

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL (PPGEC)  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ISABELLA CHAVES CARVALHO

**PATOLOGIAS EM FACHADAS: ANÁLISES DE CASOS NA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARÁ**

BELÉM  
2014

ISABELLA CHAVES CARVALHO

**PATOLOGIAS EM FACHADAS: ANÁLISES DE CASOS NA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARÁ**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alcebíades Negrão Macêdo

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço

Área de Concentração: Estruturas e Construção Civil

BELÉM  
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

---

CARVALHO, Isabella Chaves

Patologias em fachadas: análises de casos na Universidade Federal do Pará / Isabella Chaves Carvalho. – 2014.

Orientador: Alcebíades Negrão Macêdo;

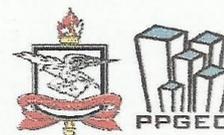
Coorientador: Marcelo de Souza Picanço.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2014.

1. Patologias. 2. Agentes de degradação. 3. Mecanismos de degradação. 4. Revestimento em argamassa. 5. Estrutura em concreto armado I. Título.

CDD – 23. ed. 690.24098115

---



**PATOLOGIAS EM FACHADAS: ANÁLISES DE CASOS NA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

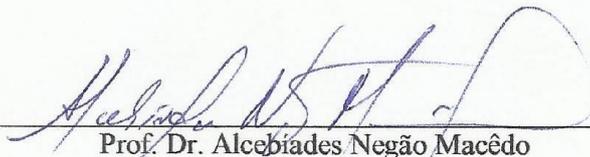
**AUTORA:**

**ISABELLA CHAVES CARVALHO**

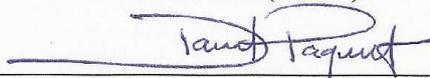
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA  
EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE  
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DE  
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADO EM: / /

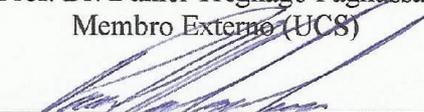
BANCA EXAMINADORA:



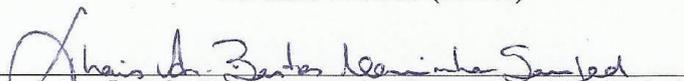
Prof. Dr. Alcebiades Negão Macêdo  
Orientador (UFPA)



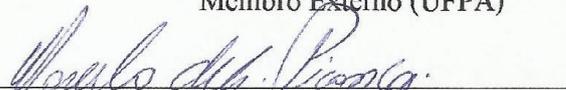
Prof. Dr. Daniel Tregnago Pagnussat  
Membro Externo (UCS)



Prof. Dr. Paulo Sérgio Lima Souza  
Membro Externo (UFPA)



Prof. Dr. Thais Alessandra Bastos Caminha Sanjad  
Membro Externo (UFPA)



Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço  
Membro Interno (UFPA)

Visto:

Prof. CLAUDIO JOSÉ CAVALCANTE BLANCO, Ph.D.  
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

*Dedico este trabalho àquela que me deu a vida, que me mostrou a importância da educação e em quem vejo grande semelhança quando olho meu futuro: Minha Mãe.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora de Nazaré, por serem meus Protetores e guiarem cada passo que avanço.

Ao Prof. Dr. Alcebíades Macêdo, por me fazer perceber a “segunda chance” dentro da pós-graduação, por acreditar no meu potencial e pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Marcelo Picanço, pela dedicação e disponibilidade no decorrer da pesquisa, bem como pelo profissional competente que mostrou ser ao direcionar a mim palavras e atitudes que contribuíram para meu conhecimento e impulsionaram-me a seguir em frente.

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio, pelo conhecimento adquirido durante os anos de pós-graduação, bem como pelos conselhos e momentos de descontração nos intervalos de aulas.

À Prof. Dra. Thais Sanjad, que sempre será lembrada por mim em minha caminhada, por ter minha eterna admiração e por ter me ensinado os passos iniciais de como é fazer um bom trabalho e o que é ser um profissional ético.

