

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MONUMENTOS HISTÓRICOS: ESTUDO
DE CASO REALIZADO NO PRÉDIO DA CEMIG DE TEÓFILO OTONI - MG**

**TEÓFILO OTONI - MG
2018**

**ANNA CLARA VIEIRA FERNANDES
BRUNA RODRIGUES VIEIRA
DANIEL FERREIRA NEVES**

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MONUMENTOS HISTÓRICOS: ESTUDO
DE CASO REALIZADO NO PRÉDIO DA CEMIG DE TEÓFILO OTONI - MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil das Faculdades Unificadas de
Teófilo Otoni, como requisito parcial
para a obtenção do grau de bacharel
em Engenharia Civil.**

**Área de concentração: Patologias na
Construção Civil.**

**Orientadora Profa. Ma. Glaucimar Lima
Dutra**

TEÓFILO OTONI - MG

2018



FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Manifestações patológicas em monumentos históricos: estudo de caso realizados no prédio da cemig de Teófilo Otoni - MG, elaborado pelos alunos Anna Clara Vieira Fernandes, Bruna Rodrigues Vieira e Daniel Ferreira Neves, foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de Engenharia Civil das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

Teófilo Otoni, 12 de dezembro de 2018

Glauçimar Lima Dutra

Glauçimar Lima Dutra

Jansen Lemos Faria

Jansen Lemos Faria

Raphael Neves de Matos

Raphael Neves de Matos

*Dedicamos este trabalho aos nossos pais e familiares
que sempre nos deram exemplos de vida e conduta
e não mediram esforços para que chegássemos até aqui.
Nossas vidas se baseiam em vocês.*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não seria possível sem o contributo de pessoas que fizeram parte dessa trajetória, que nos incentivaram, ajudaram e apoiaram durante todo esse percurso.

Em primeiro lugar queríamos agradecer ao Soberano e criador de todas as coisas que nos proporciona o fôlego de vida todos os dias, nos dando mais força e saúde para superar as dificuldades e adversidades. Seu fôlego de vida nos concedeu coragem e encorajamento para questionar realidades e propor um mundo de novas possibilidades.

Aos nossos pais e avós, por todo o apoio incondicional que nos foram conduzidos, assim como todo o incentivo, determinação, amor, carinho que nos concederam durante não só essa etapa, mais desde o início do curso, o qual estar ao lado de vocês foi um recarregar das nossas energias e uma motivação para prosseguir.

Aos nossos professores pelos conhecimentos repassados e por toda dedicação e paciência durante toda essa caminhada que trilhamos juntos.

Gostaria de dirigir também os nossos sinceros agradecimentos a nossa Orientadora Glaucimar Lima pela orientação, ajuda e disponibilidade durante a produção desse presente trabalho.

Aos nossos amigos e colegas por todos os momentos juntos, inclusive aqueles onde estávamos atribulados e confusos e mesmo assim, encontramos a melhor forma de executarmos as atividades um dando auxílio ao outro e assim, atingirmos juntos o resultado final. Muito obrigado pela amizade, entreaajuda e dedicação.

A todos que diretamente e indiretamente fizeram parte da nossa formação e nos deram apoio e correção nos momentos necessários.

A esta universidade, o seu corpo docente, direção e demais colaboradores que nos deram a oportunidade de hoje vislumbrar a janela de um novo horizonte e desfrutar a experiência de ter um curso superior e levar conosco conhecimentos que nos fizeram crescer.

*Tudo o que um sonho precisa para ser
realizado é alguém que acredite que ele
possa ser realizado.*

Roberto Shinyashiki

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

MG – Minas Gerais

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

PIB – Produto Interno Bruto

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis.....	24
Figura 2 – Vista via satélite do prédio da cemig em teófilo otoni - mg.....	35
Figura 3 – Vista frontal do prédio da cemig em teófilo otoni - mg.....	37
Figura 5 - Montagem com fachada frontal e patologias encontradas.....	45
Figura 6 - Mapeamento das patologias do 1º pavimento.....	46
Figura 7 - Mapeamento das patologias do 2º pavimento.....	47
Figura 8 - Fissuras encontradas (parte interna e externa) no prédio da cemig	51
Figura 9 - Eflorescências encontradas no prédio da cemig.....	52
Figura 10 - Bolores encontrados no prédio da cemig	53
Figura 11 - Descolamentos encontrados no prédio da cemig	55
Figura 12 - Bolhas e empolamento de revestimentos	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentagem das patologias encontradas no prédio da cemig teófilo otoni	48
Gráfico 2 – Quantificação das patologias identificadas no prédio da cemig	49
Gráfico 3 - Relação patologias <i>versus</i> localidades	50

RESUMO

Este trabalho apresenta a identificação das manifestações patológicas no prédio histórico que atualmente abriga a CEMIG de Teófilo Otoni – Minas Gerais, construído em 1928. O objetivo deste trabalho consiste em identificar as manifestações patológicas, reconhecer as causas, sintomas e analisar a viabilidade de medidas de prevenção, restauração e revitalização do bem cultural em questão. Os revestimentos exercem várias funções nos edifícios e monumentos históricos, entre elas, a durabilidade, as funções estéticas, de valorizações econômicas e culturais. A metodologia do estudo apresenta as ferramentas, procedimentos e estratégias para sanar essas anomalias. Como resultado, constatou-se que o monumento encontra-se deteriorado, com a presença de patologias nos revestimentos, principalmente de fissuras, trincas, bolores, descolamentos, eflorescências e bolhas por umidade. Então, para uma maior prevenção da umidade e reparo das patologias, é necessário o entendimento de adotar um programa eficiente de inspeção/manutenção constante que trará maior segurança e durabilidade da estrutura, garantindo a conservação do edifício que é símbolo cultural e histórico para o município.

Palavras-chave: Patologias. Construção Civil. Edifício histórico.

ABSTRACT

This work presents the identification of the pathological manifestations in the historical building that currently houses CEMIG of Teófilo Otoni - Minas Gerais, built in 1928. The objective of this work is to identify the pathological manifestations, to recognize the causes, symptoms and to analyze the feasibility of measures of prevention, restoration and revitalization of the cultural object in question. The coatings perform various functions in buildings and historical monuments, among them, durability, aesthetic functions, economic and cultural valuations. The study methodology presents the tools, procedures and strategies to address these anomalies. As a result, it was verified that the monument is deteriorated, with the presence of pathologies in the coatings, mainly of cracks, cracks, molds, detachments, efflorescences and bubbles by humidity. Therefore, for a greater prevention of humidity and repair of pathologies, it is necessary to understand an efficient inspection / maintenance program that will bring greater security and durability of the structure, guaranteeing the conservation of the building that is a cultural and historical symbol for the municipality .

Keywords: Pathologies. Construction. Historic building.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 Patologias nas construções	28
2.1.1 Manifestações patológicas ocasionadas por sobrecarga	29
2.1.2 Manifestações patológicas causadas por movimentos de fundação	29
2.1.3 Manifestações patológicas ocasionadas por umidade excessiva	30
2.2 Manifestação Patológica.....	31
2.2.1 Fissuras e trincas.....	31
2.2.2 Eflorescência e Bolor.....	31
2.2.3 Descolamento.....	32
2.2.4 Bolhas e Empolamento por umidade.....	33
2.3 Origem das Patologias.....	22
2.3.1 Patologias originadas por falha no projeto.....	24
2.3.2 Patologias originadas por falhas de execução	26
2.3.3 Patologias originadas do uso inadequado	27
2.4 Sintomas e as causas das manifestações patológicas.....	33
2.5 Diagnóstico para as patologias em estudo.....	34
2.6 Princípios básicos para recuperação, conservação e restauro	34
2.7 Prédio da CEMIG Teófilo Otoni	35
3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA.....	39
3.1 Classificação quanto aos fins	39
3.2 Classificação quanto aos meios	40
3.2.1 Critérios para delimitação do estudo de caso	40
3.2.2 Procedimentos de coletas de dados.....	41
3.3 Tratamento de dados	41
3.3.1 Método para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas	42
3.3.2 Identificação das patologias	42
3.3.3 Mapeamento.....	43
3.3.4 Medidas corretivas do método de Liechtenstein.....	43
3.3.4.1 <i>Diagnóstico da situação</i>	43
3.3.4.2 <i>Definição e conduta</i>	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45

4.1 Reconhecimento das patologias	45
4.2 Mapeamento das patologias	45
4.3 Análise quantitativa de patologias	48
4.4 Definição de conduta	51
4.4.1 Fissuras	51
4.4.2 Eflorescências e Bolores.....	52
4.4.3 Descolamento de revestimentos	54
4.4.4 Bolhas e Empolamento de revestimentos	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ANEXO B.....	68
ANEXO C.....	70
ANEXO D.....	72
ANEXO E.....	74

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios das civilizações, a construção civil tem desenvolvido tecnologias em diferentes diretrizes, formando assim, um grande acervo de conhecimento e técnicas que propiciaram ao homem adaptar as suas edificações ao meio em que vive. Contudo, em diferentes épocas, de forma mais acentuada ou não, edifícios construídos têm apresentado falhas, fugindo assim, do que pode ser considerado um desempenho satisfatório.

Segundo França (2011) as edificações convencionais, arquitetônicas ou de valor histórico, podem apresentar anomalias. Estas recebem o nome de patologias, que vem de um termo usado pela medicina que se refere ao estudo de doenças. Pode-se considerar patologia em construção civil, qualquer manifestação em edificações que, acontecem fora de um período previsto e que afetam o seu desempenho de forma física, econômica ou estética (FRANÇA *et al.*, 2011).

O tema patologias na construção civil tem grande relevância no cenário atual. Além da restauração e recuperação, o estudo destas manifestações auxilia na conservação e também atua na prevenção de falhas estruturais, o que proporciona economia quanto a futuros danos nas edificações. De acordo com o tipo e porte da obra, a ruína de uma edificação pode ocasionar perdas de centenas de vidas, além de perdas financeiras e históricas. Em geral, as perdas financeiras ocasionadas pelos processos de degradação das estruturas são elevadas. Para exemplificar, nos Estados Unidos, o custo anual apenas de problemas relacionados à corrosão chega a 3,1% do Produto Interno Bruto (PIB), o que totaliza US\$ 276 bilhões, contra 3,5% no Brasil (FRANÇA *et al.*, 2011).

Além das construções convencionais, outro tipo de edificação que merece atenção maior quanto às manifestações patológicas são os monumentos históricos, estes representam os bens naturais ou materiais que tem valor histórico ou arquitetônico em determinada comunidade ou sociedade.

Restauração e manutenção de edificações históricas tem papel importante na compreensão e valorização da identidade cultural e histórica de uma sociedade, além do efeito estético, cultural e histórico, a conservação desses edifícios assegura também maior proteção aos cidadãos.

A restauração, preservação ou revitalização de edificações históricas está diretamente ligada à análise e as alterações que estas provocam na construção. Alguns exemplos de monumentos históricos revitalizados são: o Antigo Liceu Maranhense, no Maranhão e a Igreja do Carmo, no Pará, ambos restaurados pela empresa Vale S.A. O primeiro projeto de restauração completa, ocorreu na Igreja do Carmo, enquanto o antigo Liceu Maranhense passou por diversas transformações até o século XX.

O edifício que atualmente abriga o escritório da CEMIG, em Teófilo Otoni Minas Gerais, está ligado à história da educação da cidade, visto que, ao longo de muitos anos, o prédio recebeu algumas das principais instituições educacionais da região.

Segundo Dossiê de tombamento (Decreto nº 6.395) do Edifício da CEMIG, de Teófilo Otoni, o prédio foi construído em 1928 para instituição educacional, situando-se no alinhamento da Praça Germânica, ocupando o quarteirão localizado entre a rua Epaminondas Otoni, rua Doutor Mário Campos, avenida Getúlio Vargas e Praça Germânica.

