mesmos devem ser solucionados.	2,5	2	2	6,5	Médio
22	Toda a estrutura	Antropogenico	Falta de verba para manutenção	Fissuras e corrosão da armadura	3,5	4	3,5	11	Crítico	AMARELO	Realização de planejamento de manutenção com plano de verba anual para tanto	2,5	2	3	7,5	Médio

**ANEXO IX – Solicitação de acesso a obra e dados do
Remanescentes do Teatro Cultura Artística**

Universidade de São Paulo
 Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
 Rua do Lago, 570 (05508-000) – São Paulo – SP – Brasil
 Tel 11 3091 4571 – Fax 11 3091 4538
<http://www.fau.usp.br>

São Paulo, 15 de Janeiro de 2019.

Aos cuidados do Ilmo. Sr. Eng.
 Leandro Gregório – HTB

SOCIEDADE CULTURA ARTÍSTICA,

Assunto: Solicitação de autorização para uso como estudo de caso o Teatro Cultura Artística para tese de doutoramento da Faculdade de Arquitetura da USP

Eu, Juliana de Carvalho, sou aluna regular de doutorado do Programa de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, na área de Tecnologia da Arquitetura, com número USP 3024663, tendo como Professora orientadora a Profa. Dra. Claudia Terezinha de Andrade Oliveira.

O tema do meu doutorado é "Contribuição para metodologia de Análise de Risco de Patrimônio Histórico Arquitetônico Modernista com ênfase no concreto armado"

Neste trabalho irei propor uma metodologia de análise de risco com foco no concreto armado para obras modernistas, baseado no modelo utilizado pela UNESCO para patrimônio histórico.

Devido a representatividade e importância do Teatro Cultura Artística para arquitetura modernista brasileira, venho por meio desta solicitar a autorização para uso do edifício como estudo de caso para a tese, e ressalto que todas as informações serão utilizadas estritamente para fins de pesquisa acadêmica.

Diante disto, com a certeza de que o fruto deste trabalho irá contribuir para a Sociedade Cultura Artística e no desenvolvimento acadêmico de atuais e futuros arquitetos, solicito gentilmente esta autorização.

Desde já, agradeço.

Atenciosamente,

Juliana de Carvalho

Ciente Orientadora
 Claudia Terezinha de Andrade Oliveira