À Coordenadoria de Projetos e Obras da Universidade Federal do Pará – CPO/UFPA, em especial aos Arquitetos Célio Otávio e Elaine Mabel, e aos Engenheiros Rômulo Lopes e Sérgio Cabeça, pela disponibilidade de materiais e informações que foram de contribuição significativa para a pesquisa.

Aos meus pais, que sempre serão meus maiores exemplos por serem responsáveis por tudo que tenho e tudo que sou. À minha mãe, Isaura Chaves, de quem herdei o prazer pelo estudo, por me mostrar que minha maior herança é o conhecimento e me fazer enxergar que são com os obstáculos da vida que se amadurece. Ao meu pai, Ionaldo Robson, de quem herdei o interesse pela área da construção civil, por apontar o que é certo e errado e deixar que eu mesma tome minhas decisões.

À minha irmã, Isadora Carvalho, por ser meu exemplo de perseverança e me fazer enxergar que quando uma pessoa realmente quer, ela realmente pode.

Ao meu namorado, Robert Moura, sem o qual eu não conseguiria seguir em frente, pelas palavras de incentivo, por compreender minha ausência, por acreditar que sempre posso ir mais longe e por me auxiliar em todas as etapas desta pesquisa estando sempre ao meu lado.

Aos companheiros de turma de pós-graduação, em especial ao colega e Engenheiro Felipe Reis, pela troca de informações e por sempre está disposto a ajudar seus amigos.

Ao colega e arquiteto Heverton Cota, pelo auxílio na elaboração dos gráficos de análise solar.

Ao mestrando André do Carmo, do Laboratório de Difração de Raios-X do Instituto de Geociências (IG/UFPa); e ao estudante de iniciação científica, Manoel Mangabeira, do Grupo de Análise Experimental de Estruturas e Materiais (GAEMA/PPGEC/UFPa), pelo auxílio no ensaio de esclerometria.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil-PPGEC/UFPa, com professores que contribuíram para o meu aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro de grande importância no desenvolvimento da pesquisa.

E todos que, indiretamente, contribuíram para esta pesquisa.

*“Não se iluda, pois só atingirá o pico da montanha se estiver decidido a enfrentar o esforço da caminhada.”*  
(William Douglas)

*“O sucesso nasce do compromisso assumido com sua escolha. Se você tiver Fé em si mesmo e apoiar as escolhas que fizer, verá o retorno do investimento de tempo, energia e esforços.”*  
(Autor desconhecido).

*“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço e à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz. Trabalhei muito para chegar ao sucesso, mas não conseguiria nada se Deus não me ajudasse.”*  
(Ayrton Senna)

CARVALHO, I. C. *Patologias em Fachadas: análises de casos na Universidade Federal do Pará*. 130p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.

## RESUMO

O sistema de revestimento externo da edificação funciona como camada de proteção e contribui para o bom aspecto da mesma. A fachada está sujeita à ação de agentes de degradação por ser uma das zonas mais expostas do edifício, com a presença de patologia tornando-se responsável por elevados custos de reparos. A pesquisa propõe, como objetivo geral, avaliar patologias que afetem fachadas de edificações de ensino superior da Universidade Federal do Pará, norteadas por uma base teórica (revisão bibliográfica) responsável pelas primeiras informações sobre o assunto. Para tal, como metodologia da pesquisa, buscou-se primeiramente realizar levantamento físico de fachadas de 30 edificações na UFPA, identificando em fichas cadastrais os principais mecanismos de degradação. Em seguida, após quantificar/qualificar as anomalias presentes na amostra e apontar a edificação mais crítica com seus principais danos e respectivas causas, listou-se, para esta, medidas básicas de intervenção, visando resolver de modo eficiente o problema decorrente, propondo-se um documento que funcione como suporte técnico para inspeção de fachadas em geral. Utilizou-se também de ensaios para caracterizar amostras, de modo a comprovar as origens daqueles danos em que à primeira vista não se conseguiu identificar a causa. Os resultados permitiram concluir que as edificações analisadas apresentam danos patológicos de diferentes natureza e grau de complexidade, indo desde os mais complexos que necessitaram de ensaios específicos para descobrir sua origem; até os mais simples, que com manutenção programada podem ser eliminados. Conclui-se que grande parte dos danos acontecem por negligência humana, mas que, mesmo dando ênfase na qualidade de execução em fachadas, não há como descartar a hipótese de falhas nem ignorar que o tempo de uso e as ações de fatores externos levam à degradação natural da edificação. Portanto, de modo a evitar o aparecimento precoce de patologias em fachadas, elevando seu tempo de vida útil e reduzindo custos extras, sugere-se, procedimentos de execução baseados em normas técnicas com fiscalização dos mesmos, obedecendo critérios de projeto e apresentando programas de vistorias periódicas para que medidas preventivas sejam tomadas em tempo hábil.