No ano de 1982, as Centrais Elétricas de Minas Gerais – CEMIG adquiriu o edifício, porém não começou as suas atividades. Apenas com a implantação do Escritório Regional de Teófilo Otoni, no ano de 1987, é que se deu início a reforma e a restauração do prédio. Somente em 1994, após a reforma, o prédio foi inaugurado pelo então governador de Minas Gerais Hélio Garcia para o funcionamento do escritório da CEMIG, que passou a preservar também a Praça Germânica da cidade.

Portanto, a importância desse bem está relacionada ao desenvolvimento da cidade em seus aspectos culturais, educacionais, políticos e de infraestrutura urbana.

Com o propósito de demonstrar a importância quanto às manifestações patológicas, a ação do presente trabalho é de transmitir ganhos científicos e também sociais.

Como ganho científico, a pesquisa irá complementar espaços existentes no campo teórico. A dificuldade no tratamento destas falhas se deve ao difícil acesso a informações, uma vez que as bibliografias específicas são escassas e muitas vezes não oferecem total entendimento sobre a importância de identificar as causas das patologias para estabelecer os procedimentos a fim de eliminá-las.

Uma vez conscientizados, em razão das origens das patologias e conservação do patrimônio em questão, toda a sociedade será beneficiada. Os residentes serão beneficiados de acordo com suas necessidades específicas mediante a conservação de um edifício histórico e os profissionais da área de atuação terão o objeto de estudo como modelo de conservação, restauração e revitalização. E ainda, o bem cultural por ser um símbolo histórico, será preservado, mantendo as suas características originais.

A identificação das patologias e a vinculação de suas causas têm o objetivo de aplicar algum tipo de método e possivelmente contribuir para uma correção na trajetória de busca de durabilidade da construção. Dentre esses métodos o mais empregado e conhecido nessa edificação está o método de Lichtenstein, que é um procedimento de simples aplicação sem necessidade de nível de experiência técnica, baseia-se fundamentalmente no levantamento de dados, no local e da história do edifício.

Portanto, a finalidade deste trabalho consistiu em identificar as manifestações patológicas e analisar a viabilidade de medidas de prevenção, restauração e revitalização da edificação histórica, atualmente denominada de prédio da CEMIG em Teófilo Otoni – MG. Reconhecendo as causas e sintomas, estabelecendo um diagnóstico específico para cada patologia encontrada além de propor medidas básicas para recuperação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem das Patologias

A origem das patologias pode ser classificada de acordo com Pedro *et al.* (2002) em: congênitas, construtivas, adquiridas e acidentais.

- Congênitas – surgem ainda na fase de projeto, e ocorrem pela falta de vistoria das normas técnicas, também por falhas e distração dos profissionais, que tem como consequência falhas no detalhamento e execução inadequada nas obras.
- Construtivas – estão relacionadas com a etapa de execução da obra, e tem ocorrência na utilização de mão-de-obra desqualificada, materiais impróprios e falta de metodologia para execução das tarefas.
- Adquiridas – apresentam-se durante a vida útil do edifício e são causadas pela exposição ao meio em que se introduzem.
- Acidentais – provocadas por algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum.

França *et al.* (2011) esboça no Quadro 1, casos com termos ligados à patologia das construções.

Quadro 1 – Termos Ligados à Patologia das Construções

Caso	Manifestação Patológica	Causa	Origem	Mecanismo
A	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ferrugem ○ Desbotamento do cobrimento ○ Manchas de corrosão 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fissuras do concreto ○ Agentes Agressivos (CO₂, Cl, Sulfatos) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projeto ○ Execução ○ Materiais ○ Uso 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Corrosão de armaduras: reação expansiva do ferro com o O₂ e o H₂O
B	<ul style="list-style-type: none"> ○ Deformação excessiva 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sobrecarga 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projeto ○ Execução ○ Materiais ○ Uso 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Deformação lenta
C	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ninhos de concretagem 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Elevada altura de lançamento ○ Excesso de armadura ○ Adensamento inadequado ○ Trabalhabilidade e inadequada 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projeto ○ Execução ○ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Separação física dos constituintes do concreto
D	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fissuras ○ Trincas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sobrecarga ○ Carência de armadura ○ Problemas com as fundações ○ Retração do concreto 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Projeto ○ Execução ○ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Deformação não prevista da estrutura provocando abertura de fissuras no concreto ou nas alvenarias
E	<ul style="list-style-type: none"> ○ Esfarelamento ○ Desplacamento de pisos 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Excesso de água de amassamento ○ Falta de cura 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Execução ○ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Exsudação
F	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eflorescência 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Porosidade excessiva ○ Presença de água em abundância ○ Cal livre presente no cimento 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Execução ○ Materiais 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Combinação da água presente no ambiente com a cal livre do cimento hidratado e sua posterior saída do interior do concreto

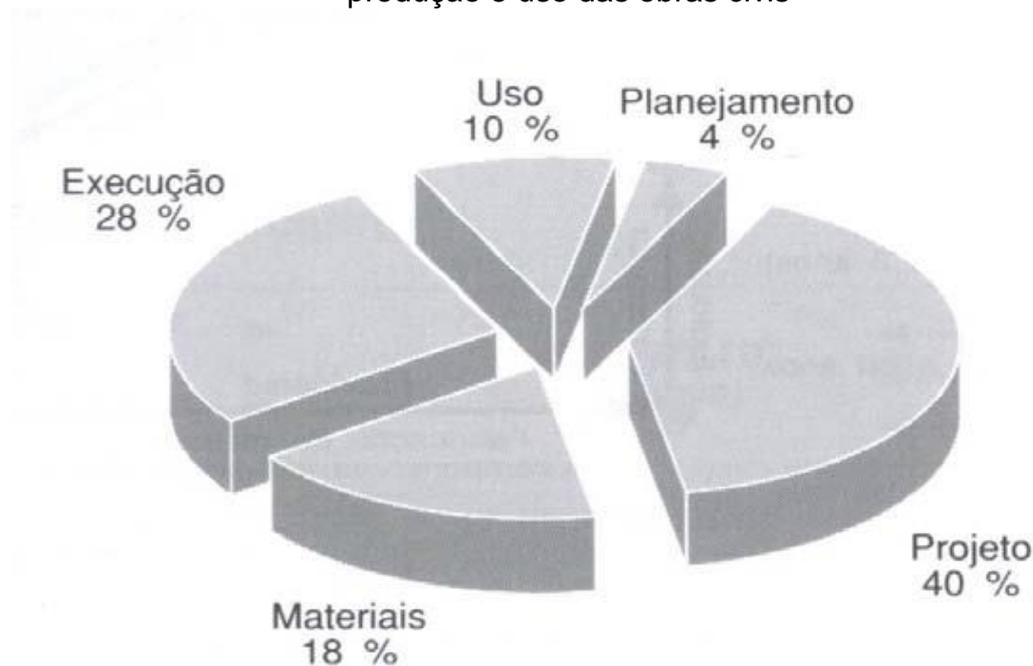
Fonte: FRANÇA *et al.*(2011)

Diante de uma manifestação patológica, é necessário analisar o problema encontrado, visto que este processo, normalmente, envolve uma série de procedimentos, nos quais podem ocorrer variações para cada caso.

Um adequado diagnóstico do problema indica em que etapa do procedimento construtivo originou o fenômeno patológico e reconhecendo assim, a origem do problema permite identificar quem cometeu a falha.

Grandes partes das manifestações patológicas se manifestam após o início do processo construtivo, ainda quando está na fase de planejamento e projeto, estendendo-se para as etapas de uso. Na Figura 1 pode-se observar os percentuais de incidência dos problemas patológicos.

Figura 1 – Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis



Fonte: HELENE (1992)

2.1.1 Patologias originadas por falha no projeto

O planejamento e o projeto estão inseridos na etapa de idealização do empreendimento. A definição das necessidades determinadas pelo usuário é definida na etapa de planejamento, já a função e desempenho da edificação na etapa de projeto. No projeto são escolhidos os métodos e materiais a serem utilizados, assim como o projeto estrutural, tornando essa etapa como uma das mais relevantes (HELENE, 2003).

Nesta fase de concepção do empreendimento, o projeto serve de base para todo o restante do processo construtivo, e configura-se como uma das etapas mais importantes para o não surgimento de futuras patologias. Ainda na criação do projeto são definidas as condições de exposição previstas para o ambiente exterior,

as características dos produtos empregados e principalmente a viabilidade da construção (PINA, 2013).

Falhas no estudo preliminar, falhas de anteprojeto, falhas no projeto final de engenharia, podem levar a escolha de elementos de projeto inadequados e na geração de problemas alterando o desempenho, durabilidade e até mesmo a vida útil da edificação (PINA, 2013).

Os exemplos mais comuns de falta de conduta e profissionalismo que geram diversos problemas patológicos são:

- Deficiência de cálculo da estrutura ou da avaliação da capacidade portante do solo;
- Incompatibilidade do projeto arquitetônico com os demais (estrutural, hidráulico, elétrico, etc.);
- Má execução dos projetos por parte dos colaboradores;
- Desrespeitando as normas técnicas de projeto e execução;
- Erros de dimensionamento;
- Escolha inadequada do modelo analítico;
- Especificação do cobrimento incorreto de acordo com a agressividade do ambiente;
- Seleção inadequada de materiais.

Todos estes encadeamentos culminam durante a fase de criação do projeto, desta maneira é exposta a importância desta etapa no processo relacionada com o não surgimento de patologias (PINA, 2013).

Os principais erros nos projetos estruturais podem ser resumidos a:

- Divergência entre projetos;
- Erros de dimensionamento;
- Especificação do concreto deficiente;
- Especificação do cobrimento incorreta;
- Falta de detalhes;
- Não consideração do efeito térmico;
- Sobrecargas não previstas.

2.1.2 Patologias originadas por falhas de execução

Na fase de execução, os problemas mais comuns estão relacionados à qualificação da mão de obra. Com base nessa problemática, fica evidente a necessidade de treinamentos específicos dos operários, considerando que a relação custo benefício é relativamente boa. Com a qualificação desses profissionais os serviços de execução são agilizados e a perda de materiais é consideravelmente reduzida.

Nesta etapa, é incisiva a necessidade do controle de qualidade e dos processos construtivos para haver a não prorrogação dos problemas patológicos no futuro, pois cabe aos profissionais fazer o controle dos materiais utilizados durante a execução, bem como fiscalizar se eles estão de acordo com o especificado no projeto e se sua utilização está sendo feita de forma correta e gerando o mínimo de perdas e insumos (CREMONINI, 1988).

A falta de capacitação da mão de obra, o uso de materiais de baixa qualidade e a má execução do projeto, propicia o surgimento de patologias durante a fase de construção, outros fatores contribuem para a manifestação de patologias após a entrega do produto final (PINA, 2013).

Esses erros apesar de primários podem gerar grandes problemas na edificação, contribuindo para a origem de futuras patologias. Outros fatores que contribuem para o surgimento de anomalias originadas na execução são: erro de interpretação de projetos e a falta de condições nos locais de trabalho (PINA, 2013).

A ausência de normatização de diversos materiais e procedimentos, acrescida à falta de fiscalização daqueles já normalizados por parte dos profissionais e responsáveis técnicos, mostra-se de grande importância à contribuição para o não surgimento de patologias, deve haver então, a conscientização de engenheiros no que tange ao controle de qualidade dos materiais e processos construtivos (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Na fase de execução é comum ocorrerem erros, tais como:

- Armadura mal posicionada;
- Adição de água no concreto fora das especificações;
- Erro de interpretação de projeto;
- Erro no dimensionamento ou posicionamento das formas;

- Erros de vibração;
- Falta de controle tecnológico;
- Falta de limpeza ou estanqueidade das formas;
- Falta de saturação das formas;
- Falta de fiscalização;
- Falta de espaçadores e pastilhas para garantir o cobrimento;
- Falta de cuidado com os ferros superiores das lajes, permitindo o seu rebaixamento;
- Segregação do concreto por erro de lançamento;
- Falta de cura ou cura mal executada;
- Cimbramentos mal executados e desformas antes do tempo;
- Uso de concreto vencido;
- Juntas de concretagem mal posicionadas ou mal executadas.