**Palavras-chaves:** Patologias. Agentes de Degradação. Mecanismos de Degradação. Revestimento em Argamassa. Estrutura em concreto aparente.

CARVALHO, I. C. *Pathologies in Facades: case studies at the Federal University of Pará*. 130p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.

### ABSTRACT

The system of external cladding of the building acts as a protective layer and contributes to the proper aspect. The facade is subject to the action of agents of degradation as one of the most exposed areas of the building, with the presence of pathology becoming responsible for high repair costs. Research suggests as a general goal, assess conditions affecting building facades of higher education in the Federal University of Pará, guided by a theoretical basis (literature review) responsible for the first information on the subject. To such as research methodology, we sought to first do a physical survey of facades of 30 buildings in UFPA, identifying cadastral records in the main degradation mechanisms. Then, after quantify / qualify the anomalies present in the sample and point out the most critical building with key injuries and their causes, listed up to this, basic intervention measures in order to solve efficiently the problem caused by proposing a document that acts as technical support for inspection of facades generally. We also used the test to characterize samples in order to prove the origins of those damages which at first could not identify the cause. The results showed that the analyzed buildings have pathological damage of different nature and degree of complexity, ranging from the most complex requiring specific tests to discover their origin, even the most simple, with scheduled maintenance can be eliminated. We conclude that much of the damage happen by human negligence, but that even with an emphasis on quality of execution in facades, there is no way rule out failures or ignore the time of use and the actions of external factors lead to degradation Nature of the building. We conclude that much of the damage happen by human negligence, but that even with an emphasis on quality of execution in facades, there is no way to reject the hypothesis failures or ignore the time of use and the actions of external factors lead to natural degradation of the building. Therefore, to prevent the early onset of pathologies in facades, bringing its useful life and reducing extra costs, it is suggested, implementation procedures based on technical standards enforcement of them, following project criteria and presenting periodic inspections so that preventive measures are taken in apt time.