2.1.3 Patologias originadas do uso inadequado

Durante a fase de uso da edificação é normal que as patologias provenientes desta etapa sejam decorrentes da má utilização e falta de manutenção por parte dos usuários, contudo não se pode isentar os responsáveis técnicos e empreendedores, pois é comum que estes não formulem manuais de uso e manutenção das edificações, fator que contribui para o surgimento de anomalias na estrutura (DAL MOLIN, 1988).

Muitas patologias originadas na fase de utilização são causadas por conta dos usuários, os fatores mais comuns são: alterações estruturais, sobrecargas não previstas no projeto, falta de programações de manutenção adequada, utilização de produtos químicos com agentes agressivos, danificação de elementos estruturais por impactos, falta de inspeções periódicas para detecção de sintomas patológicos, retração do cimento, erosão por abrasão e excesso de deformação das armaduras (PINA, 2013).

A elaboração de um manual destinado à manutenção e uso é a melhor maneira de prevenção contra a aparição de patologias na fase de utilização, tanto para o empreendedor/usuário do imóvel quanto para o responsável técnico, este documento tem o objetivo de auxiliar na manutenção e age diretamente na durabilidade e vida útil da edificação. Contudo, existe um compromisso de vender

um produto de qualidade, assim como qualquer outro produto disponível no mercado independente da existência de um manual ou não (CBIC, 2013).

As principais causas de patologias na fase de utilização são:

- Ataque de agentes agressivos;
- Carbonatação e corrosão química ou eletroquímica;
- Danificação de elementos estruturais por impactos;
- Erosão por abrasão;
- Falta de programa de manutenção adequado;
- Sobrecargas não previstas no projeto.

2.2 Patologias nas construções

O estudo dos sintomas, formas de manifestação, falhas que ocorrem nas estruturas das edificações, as causas e origens das doenças assemelham a patologia nas construções à medicina (RIPPER et al., 1998; HELENE, 2002).

Segundo Helene (2002) a partir das características externas observadas nas patologias, geralmente pode-se conhecer a sua natureza, origem e os mecanismos dos acontecimentos envolvidos. Complicações encontradas devem ser tratadas com mais critério, a necessidade de maior atenção faz com que alguns problemas sejam ignorados, passando despercebidos nas fases de projeto, execução e utilização. Os problemas em estruturas de concreto armado são os de maior gravidade, solicitam maior atenção pelo risco manifesto à integridade da estrutura, exemplos disso são as corrosões em armaduras de concreto, as fissuras patológicas e as flechas excessivas das peças estruturais.

Helene e Pereira (2007) listam as seguintes manifestações como problemas mais comuns e de maior efeito no concreto:

- Fissuras;
- Flechas excessivas;
- Eflorescências;
- Manchas no concreto aparente;
- Corrosão da armadura;
- Problemas devido à separação dos componentes do concreto;
- Defeitos de aterro e compactação.

Helene (2002) argumenta que uma análise precisa dos problemas, permite definir de forma clara a origem, causas, consequências, e o método mais adequado para intervenção.

As patologias encontradas nas estruturas de concreto armado são bem características e esteticamente visíveis. Após o reconhecimento das patologias, podem-se definir as suas origens, natureza, consequências, podendo assim traçar meios de recuperação da própria.

2.2.1 Manifestações patológicas ocasionadas por sobrecarga

As montagens das peças em uma estrutura de concreto armado são normalmente dimensionadas permitindo-se certos tipos de deformação e a aparição de fissuras na região tracionada da peça.

A preocupação com os cálculos estruturais é que as deformações e as fissuras sejam evitadas, de forma que não fiquem evidentes e possam evitar a durabilidade da estrutura.

Por conta de demandas externas, que podem ou não ser previstas no projeto, é possível que estas provoquem fissuras em vedações ou até mesmo em componentes estruturais (THOMAZ, 1989). As manifestações podem ocorrer nas fachadas decorrentes de esforços de compressão e de flexão (SILVA, 2007).

A origem de fissuras decorrentes de sobrecargas não é necessariamente devido à ruptura do componente ou de instabilidade na estrutura, isto porque acontece uma redistribuição de tensões que acompanham o componente fissurado e mesmo nos componentes mais próximos, de maneira que a solicitação externa comumente acaba sendo absorvida de forma geral pela estrutura ou por parte dela (THOMAZ, 1989).

2.2.2 Manifestações patológicas causadas por movimentos de fundação

Thomaz (1989) e Helene (1993) concordam que as fissuras e trincas quando causadas por movimentação da fundação são as que demandam maior preocupação, estas indicam problemas com as bases estruturais das edificações. De forma geral, estas manifestações patológicas apresentam-se inclinadas, algumas das vezes similares aquelas oriundas da deflexão de componentes estruturais, mas

geralmente são mais extensas, deitando-se em direção ao local onde ocorreu o maior recalque (THOMAZ, 1989).

De acordo com Thomaz (1989), as principais causas de recalques nas fundações são:

- O tipo e estado do solo;
- Disposição do lençol freático;
- Dimensões e formato da placa carregada;
- Intensidade da carga, tipo de fundação e cota de apoio;
- Interferência de fundações vizinhas.

2.2.3 Manifestações patológicas ocasionadas por umidade excessiva

A palavra umidade, conforme o dicionário Dicio (2009) é a “característica ou estado do que está úmido - que está envolto pelo vapor de água ou sutilmente molhado. Meteorologia. Porção, quantidade, de vapor de água presente na Atmosfera. Estado do que é úmido: o higrômetro mede a umidade do ar. Relento ou orvalho.” Na temática de engenharia, pode-se relacionar a patologia como sendo a característica do que está úmido.

De acordo com PEREZ (1985), dentro da construção civil um dos problemas mais difíceis de serem solucionados são as patologias ocasionadas por umidade. A dificuldade se explica pela complexibilidade dos fenômenos envolvidos em cada caso e a escassez de estudos e pesquisas.

O surgimento de problemas com a umidade em uma edificação acarreta desconforto e degrada a construção com velocidade considerável, além de apresentar soluções com grande custo. A frequência no aparecimento destes problemas está ligada a arquitetura moderna e aos novos materiais e sistemas construtivos empregados nos últimos anos. As paredes passaram a ter função de vedação com o uso de concreto armado, deixando de serem portantes, o que resultou em paredes mais esbeltas (PEREZ, 1985).

2.3 Manifestação Patológica

2.3.1 Fissuras e trincas

Essa manifestação patológica surge na estrutura e nos revestimentos de uma edificação ocasionadas por vários motivos. Conforme Ioshimoto (1988), são:

- Movimentação da estrutura;
- Falta de amarração entre os elementos construtivos (por exemplo: em cantos de paredes, encontro de lajes com as paredes);
- Retração de elementos cimentícios;
- Recalques diferenciais das fundações;
- Diversos (concentração de esforços, impacto de portas e outros).

De uma forma geral, as fissuras apresentam uma abertura de até 0,5 mm e as trincas de 0,5 a 1,5 mm.

De acordo com Thomaz (1992), dentre as várias manifestações patológicas que acontecem em edifícios, ressaltam-se as fissuras como as mais relevantes devido a três particularidades:

- O aviso de algum problema sério na estrutura;
- O comprometimento do desempenho da obra em serviço;
- O constrangimento psicológico que a fissuração exerce sobre seus usuários.

2.3.2 Eflorescência e Bolor

Segundo Santos Filho (2008), as causas da eflorescência podem ser explicadas por três agentes:

- O teor de sais presentes em materiais ou componentes;
- A presença de água;
- A evaporação que faz com que a solução resultante se desloque até a superfície.

A reação da água presente com os componentes da argamassa de revestimento formam sais, que então, migram para a superfície, causando a

manifestação patológica. A eflorescência pode ser mais considerada como um problema estético que propriamente estrutural, contudo, este acarreta um problema maior, que é a degradação dos materiais pela umidade presente.

Thomaz (1992), Cincotto, Silva e Carasek (1995) e Uemoto *et al* (1999), tem opinião unânime ao demonstrar as condições para o desenvolvimento de fungos:

- Ambientes com umidade relativa do ar de 80%;
- Temperaturas entre 25° à 30° C;
- A água é um fator que condiciona o aparecimento, expansão e manutenção do bolor.

Para Caneva, Nuguri e Salvador (2000), os bolores surgem através da ação de micro-organismos conhecidos como fungos filamentosos.

Para se evitar que o bolor aconteça nas edificações, já na fase de projeto, medidas devem ser tomadas. Essas medidas visam garantir uma ventilação, iluminação e insolação adequada aos ambientes, assim como idealizar a diminuição de risco de condensação nas superfícies internas dos componentes e também evitar riscos de infiltração de água através de paredes, pisos e/ou tetos. (ALUCCI; FLAUZINO; MILANO, 1985, p. 45).

De acordo com Yazigi (2009), quando houver a infecção de uma região e notar a alteração na cor na superfície dos revestimentos, a limpeza deverá ser realizada logo no início da infecção.

2.3.3 Descolamento

Conforme Verçosa (1991), o descolamento mais comum se caracteriza por um bolsão formado sob o reboco. Este aumenta gradativamente até que o reboco caia. Este tipo de manifestação ocorre pela infiltração de umidade pela outra face da parede ou por algum ponto localizado nas fachadas, que, geram a pressão que leva ao destacamento.

O descolamento representa a manifestação patológica mais significativa de revestimentos, que pode atingir em menor ou maior grau conforme a exposição à umidade e pode provocar o descascamento da pintura.

Para Bauer (1994), nos revestimentos de argamassa os descolamentos sucedem de modo a desagregar uma ou mais camadas dos revestimentos e apresentam extensão variada.

2.3.4 Bolhas e Empolamento por umidade

Segundo Peres (2001), a umidade excessiva pode ocasionar o esfarelamento da argamassa, a formação de pontos com empolamento e desagregação da superfície. O empolamento é uma manifestação patológica que frequentemente aparece nas construções que consiste no aparecimento de bolhas derivadas da evaporação da infiltração da água nas alvenarias.

No revestimento de argamassa o empolamento é representado pelo descolamento entre o reboco e a camada inferior, neste local as bolhas são formadas e se expandem progressivamente, as reações entre meio as camadas são explicadas por substâncias presentes na argamassa que reagem a fatores externos (CINCOTTO,1988).

2.4 Sintomas e as causas das manifestações patológicas

Segundo França *et al.* (2011), há diversas maneiras para se identificar uma manifestação patológica. Através de ensaios destrutivos e não destrutivos se obtêm informações como tamanho, mapeamento das estruturas, condições físicas, profundidade, e também fornecem parâmetros que estão associados ao risco de danos à estrutura ou processos de deterioração. Não faltam métodos para recuperação das patologias, no entanto é fundamental uma melhora na qualidade das obras. Muitas vezes os responsáveis por manifestações patológicas estão nas fases do processo construtivo ou nos materiais utilizados.

Os sintomas, também denominados como: lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser analisados e classificados para orientar um primeiro diagnóstico, a partir de minuciosas observações visuais. (IANTAS, 2010).

São inúmeros os fatores que ocasionam em manifestações patológicas nas construções. Para Machado (2002, apud Miotto, 2010) retrata as principais causas:

- Deficiência na execução dos projetos no que se refere às cargas atuantes, dimensionamento incorreto das estruturas, e ainda materiais e processos com descrições inadequadas;
- Ações térmicas internas (gradientes térmicos originados pelo calor de hidratação) e externas (variação sazonal de temperatura) atuando nas estruturas de concreto armado;
- Intemperismo, tais como variação de umidade, agentes atmosféricos diversos, agressões ambientais, entre outros.