**Keywords:** Pathologies. Degradation Agents. Degradation Mechanisms. Mortar Coating. Exposed Concrete Structure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Esquema da fase sólido-líquido.....	27
Figura 02 - Corte esquemático das camadas constituintes do sistema de revestimento em argamassa .....	29
Figura 03 - Ligação entre alvenaria e pilares com auxílio de tela metálica .....	31
Figura 04 - Corte esquemático do contato da fase líquida e sólida do sistema argamassa-substrato .....	33
Figura 05 - Corte esquemático das camadas constituintes do sistema de revestimento cerâmico .....	35
Figura 06 – Efeito da desempenadeira dentada com formação de cordões e assentamento da placa cerâmica com auxílio de martelo de borracha .....	36
Figura 07 - Fatores de degradação atuantes em fachadas .....	41
Figura 08 - Etapas de formação de um biofilme .....	45
Figura 09 – Controle de sombreamento na construção .....	46
Figura 10 - Origem dos problemas patológicos .....	49
Figura 11 - Revestimento solicitado à tração .....	52
Figura 12 - Revestimento solicitado à compressão .....	53
Figura 13 - Interação destrutiva concreto x agentes .....	59
Figura 14 - Lei de evolução dos custos (Lei de Sitter) .....	62
Figura 15 - Avaliação das orientações quanto aos aspectos térmicos .....	66
Figura 16 - Organograma com o resumo de atividades da 1ª etapa da pesquisa .....	68
Figura 17 - Planta de urbanização do campus Guamá da Universidade Federal do Pará .....	70
Figura 18 – Exemplo de Ficha de Identificação de Danos .....	73
Figura 19 – Exemplo de Mapas de Danos .....	76
Figura 20 - Equipamento digital portátil - esclerômetro SilverSchmidt Tipo N da Proceq .....	77
Figura 21 - Organograma com o resumo de atividades da 2ª etapa da pesquisa .....	78
Figura 22 – Localização geográfica da área de estudos .....	81
Figura 23 – Eixo Norte-Sul nas edificações da Universidade .....	81
Figura 24 – Exemplo de uma das tipologias arquitetônicas das edificações da UFPa .....	82
Figura 25 – Pavilhões de Salas de Aula (Apêndice A: F-33/33), Julho-Setembro 2013 .....	82
Figura 26 – Mestrado em Engenharia Química (Apêndice A: F-29/33), Julho-Setembro 2013 .....	83
Figura 27 – Estado de Conservação das edificações .....	84
Figura 28 – Classificação da categoria Bom .....	84
Figura 29 – Classificação da categoria Regular .....	84
Figura 30 – Classificação da categoria Ruim .....	84
Figura 31 –Gráfico da frequência de ocorrência dos mecanismos de degradação.....	85
Figura 32 - ICB, Setor Básico da UFPa (Julho-Setembro 2013) e vista aérea .....	87
Figura 33 - Detalhe do Instituto de Ciências Biológicas, Setor Básico da UFPa .....	88
Figura 34 - Frequência de Ocorrência dos Ventos para a cidade de Belém, Pará.....	89
Figura 35 - Estudo solar pelo período de um ano .....	89
Figura 36 - Solstício de Inverno, com indicação da sua altura solar .....	90
Figura 37 - Solstício de Verão, com indicação da sua altura solar .....	91
Figura 38 – Mapa de danos da Fachada A com localização da mancha, imagem do local e detalhe da amostra para ensaio de difração de raio-X .....	92
Figura 39 - Difratoograma com identificação das fases da amostra .....	93

Figura 40 - Ponto 1 – Fachada A.....	94
Figura 41 Ponto 2 – Fachada B .....	94
Figura 42 - Ponto 3 – Fachada E.....	94
Figura 43 – (a) Insuficiência de cobrimento mínimo e (b) perda de diâmetro da armadura .....	96
Figura 44 – Fachada E – ICB (Apêndice B – MD: 05/06) .....	98
Figura 45 - (a e b) Fissura mapeada, somada ao descolamento e umidade (c) fissura geométrica contornando parte superior da viga	100
Figura 46 - Etapas do processo de reparação de revestimentos em argamassa com fissuras.....	101
Figura 47 - Trecho da Fachada D – ICB (Apêndice B – MD: 04/06) e imagem (Novembro-Dezembro – ICB, 2013) do referente trecho, apontando a ocorrência de descolamento e fissuras .....	102
Figura 48 - Pintura encontra-se parcial ou totalmente fissurada com aparência mapeada, havendo destruição do filme e descolamento da argamassa. Observa-se execução de nova camada de pintura sem retirada da anterior .....	102
Figura 49 - Descolamento em placas .....	103
Figura 50 - Umidade transmitida à edificação através do solo.....	104
Figura 51 – (a) e (b) Umidade em galerias de captação de água pluvial e (c) esgotamento de água nas fachadas através de condensadores .....	105
Figura 52 - Vegetação, ao criar sombras, facilita o aparecimento de umidade.....	105
Figura 53 - Trecho da Fachada F – ICB (Apêndice B – MD: 06/06) e imagens pontuais dos danos (Novembro-Dezembro – ICB, 2013). Mapa informa a extensão dos problemas de manchas em grande parte da área periférica próxima ao solo, associada a ocorrência de umidade.....	106
Figura 54 - (a) Fissura geométrica, (b e c) umidade e corrosão na armadura .....	109
Figura 55 - Fases do processo de corrosão do aço .....	109
Figura 56 - Preparação da fenda para injeção .....	110
Figura 57 - Reparo de fissura/trinca em estrutura de concreto armado.....	111
Figura 58 - Detalhe do posicionamento dos grampos.....	111
Figura 59- Etapas de reparação do concreto armado.....	112
Figura 60 - Exemplo de fixação de novas armaduras.....	113
Figura 61 - (a) Vegetação; (b e c) presença de macro-organismos .....	113
Figura 62 - (a) Perda de coloração - ação negativa do sol; (b e c) perda de coloração - pulverulência. Em ambos os casos, também há hipótese de excesso de diluição da tinta de aplicação.....	115
Figura 63 – Fachada B e E – ICB (Apêndice B – MD: 02/06 e MD: 05/06), com marcação nas áreas de cor lilás, as quais representam os pontos em que há intervenção indevida.....	116
Figura 64 – (a) Reposição de material diferente do original; (b) perfuração da estrutura para canalizações, além da ausência de acabamento final e presença de macro-organismos; (c) fechamento de vãos sem acabamento final, umidade e falta de planejamento na instalação de sistemas de ar condicionado.....	116
Figura 65 - Tríade de desempenho satisfatório.....	123

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Os principais constituintes do cimento .....	24
Tabela 02 - Aplicações dos diferentes tipos de Cimento Portland .....	26
Tabela 03 - Grupos de absorção de água .....	37
Tabela 04 - Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação .....	37
Tabela 05 - Resistência à abrasão.....	37
Tabela 06 – Classificação de placas cerâmicas quanto à resistência à manchas.....	38
Tabela 07 - Fatores de degradação que afetam a vida útil dos componentes e materiais da edificação .....	43
Tabela 08 - Principais mecanismos de degradação.....	48
Tabela 09 - Medidas preventivas para revestimentos de fachada .....	64
Tabela 10 - Identificação e classificações das edificações .....	71
Tabela 11 - Índices esclerométricos obtidos.....	95
Tabela 12 – Patologias existentes do ICB .....	97

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	16
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	17
1.3 OBJETIVOS .....	19
1.4 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA.....	20
CAPÍTULO 2	
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
2.1 SISTEMAS DE REVESTIMENTOS EM FACHADAS .....	22
<b>2.1.1 Materiais constituintes da argamassa e processo de hidratação do cimento</b> .....	23
<b>2.1.2 Preparação de base e transporte de água</b> .....	27
<b>2.1.3 Sistema de revestimento em argamassa</b> .....	29
2.1.3.1 Camadas constituintes .....	29
2.1.3.2 Propriedades de revestimentos em argamassa: estado fresco e endurecido .....	31
2.1.3.3 Mecanismos de aderência e ancoragem do sistema .....	32
2.1.3.4 Considerações básicas para elaboração de projeto de fachadas com revestimento de argamassa .....	34
<b>2.1.4 Sistema de revestimento cerâmico</b> .....	34
2.1.4.1 Camadas constituintes .....	34
2.1.4.2 Características físicas e químicas do revestimento cerâmico .....	36
2.1.4.3 Considerações básicas para elaboração de projeto de fachadas com revestimento cerâmico .....	38
2.2 PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTOS EM FACHADAS .....	39
<b>2.2.1 Qualidade da construção civil x degradação das edificações</b> .....	40
<b>2.2.2 Patologias construtivas: agentes e mecanismos de degradação</b> .....	41
2.2.2.1 Agentes ou causas atmosféricas / climáticas .....	44
2.2.2.2 Agentes ou causas biológicas .....	45
2.2.2.3 Agentes ou causas adquiridas .....	47
2.2.2.4 Principais mecanismos de degradação .....	48
<b>2.2.3 Programas de manutenção em fachadas: controle de patologias e redução de custos</b> .....	60
2.2.3.1 Tipos de manutenção e custos de patologias em edificações .....	60
2.2.3.2 Medidas preventivas para os principais mecanismos de degradação .....	62
<b>2.2.4 Caracterização de outras variáveis envolvidas da edificação</b> .....	64
CAPÍTULO 03	
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	68
3.1 ETAPA 1 .....	68
3.2 ETAPA 2 .....	68
3.3 ÁREA DE ESTUDO.....	69
<b>3.3.1 critérios de escolha e localização das edificações</b> .....	70
3.4 DEFINIÇÃO DE INSTRUMENTOS E MÉTODOS PARA LEVANTAMENTO DE DADOS .....	72