- Utilização inadequada da construção (alteração da destinação, acréscimo das solicitações) (MACHADO, 2002 apud MIOOTO, 2010).

Estes problemas podem ser vistos de forma simplificada, com fácil identificação e reparo evidente, mas também podem se apresentar de forma mais complexa, nestes casos pode ser necessário uma análise individualizada do problema.

2.5 Diagnóstico para as patologias em estudo

Para o diagnóstico das patologias é necessário detectar as manifestações e localizar em que etapa do processo construtivo iniciou-se a anomalia. Deve-se também, descobrir a origem da “doença”. Se o problema originou-se no projeto, a falha é do projetista; se a origem está na qualidade do material, o fabricante falhou; quando se teve origem na execução, há falha na mão de obra, na fiscalização ou na construtora, sendo omissos; durante o uso, houve falha na operação e manutenção. (IANTAS, 2010).

De acordo com Miotto (2010) a obtenção de um diagnóstico adequado, passa pela necessidade de ponderações feitas quanto ao comportamento geral da estrutura e as consequências do problema. De modo geral, preparam-se com dois tipos de condições: condições de serviço e funcionamento da obra, isto é, englobam a estética e higiene; e aquelas que comprometem as condições de segurança da estrutura.

Alterações e envelhecimento são processos naturais em edificações, entretanto, as estruturas devem ser projetadas e construídas com o intuito de fornecer aparência e segurança no decorrer da vida útil da edificação. Para tal, devem-se efetuar as devidas manutenções, para prorrogar ao máximo a vida útil e buscar a ausência de patologias.

2.6 Princípios básicos para recuperação, conservação e restauro

Diante da formulação do prognóstico, onde ficarão evidentes as possibilidades de solução do problema patológico, levantam-se as alternativas de intervenção que por sua vez, são feitas levando-se em conta três parâmetros

básicos: grau de incerteza sobre os efeitos, relação custo benefício e disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços (OLIVEIRA, 2013).

A ABNT NBR 14037:2011 determina o conteúdo a ser incluído no manual de operação, uso e manutenção de edificações, apresentando também, recomendações para sua elaboração e apresentação, tendo como objetivo direcionar o proprietário e usuário para a execução correta das atividades de manutenção. A norma presume que fica sobre responsabilidade do proprietário ou responsável a produção do manual de prevenção da edificação.

Restauração e manutenção de edificações históricas tem papel importante na conservação da cultura nas cidades, além de efeito estético, a conservação destes edifícios assegura uma maior segurança aos cidadãos.

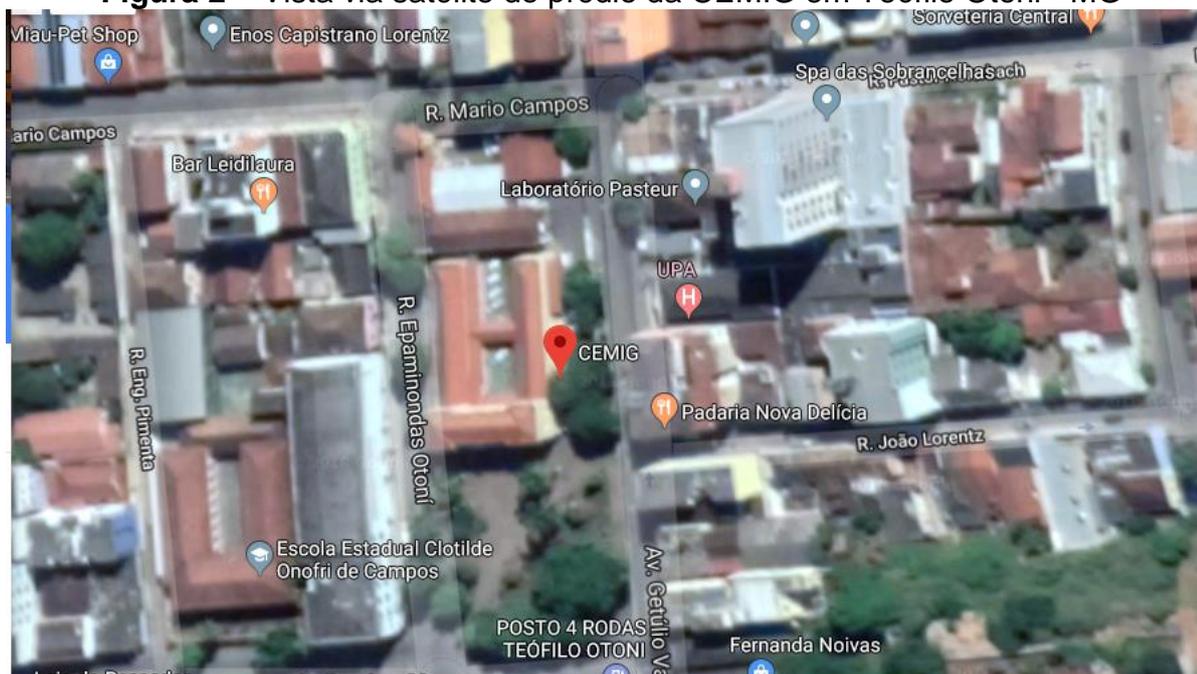
2.7 Prédio da CEMIG Teófilo Otoni

O edifício que atualmente abriga o escritório da CEMIG em Teófilo Otoni, localizado no alinhamento da Praça Germânica entre as ruas Epaminondas Otoni, Doutor Mario Campos, Avenida Getúlio Vargas e Praça Germânica, conforme mostra a Figura 2, é um monumento histórico relacionado à educação da cidade e a sua cultura.

O bem cultural Prédio da CEMIG com suas características e por seu valor histórico e cultural, está tombado pelo Decreto nº 6.395 de 22 de Dezembro de 2010. Fica, portanto inscrito neste Livro de Tombo, segundo o número 008 e sujeito à proteção especial de acordo com a Lei municipal nº 2.565 de 01 de Julho de 1985 (Livro de Tombo, 2010).

O prédio da CEMIG é um elemento construtivo autoportante, o que significa que a alvenaria se suporta de forma independente, dispensando a auxílio de outras estruturas. A alvenaria consiste de forma totalitária em tijolos de adobe, o que torna a construção mais resistente e o seu interior mais fresco.

Alguns tipos de preocupação com estes tipos de construções estão relacionadas com as infiltrações, portanto, as suas fundações devem ser executadas sobre pedra comum para evitar contato com a umidade ascendente, o que agiria de forma degradante ao adobe. Da mesma maneira as paredes devem ser protegidas das águas das chuvas, logo, é importante a construção de coberturas com beirais.

Figura 2 – Vista via satélite do prédio da CEMIG em Teófilo Otoni - MG

Fonte: Google Maps (2018)

Segundo Dossiê de tombamento do Edifício da CEMIG de Teófilo Otoni, o prédio foi construído em 1928 na primeira metade do século XX, destinado à uma instituição educacional.

No ano de 1982, a CEMIG adquiriu o edifício, porém não começou as suas atividades, ficando assim, muito tempo fechado devido a um litígio entre a estatal e o Colégio Portugal, onde argumentava usucapião do imóvel. Essa adversidade foi resolvida em 1987, quando as Centrais Elétricas de Minas Gerais conseguiram implantar o Escritório Regional da empresa. Por está muito deteriorado, nesse mesmo ano, deu-se início a reforma e restauro do edifício, onde foi usada uma técnica construtiva artesanal a fim de manter características originais do prédio. (Dossiê de Tombamento, 2010).

Em dezembro de 1994, o imóvel foi inaugurado posteriormente a sua reforma pelo governador Hélio Garcia, seguidamente a essa eventualidade, em 1995, o telhado foi trocado, recebendo assim, mais uma reparação na estrutura do prédio. A Figura 3 apresenta o prédio após as reformas realizadas ao longo do tempo.

Figura 3 – Vista Frontal do prédio da CEMIG em Teófilo Otoni - MG



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

Depois que adquiriu o edifício, a CEMIG passou a preservar a Praça Germânica que está defronte ao prédio e, portanto, a importância desse bem está relacionada ao desenvolvimento da cidade em seus aspectos culturais, educacionais políticos e de infraestrutura urbana.

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

A metodologia do estudo pretende apresentar as ferramentas, procedimentos e estratégias para o desenvolvimento do trabalho. Para tal, serão descritos os métodos utilizados, instrumentos de coleta e de análise de dados.

A pesquisa é quantitativa e qualitativa e, ainda, apresenta caráter exploratório, uma vez que as análises patológicas foram feitas a partir de vistorias no local escolhido, contabilizando o número de patologias e seus tipos.

Para a identificação das patologias foi utilizado o método de Lichtenstein realizando levantamentos de dados no local e da história da edificação por meio de documentos e registros. Os dados encontrados foram retratados por meio de relatórios, levando em conta os principais aspectos patológicos encontrados na edificação.

Assim, com o uso deste método, pode-se inferir as possíveis causas e origens das patologias perante suas formas conforme o estudo bibliográfico. Os itens de maior relevância foram o objeto de estudo para análise, diagnóstico e tratamento.

3.1 Classificação quanto aos fins

A pesquisa é exploratória, onde as características das patologias foram descritas e as prováveis causas que levaram ao surgimento das mesmas.

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2008).

Durante essa análise, os fenômenos que contribuíram para o surgimento das anomalias na estrutura em estudo serão verificados e analisados, a fim de ser diagnosticado o problema e posteriormente apresentar possíveis soluções para recuperação e restauração.

3.2 Classificação quanto aos meios

O estudo de caso é uma pesquisa detalhada que estuda um fenômeno dentro do seu contexto real, na qual se fundamenta em fontes de evidências para que favoreçam o desenvolvimento das suposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados. Para se realizar um estudo de caso de qualidade são fundamentais seis fontes de evidências: a) a documentação, b) os registros em arquivos, c) as entrevistas, d) a observação direta, e) a observação participante e os f) artefatos físicos (YIN, 2001).

3.2.1 Critérios para delimitação do estudo de caso

Para realização deste trabalho o prédio da CEMIG foi escolhido para o estudo de caso, por ser um monumento com grande valor histórico para a cidade de Teófilo Otoni. O critério de escolha do ambiente para estudo foi à presença evidente de manifestações patológicas e também por meio de relatos iniciais de pessoas ligadas aos ambientes.

O prédio da CEMIG foi escolhido para o estudo de caso por conta da importância histórica e cultural que exerce na cidade de Teófilo Otoni, além disso, outros fatores foram importantes para a escolha:

- Localização;
- Acesso ao seu interior autorizado;
- Visitas acompanhadas de responsável técnico da segurança;
- Auxílio para a localização das patologias;
- Disponibilidade dos responsáveis pela edificação;
- Existência de um dossiê de tombamento do prédio.

Estes fatores contribuíram para a escolha desta edificação, mesmo que, na cidade de Teófilo Otoni existam outros prédios em situações mais graves quanto à conservação, estas na sua maioria não apresentam material de pesquisa registrado ou informações de forma oral tão qualificada quanto o prédio da CEMIG.

3.2.2 Procedimentos de coletas de dados

Inicialmente na fase de coleta de dados, foi realizada uma vistoria no prédio da CEMIG, acompanhados pelo responsável técnico de segurança da empresa em questão. Em seguida, foram efetuadas investigações quanto à ficha histórica do edifício, sendo analisado o dossiê de tombamento do prédio e por pessoas envolvidas, sejam de forma direta ou indiretamente na sua construção, de forma a levantar dados sobre os processos construtivos e as intervenções construtivas já efetuadas no mesmo.

Na fase de inspeção técnica dois momentos importantes podem ser explanados, em primeiro lugar foram efetuadas várias visitas à edificação de forma que foi possível registrar todas as patologias superficiais encontradas através de um levantamento fotográfico, os itens analisados foram verificados e classificados segundo as suas particularidades e agrupamentos. De acordo com essas observações foi possível obter um primeiro diagnóstico para cada situação.

Em um segundo momento, a inspeção técnica foi realizada utilizando instrumentos, como trenas e paquímetros, para análise de patologias superficiais. Essa análise foi efetuada de forma individual para cada compartimento (salas, banheiros, direção, etc.), foram levantados dados quanto às patologias encontradas, classificação sobre a sua gravidade, diagnóstico quanto a sua causa, o local exposto em planta e o seu registro fotográfico.

Uma tabela foi construída para a coleta dos dados levantados nas inspeções técnicas para melhor visualização da quantificação das patologias e os locais que apresentaram essas anomalias, como exemplificado na Tabela 1.

3.3 Tratamento de dados

Essa etapa está relacionada a uma avaliação da necessidade ou não de se intervir no problema, referindo-se, portanto, às alternativas de intervenção e à definição da terapia a ser indicada. Inicialmente foram efetuadas comparações de patologias encontradas na edificação em questão com aquelas que foram apresentadas e conhecidas através do estudo bibliográfico. Posteriormente, identificadas às patologias, foram separadas por similaridade e agrupadas de acordo com seu tipo e gravidade. Finalmente essas patologias foram quantificadas e

identificadas através do mapa de danos da edificação, de modo que se tornou possível a elaboração do mapeamento das manifestações patológicas na edificação.

3.3.1 Método para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas

Após realizar a levantamentos dos dados tanto do local, com base em inspeções na edificação e na história do prédio, conforme relatos de reformas, tipos de materiais empregados, ano de construção e outros, pode-se realizar a identificação e possíveis origens e causas das patologias encontradas e determinar seu diagnóstico com prevenções e soluções. Para isso, utilizou-se o método de Lichtenstein criado por Noberto Blumenfeld Lichtenstein com o objetivo de criar uma metodologia padrão na análise de patologias em edificações.

O método consiste na análise dos dados coletados e com auxílio de referências bibliográficas, detectar o tipo de manifestação patológica, prevendo possíveis causas e soluções, de forma a relatar tais problemas evidenciando todos os aspectos relevantes para o diagnóstico e reparo da construção.

Através do levantamento de subsídios e organização das informações necessárias, entende-se de forma suficiente o processo completo dos fenômenos. As três fontes básicas para se obter informações são:

- Vistoria do local,
- O levantamento da história do problema e do edifício,
- Resultados da análise e ensaios complementares.

3.3.2 Identificação das patologias

As patologias foram identificadas através de critérios específicos.

Para as fissuras verificaram-se pequenas aberturas nas paredes, chegando até 0,5 mm e as trincas de 0,5 mm a 1,5 mm.

O surgimento de bolores foi notado mediante a alteração na coloração da região superficial dos revestimentos, já os pontos esbranquiçados presentes nos revestimentos e nas regiões ao redor dos descolamentos foram identificados como eflorescências, que representam a ação de microrganismos.

Os descolamentos foram identificados através de revestimentos soltos derivados da perda de adesão do material provenientes da umidade excessiva.

As bolhas e os empolamentos foram visualizados através do estofamento das camadas superficiais do revestimento.

Após esse estudo um mapeamento foi criado para que essa análise seja disposta de forma mais perceptível e com um melhor entendimento.

3.3.3 Mapeamento

O mapeamento foi construído a partir dos dados obtidos através das visitas no prédio da CEMIG Teófilo Otoni, além de um olhar minucioso de cada ambiente. Após o recolhimento de dados, observando e analisando todas as patologias existentes no edifício, foi realizado um mapeamento das patologias e locais onde as mesmas foram encontradas.

Nele as anomalias registradas podem ser visualizadas através da planta baixa, identificando os tipos de patologia de acordo com a legenda. As patologias são classificadas no mapa por cores específicas: eflorescência (verde), bolhas (azul), bolor (amarelo), fissuras (vermelho), descolamento (rosa) e trincas (roxo).

3.3.4 Medidas corretivas do método de Liechtenstein

Tendo como base as patologias encontradas, o presente estudo de caso foi fundamentado através da estrutura genérica do método de Lichtenstein para procedimentos de diagnóstico e recuperação.

De forma simplificada a estrutura do método foi dividido em três partes distintas:

3.3.4.1 *Diagnóstico da situação*

O diagnóstico é realizado a partir do entendimento dos fenômenos patológicos e o efeito que normalmente os caracterizam. Em outros termos, o diagnóstico tem o objetivo de entender os motivos e os meios a partir dos dados apurados.

O esquema diagnóstico ideal deve atender aos seguintes requisitos:

- Cada quadro de sintomas só pode ser classificado num lugar.
- Qualquer quadro de sintomas encontra um lugar.
- Observadores diferentes sempre concluem pela mesma classificação.

3.3.4.2 Definição e conduta

O objetivo genérico da definição e conduta é prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, nisto incluindo-se a definição sobre os meios (material, obra e equipamentos) e a previsão das consequências em termos do desempenho final. Para definir a conduta, inicialmente é feito o prognóstico da situação, ou seja, são levantadas hipóteses da tendência de evolução futura do problema e as alternativas de intervenção acompanhadas dos respectivos prognósticos.

A definição da conduta é feita levando-se em conta três parâmetros básicos que são associados a cada alternativa de intervenção:

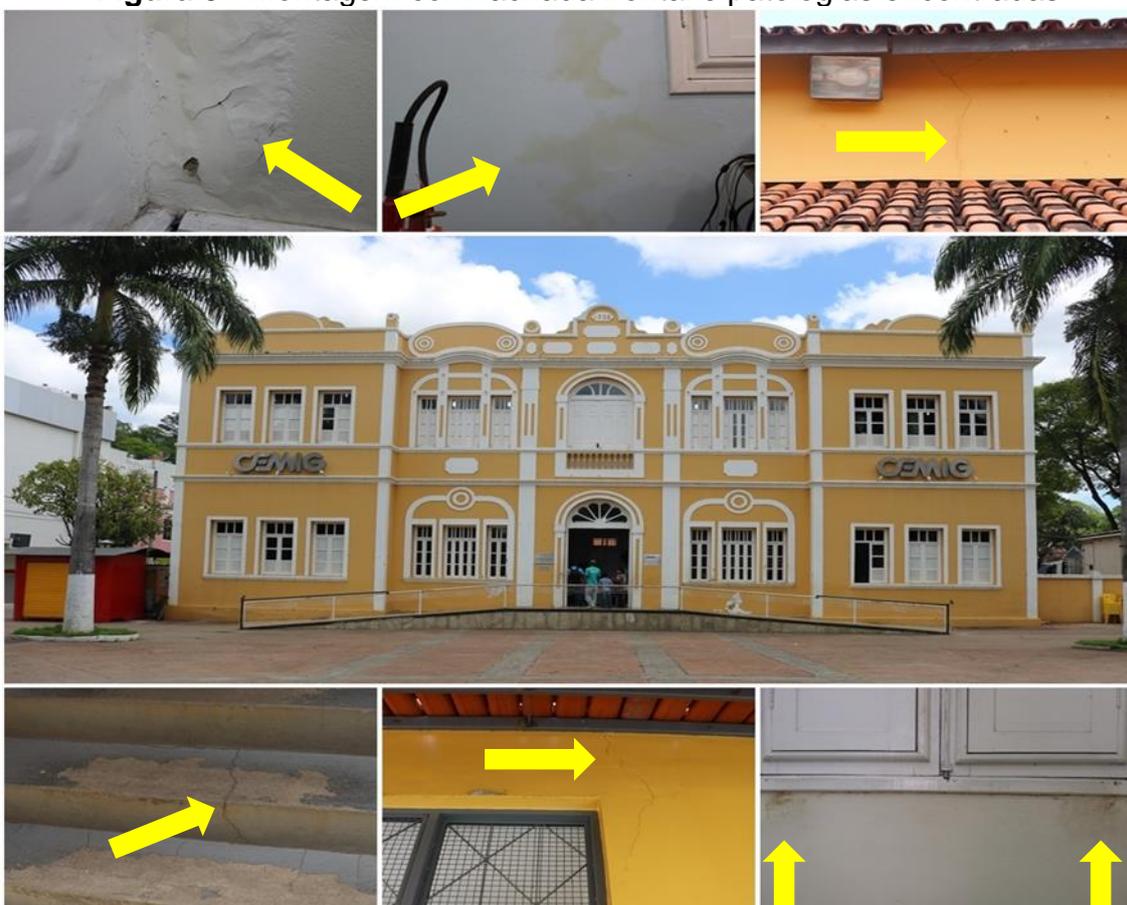
- Grau de incerteza sobre os efeitos;
- Relação custo/benefício
- Disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços;
- Grau de incerteza de tecnologia para execução dos serviços

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Reconhecimento das patologias

O Prédio da CEMIG, localizado na cidade de Teófilo Otoni, datado em 29 de fevereiro de 1928, apresenta diversos danos como pode ser visto na figura 5. Dentre as manifestações mais preocupantes, destacam-se as bolhas de umidade e infiltração, fissuras, e florescências, bolor e descolamento de revestimentos.

Figura 5 - Montagem com fachada frontal e patologias encontradas

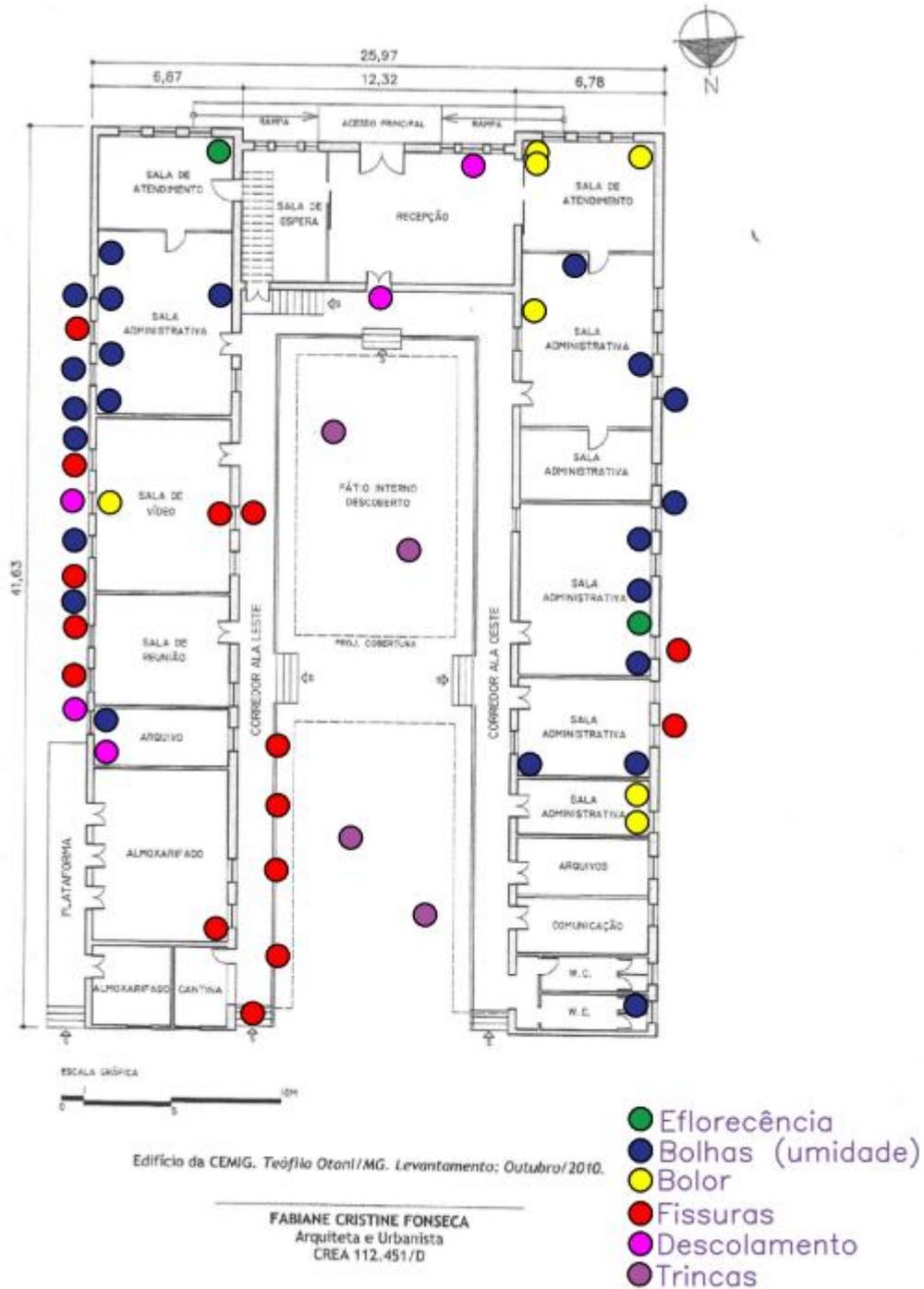


Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

4.2 Mapeamento das patologias

Nas Figuras 6 e 7 é apresentado o mapeamento das patologias do primeiro e segundo pavimento do prédio da CEMIG, onde podem ser visualizados os tipos de patologias de acordo com a cor designada, conforme a legenda.

Figura 6 - Mapeamento das patologias do 1º Pavimento



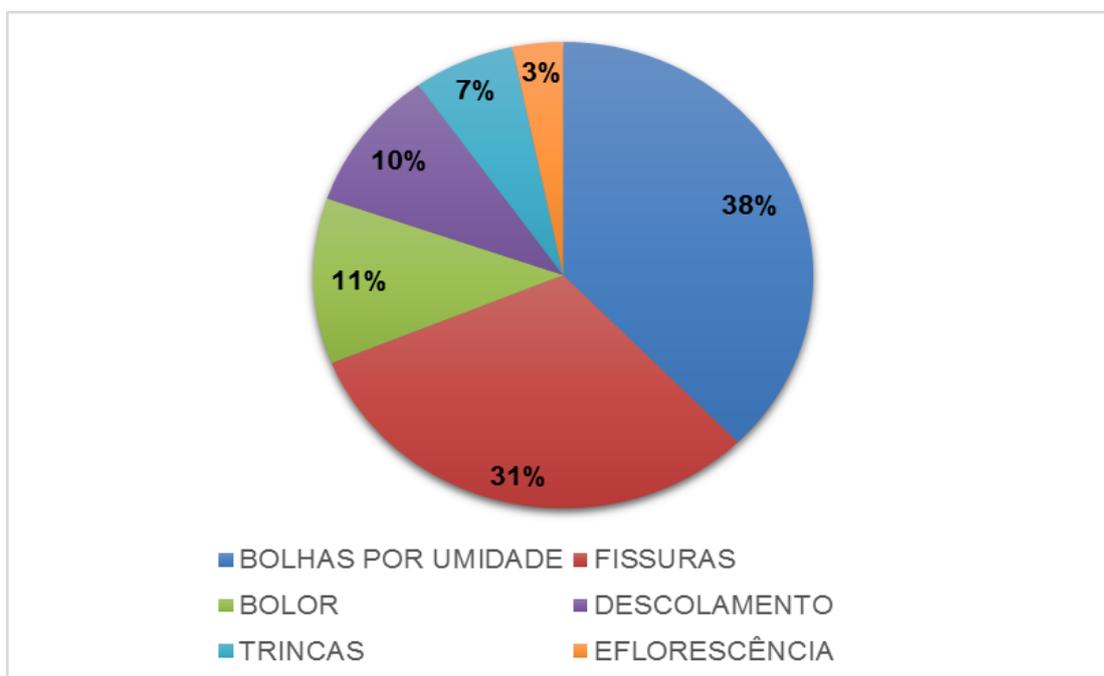
Fonte: Adaptado do Dossiê de tombamento do Edifício da CEMIG- Antigo Ginásio Mineiro. Secretária Municipal de Cultura e Patrimônio Histórico, Teófilo Otoni - Minas Gerais (2010)

bolhas de umidade, relacionada, neste caso, com a infiltração do telhado na ala leste, que possui uma inclinação bastante acentuada.

4.3 Análise quantitativa de patologias

O Gráfico 1 retrata as patologias com maiores incidências no prédio, tanto na parte interna quanto externa e a quantificação das mesmas em porcentagens.

Gráfico 1 – Percentagem das patologias encontradas no prédio da CEMIG Teófilo Otoni

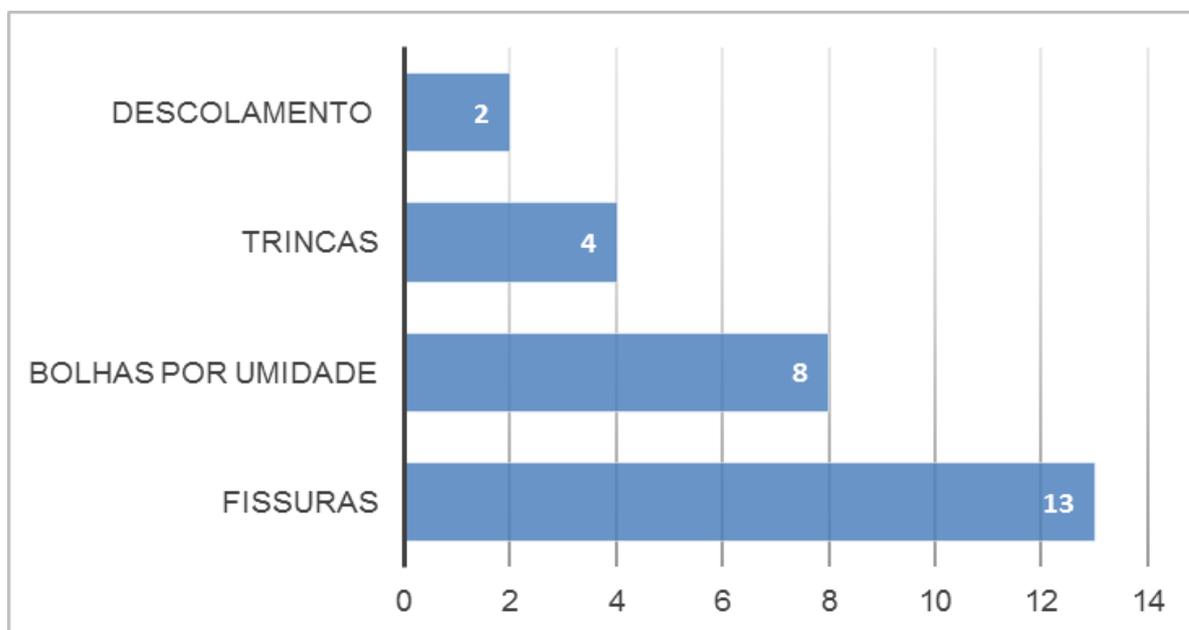


Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

Com base no Gráfico 1 e com as observações nas inspeções, pode-se separar em dois grupos as patologias encontradas no prédio, as geradas a partir de sobrecargas e patologias oriundas de umidade excessiva e infiltrações. As patologias ocasionadas por sobrecargas na estrutura são as fissuras com percentual de 31% e as trincas com 7%. Através do Gráfico 1 é possível verificar que do total de patologias registradas 38% delas é causada por sobrecargas e os 62% restantes são de patologias advindas do excesso de umidade e infiltração, neste grupo estão presentes as bolhas por umidade com 38%, bolor com 11%, descolamento 10% e eflorescência com 3%.

O Gráfico 2 indica as patologias mais comuns no exterior do prédio juntamente com a sua quantificação.

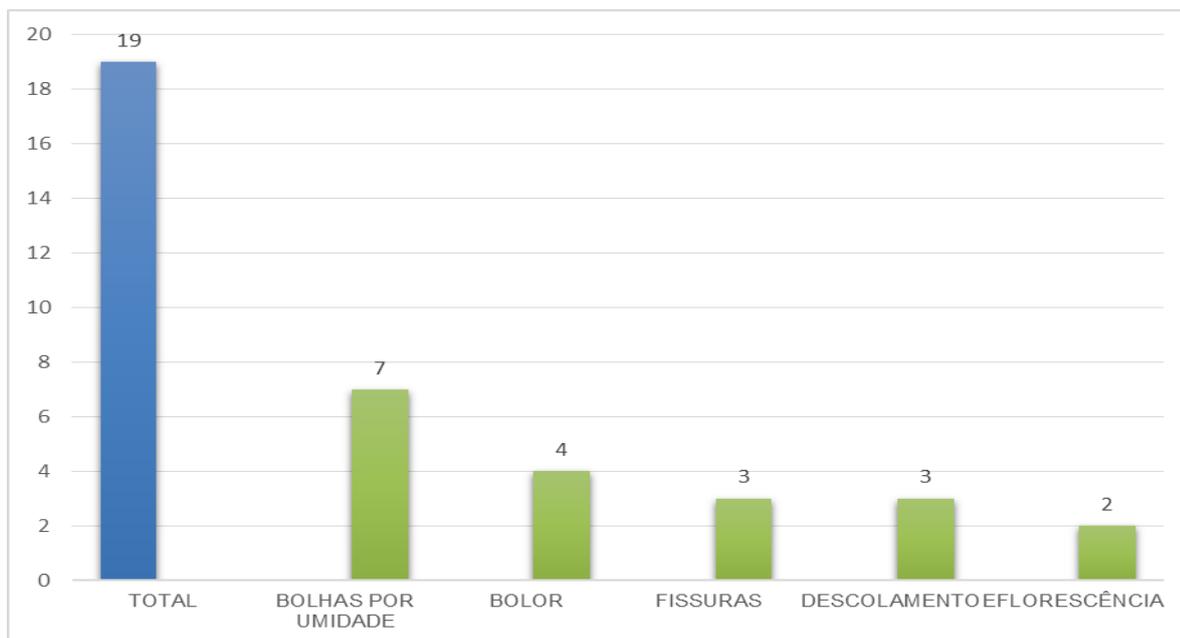
Gráfico 2 – Quantificação das patologias identificadas na área externa do prédio da CEMIG



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

As patologias registradas pelo Gráfico 2 somam 27, destas, 13 são fissuras, 8 bolhas por umidade, 4 trincas e 2 descolamentos. Isso mostra o quanto a fachada e as demais partes externas do prédio são afetadas pelas fissuras e pelas bolhas por umidade.

No Gráfico 3 é apresentado as patologias mais comuns no interior e qual a sua percentagem em toda área interna do edifício. Nele tem-se a quantidade total das patologias internas no prédio e a quantificação das mesmas.

Gráfico 3 - Relação patologias versus Localidades

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

O gráfico 3 apresenta a relação das patologias com total de 19 encontradas na edificação, com as localidades da edificação, somando um total de 26 repartições internas, entre elas, salas, refeitório e banheiros. O total de patologias registradas está distribuído em 26 localidades, a partir desses dados é possível verificar que há aproximadamente 1 patologia para cada repartição da edificação. Explanando em conjunto com a parte externa que engloba corredores e pátios, temos o total de 29 localidades e 61 patologias, ou seja, mais de 2 patologias por repartição.

De acordo com a análise feita na edificação e com atenção voltada às patologias mais frequentes, foram selecionados três casos para serem analisados de forma mais detalhada.

Dos escolhidos, as situações de maior número são de patologias relacionadas com a umidade tendo diversas causas. Fissuras, eflorescências, bolores, descolamentos, são as que mais influenciam na aparência e condições de conforto do edifício.

4.4 Definição de conduta

4.4.1 Fissuras

É possível localizar fissuras de diferentes geometrias por todo edifício, tanto na área externa como na área interna. As Figuras 8.a, 8.b, 8.c e 8.d a seguir mostram esses casos nos dois tipos de local:

Figura 8 - Fissuras encontradas (parte interna e externa) no Prédio da CEMIG



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

De acordo com Thomaz (1992), descobrindo-se as causas de uma manifestação patológica, se torna possível considerar a execução de recuperação da anomalia encontrada, ou seja, o objetivo de toda recuperação é amenizar a causa dos problemas ou saná-los. Sendo assim, a qualidade do reparo está

diretamente relacionada à proximidade entre as medidas preventivas e o modo de correção.

A substituição do revestimento é o mais aconselhado para o dano de fissuras superficiais. Contudo, o valor elevado de execução, assim como a inviabilidade de mudanças bruscas na fachada do prédio, devido ao seu tombamento, o ideal seria a execução da impermeabilização e vedação dessas fissuras, acompanhado de sua manutenção e seguida por um acabamento através da pintura da fachada.

4.4.2 Eflorescências e Bolores

Estas patologias estão presentes em variados pontos bastante visíveis pelo prédio, o bolor e a eflorescência ao redor dos descolamentos de revestimento, como mostra as figuras 9 e 10. Essas patologias podem ter diversas origens, nesse caso as suas causas mais prováveis são as infiltrações e a umidade excessiva presente em regiões do prédio que ocasionam as eflorescências.

Figura 9 - Eflorescências encontradas no Prédio da CEMIG



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

Figura 10 - Bolores encontrados no Prédio da CEMIG



(a) Bolor abaixo da janela na sala administrativa



(b) Bolor localizado na sala de atendimento



(C) Bolor localizado na sala de atendimento
Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

Para eflorescências e bolores, a conduta ideal para os casos em questão seria a manutenção do sistema hidráulico do prédio, assim como a execução de proteções do tipo pingadeira sobre as platibandas, para que a água proveniente da chuva não escorra sobre o revestimento, evitando a aparição de manchas em forma de corrimento. Essas alternativas sanariam a umidade presente no prédio, o que inibiria a ação dos organismos biodeterioradores e as reações que ocasionam a eflorescência.

4.4.3 Descolamento de revestimentos

A alvenaria do prédio da CEMIG é constituída de tijolos, sendo que o seu revestimento tem camadas de emboço, reboco e por fim tinta. A deterioração destes materiais é acelerada por conta dos diversos pontos de infiltração e umidade situados na edificação.

Os descolamentos que estão presentes nas áreas externas da edificação, prejudicam de forma estética, além de, serem locais propícios para o surgimento de

patologias relacionadas à umidade como efflorescências e bolores, como mostra as Figuras 11.a, 11.b, 11. c e 11.d.

Figura 11 - Descolamentos encontrados no Prédio da CEMIG



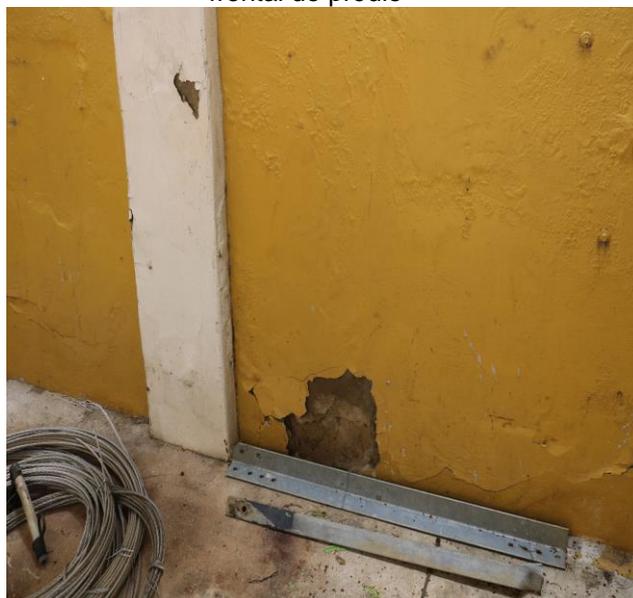
(a) Descolamento parte externa



(b) Descolamento cima do peitoril na janela frontal do prédio



(c) Entrada interna da recepção



(d) Parte externa

Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

No que diz respeito ao descolamento do revestimento, só pode ser solucionado através da sua renovação, assim como também a erradicação dos problemas com umidade, tal como vazamentos e ausência de estruturas que protegem a edificação contra águas fluviais.

4.4.4 Bolhas e Empolamento de revestimentos

Essas anomalias, geralmente são resultantes da perda localizada de adesão e levantamento da película superficial do revestimento.

A perda de adesão ocorre devido a tensões geradas que ultrapassam a capacidade de aderência. Um dos primeiros sinais apresentados por este tipo de patologia é o acontecimento de um som cavo nas camadas superficiais do revestimento, como apresentado Figura 12:

Figura 12 - Bolhas e Empolamento de revestimentos



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

As medidas de reparo a serem tomadas dependem das condições das bolhas e empolamento. Para as bolhas que não baixarem o seu volume é necessário à remoção através de raspagem e lixando as regiões afetadas, após esse processo repinte com tinta acrílica, indicada para interiores.

Para as bolhas que baixarem naturalmente é indicado eliminar a fonte da umidade, raspe e lixe o local, após esse procedimento aplique um selador antes de aplicar a tinta. Pode também se considerar a possibilidade de instalar um exaustor no ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As recuperações de patologias em edifícios costumam ser difíceis e muito dispendiosas, pois muitas das vezes são executadas em edificações habitadas, procurando causar o menor desconforto possível aos moradores e sem condições de canteiro.

As patologias encontradas no prédio da CEMIG de Teófilo Otoni - MG são causados pela ação das intempéries naturais que ocorreram ao longo do tempo e provocaram a degradação dos materiais que compõem a sua fachada frontal e fachadas laterais e, ainda, pelo sistema hidráulico com defeito que provoca forte umidade.

Tendo como objetivo preservar as características estéticas relevantes e remontar aspectos tradicionais, propõe-se:

- Desenvolvimento de um manual de utilização do imóvel, considerando que este é tombado, mostrando as atividades que poderão ou não ser realizadas na edificação, estas medidas tem como objetivo garantir a preservação do imóvel;
- Desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva e corretiva. Este auxiliaria na reparação de danos já causados pela ação do tempo e com a má execução dos sistemas hidráulicos e de revestimento, procedendo de forma mais objetiva nas causas dessas patologias.

Recomenda-se, também, a complementação da metodologia utilizada na elaboração deste trabalho, utilizando as demais etapas da metodologia de Liechtenstein referente à execução das ações de reparo adotadas e a avaliação da eficiência destas.

Com a prevenção da umidade e reparo das anomalias do concreto, é possível obter uma maior segurança e durabilidade da estrutura. Deste modo, será benéfico para a edificação em si e para todas as pessoas que a utilizam. De forma que a conservação do edifício histórico seja garantida, dado a sua importância como bem cultural e social.

REFERÊNCIAS

ALUCCI, M.P., FLAUZINO, W.D., MILANO, S. *Bolor em edifícios: causas e recomendações*. Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988. p.565-570.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.037: *Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

_____. NBR 6118: *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BAUER, L. A. F. *Materiais de Construção*. 5.ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora – 2 volumes, 1994.

BORGES, E. A. M.; CARASEK, H.; CASCUDO, H. *Mapeamento de danos em Monumentos Históricos ART DÉCO*. Revista eletrônica de Engenharia Civil. V.8, n.3, p. 20-37, jun. 2014. Disponível em :< <http://revistas.ufg.br//index.php/reec/index>>. Acesso em 25. out. de 2018.

CANEVA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O. *La Biología en la Restauración*. Tradução de Rosalía Gómez. Sevilla: Nerea, 2000.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. *Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. 2. ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CINCOTTO, M. A. *Patologias das argamassas de revestimentos: análise e recomendações*. Tecnologia das edificações. São Paulo: Pini/ IPT, 1988.

CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H. *Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio*. 1a ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

DAL MOLIN, D.C.C. *Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

FERREIRA, D.M.; GARCIA, G.C. *Patologia de revestimentos históricos de argamassa: O caso da ação da água na igreja de São Francisco da Prainha*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso II) – Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em :< https://www.eec.ufg.br/up/140/o/PATOLOGIA_DE_REVESTIMENTOS_HIST%C3%93RICOS_DE_ARGAMASSA__O_caso_da_a%C3%A7%C3%A3o_da_%C3%A1gua_na_Igreja_de_S%C3%A3o_Francisco_da_Prainha__Rio_de_Janeiro.pdf>. Acesso em 03. ago. de 2018.

FRANÇA, A. A. V. *et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil*. *Téchne: Revista de Tecnologia da Construção* (São Paulo), 2011 v. 174, p. 72-75, Setembro, 2011.

FRANCO, E.N.C.; NIEDERMEYER, F.M. *Manifestações patológicas geradas por recalque de fundações*. *Revista científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ed. 07. Ano 02, v.01. p.194-214, Out. 2017. Disponível em :< <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/recalque-de-fundacoes>>. Acesso em 2 out. de 2018.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, E.A.B. *Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações*, Rio de Janeiro, Ago. 2015. Disponível em:< <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>. Acesso em 7. set. de 2018.

HELENE, P. R. L. *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto*. São Paulo, PINI, 1992. Disponível em:< <https://www.phd.eng.br/downloads/manual-para-reparo-reforco-e-protecao-de-estruturas-de-concreto/>>. Acesso em 25. Out. de 2018.

HELENE, P. *Recorde mundial no uso de edifícios de concreto de alto desempenho e-Tower*. *Noticreto* (Bogotá), v.65, p.22 – 29, 2002.

_____. *Corrosão em armaduras para concreto armado*. São Paulo, Pini, 1986.

_____. *Contribuição ao estudo da corrosão em armadura de concreto armado*. 1993. 231p. Tese (Livro de docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. *Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

HELENE, P.R.L.; PEREIRA, F. *Reabilitação e manutenção de estruturas de concreto*. São Paulo, 2007.

IANTAS, L.C. *Estudo de Caso: Análise de Patologias Estruturais em Edificação de Gestão Pública*. 57 p. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

IOSHIMOTO, E. *Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais*. Anais Epusp. Serie a: Engenharia Civil, São Paulo, v. 1 , n. pt.5, p. 361-77, 1988.

KLEIN, D. L. *Apostila do Curso de Patologia das Construções*. Porto Alegre, 1999 - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LICHTENSTEIN, N. B. *Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*. 191p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.

MACHADO, A.P. *Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono*. São Paulo: Pini, 2002.

MIOTTO, D. *Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco- PR. 2010*. 63 p. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas). Patologias - Universidade Federal do Paraná, Pato Branco.

OLIVEIRA, D.F. *Levantamento de causas de patologias na construção Civil*. 107 p. Patologias na Construção Civil – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C.; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. *Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada*. Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, 2002.

PERES, R. M. *Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico: Um estudo de caso*. Dissertação de mestrado, (Mestre em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2001.

PEREZ, A. R. *Manutenção dos edifícios*. Tecnologia das Edificações, nº2. São Paulo: Pini, IPT, 1985.

PINA, G.L. *Patologias nas habitações populares*. Rio de Janeiro, Abril, 2013. Disponível em< <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>> Acesso em 19 set. 2018.

RIPPER, T; MOREIRA DE SOUZA, V. C. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini, 1998.

RODRIGUES, R.L.; ARAÚJO, E.C.; DIÓGENES, A.G. *Danos relacionados a fachadas da casa inglesa: Estudo de caso de uma construção histórica Parnaibana*. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2017. Bélem, Ago. 2017. Disponível em< http://www.confea.org.br/media/contecc2017/civil/65_drafdciiedcduchp.pdf> Acesso em 19 set. 2018.

SANTOS FILHO, L. M. *Apostila patologia das construções*. Curitiba, outubro deb2008.

SILVA, F. A. *Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: Estudo de caso em edifícios em Florianópolis*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo (Sistemas e Processos Construtivos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. 192p.

SILVEIRA, D. R. D. Da. et al. *Qualidade na construção civil: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil do Rio Grande do Norte*. Natal, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGE2002_TR21_0969.pdf>. Acesso em: 22 de jun de 2018.

SOUZA, V.C.M; RIPPER, T. *Patologias, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. 1. ed. São Paulo: Editora PINI Ltda., 262 p., Abr. 2009.

SOUZA, M.F. *Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações*. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em< <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>> Acesso em 19 out. 2018.

TEÓFILO OTONI. *Dossiê de tombamento do Edifício da CEMIG- Antigo Ginásio Mineiro*. Secretária Municipal de Cultura e Patrimônio Histórico, Teófilo Otoni - Minas Gerais, 2010.

TEÓFILO OTONI. Livro de Tombo: Inscrição de Bem Cultural em Livro de Tombo. Conselho Municipal do Patrimônio Cultural de Teófilo Otoni, 2010.

THOMAZ, E. *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.

THOMAS, E. *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo, Pini, 1992.

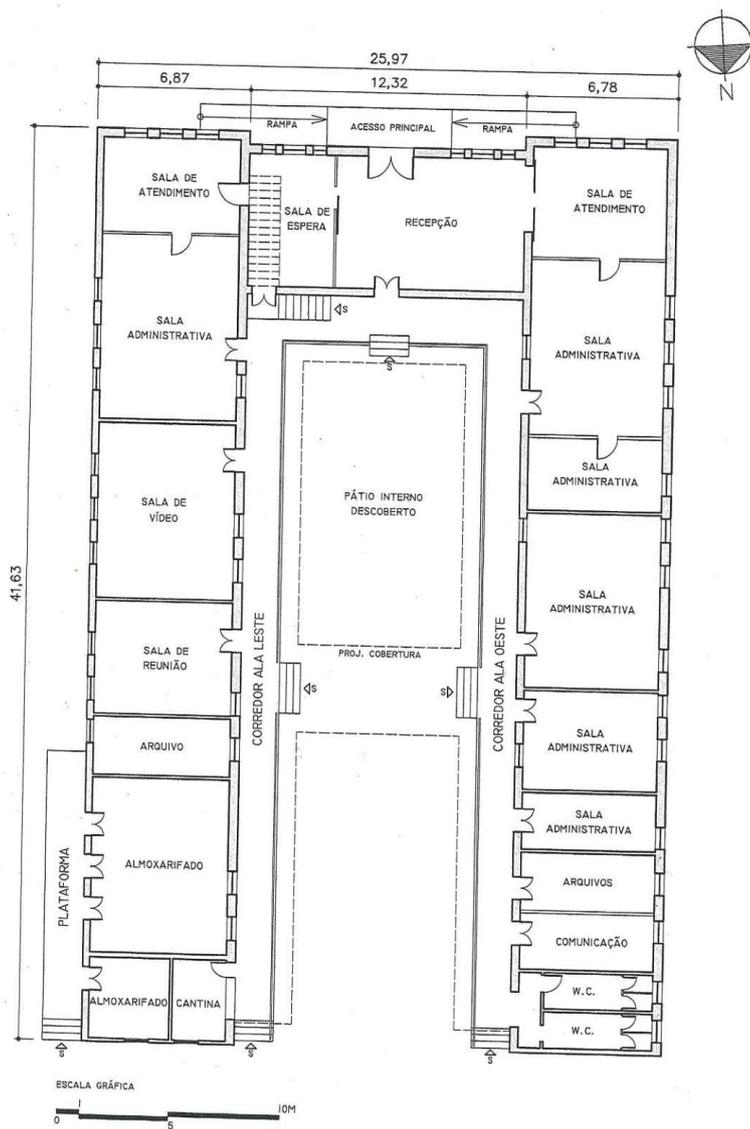
UEMOTO, K. *Projeto, execução e inspeção de pinturas*. São Paulo: O nome da Rosa, 2002.

VERÇOZA, E. J. *Patologia das Edificações*. Porto Alegre, Sagra, 1991. 172p.

YAZIGI, W. *A técnica de edificar*. 10. Ed. Revisada e atualizada. São Paulo: Pini, SindusCO, 2009.

YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.

ANEXO A
Planta 1º Pavimento
PLANTA 1º PAVIMENTO



Edifício da CEMIG. Teófilo Otoni/MG. Levantamento: 01/11/1988

ANEXO B
Planta 2º Pavimento

PLANTA 2º PAVIMENTO



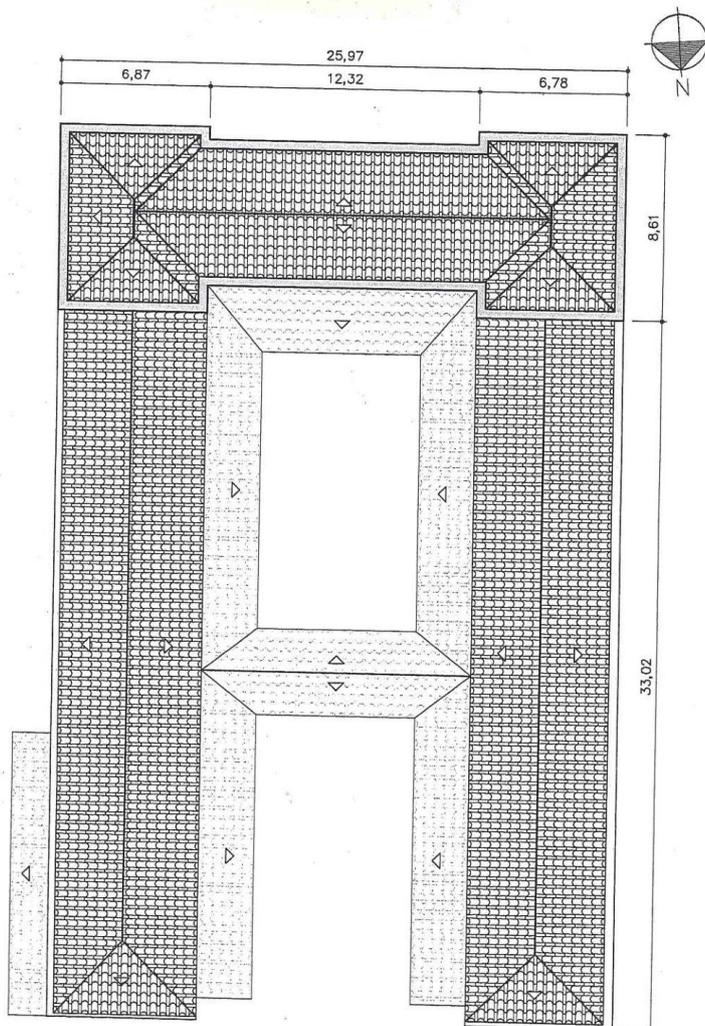
ESCALA GRÁFICA



Edifício da CEMIG. Teófilo Otoni/MG. Levantamento: Outubro/2010.

FABIANE CRISTINE FONSECA
Arquiteta e Urbanista
CREA 112.451/D

ANEXO C
Diagrama de Cobertura

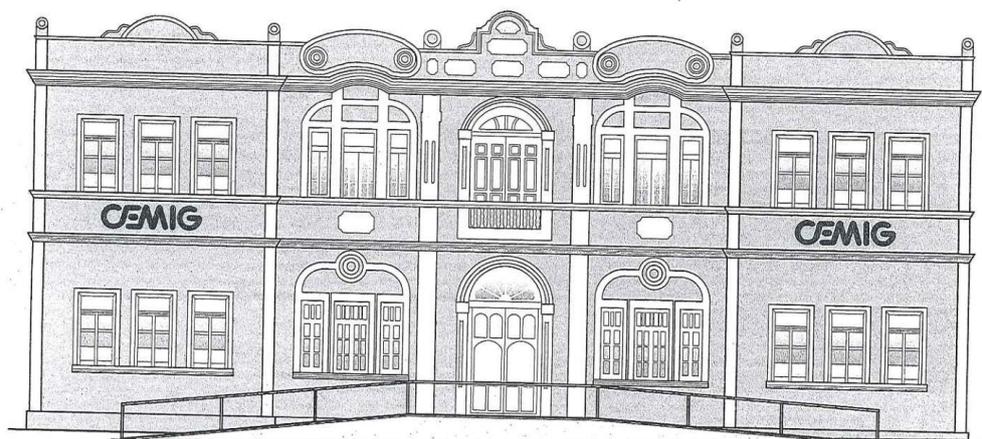


Edifício da CEMIG. Teófilo Otoni/MG. Levantamento: Outubro/2010.

FABIANE CRISTINE FONSECA
Arquiteta e Urbanista

ANEXO D
Fachada Frontal (Sul)

FACHADA FRONTAL (SUL)

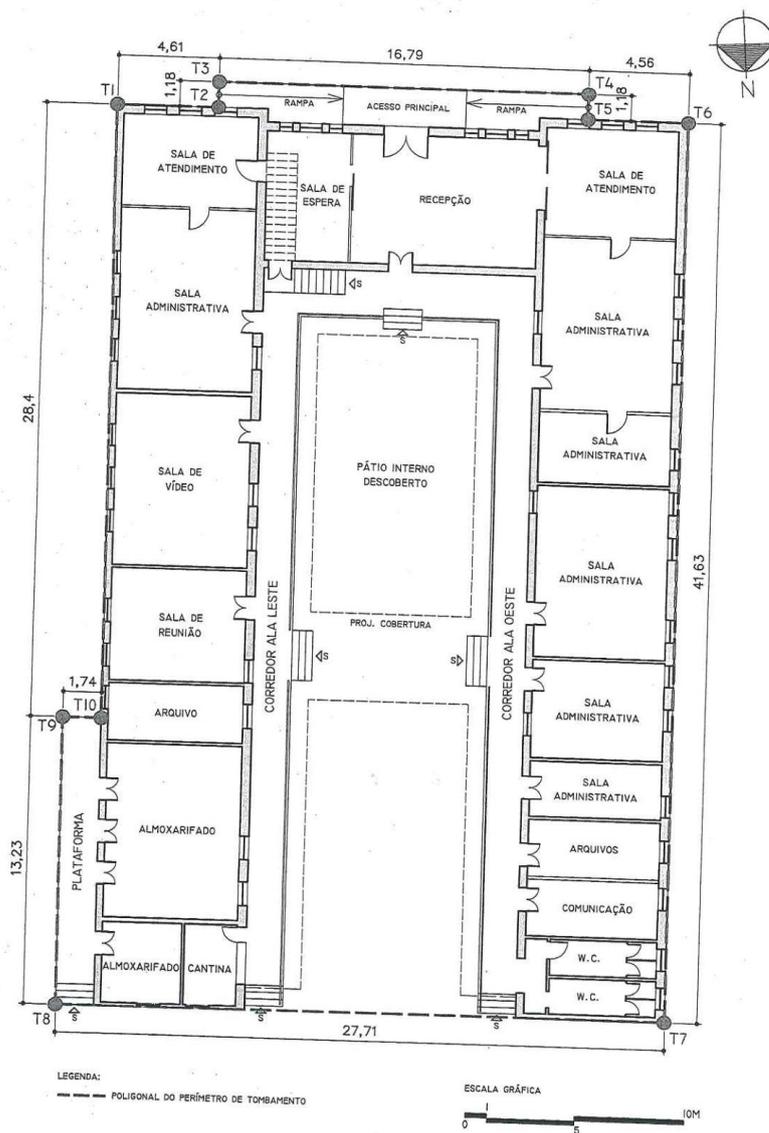


ESCALA GRÁFICA
0 1 2 4m

Edifício da CEMIG. Teófilo Otoni/MG. Levantamento: Outubro/2010.

FABIANE CRISTINE FONSECA
Arquiteta e Urbanista
CREA 112.451/D

ANEXO E
Perímetro de tombamento do Edifício da CEMIG



Edifício da CEMIG. Teófilo Otoni/MG. Levantamento: Outubro/2010.