<b>3.4.1 Ficha de identificação de danos – Apêndice A</b> .....	72
3.4.1.1 Caracterização das edificações .....	73
<b>3.4.2 Estudo comparativo de frequência de ocorrência de danos</b> .....	74
<b>3.4.3 Mapa de danos (MD) – Apêndice B</b> .....	75
<b>3.4.4 Ensaios para obtenção de características dos materiais analisados</b> ...	76
<b>3.4.5 Processo de intervenção</b> .....	78
<b>3.4.6 Considerações finais da metodologia da pesquisa</b> .....	78
<b>CAPÍTULO 04</b>	
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	80
4.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ÁREA DE ESTUDO E PARTIDO ARQUITETÔNICO DAS EDIFICAÇÕES .....	80
4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS .....	83
<b>4.2.1 Caracterização das edificações</b> .....	83
<b>4.2.2 Registro da frequência de ocorrência dos danos e visão sistêmica das principais patologias</b> .....	85
4.3 ESTUDO DE CASO: INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) .....	86
<b>4.3.1 Ações projetuais: orientação da edificação e caracterização do ambiente físico</b> .....	87
<b>4.3.2 Ensaios para obtenção de características dos materiais analisados</b> ....	91
4.3.2.1 Ensaio de caracterização mineralógica – Difração de Raio-X .....	92
4.3.2.2 Ensaio de resistência do concreto .....	93
4.3.2.3 Análise de corrosão da armadura do concreto .....	95
<b>4.3.3 Análise das patologias mais frequentes: hipóteses de diagnóstico e propostas de intervenção – Instituto de Ciências Biológicas</b> .....	97
<b>4.3.4 Diretrizes básicas para Manutenção preventiva – ICB</b> .....	117
<b>CAPÍTULO 05</b>	
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	120
5.1 RETOMANDO OS OBJETIVOS DA PESQUISA .....	120
5.2 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA .....	120
5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	124
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	126
<b>APÊNDICES</b>	133
APÊNDICE A – Fichas de Identificação de Danos	
APÊNDICE B – Mapas de Danos	
APÊNDICE C – Modelo – Relatório Técnico	

❧

# CAPÍTULO I

## Introdução

❧

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A construção civil vem emergindo ao lado das inovações tecnológicas, as quais representam materiais/técnicas com processos executivos mais específicos que requerem atenção maior às normas (BAUER, 1994). Com isso, surge a necessidade de profissionais compreenderem como estas novas tecnologias se comportam e como devem ser utilizadas. Caso contrário, com o processo de execução desenvolvido erroneamente, gera-se edificações com deterioração precoce e desempenho insatisfatório. Tais situações foram observadas na análise de erros pertinentes já estudados por outros pesquisadores (SOUZA e RIPPER, 1998) e que serão abordados nesta pesquisa, envolvendo projeto, execução e materiais.

A tendência é a de edificações sofrerem degradação com o tempo, o que eleva a preocupação com sua capacidade de desempenho futuro. O ciclo de vida das edificações varia conforme a durabilidade dos materiais empregados, o que dependerá, além da qualidade de cada um; do local onde estão expostos, visto que no meio ambiente há agentes responsáveis pela deterioração; e como são utilizados e preservados, considerando os tipos de manutenções.

De acordo com Souza e Ripper (1998), surgiu um campo de pesquisa na Engenharia — Patologia das Edificações —, relacionado com a compreensão de anomalias presentes na construção civil, que se ocupou do estudo das origens, formas de manifestações e consequências das falhas de causas patológicas.

As degradações em edificações, vinculadas com o aparecimento de patologias, apresentam consequências negativas para o desempenho do prédio. A origem destes aspectos está diretamente relacionada à *ação das intempéries*, como os fatores naturais decorrentes do meio; à *falhas na execução*, no caso de serviços executados fora de normas, a partir de construção sem responsável técnico e da deficiência de formação profissional na área de diagnóstico<sup>1</sup> e solução de problemas patológicos; e à *falhas de projeto*, com utilização de materiais de qualidade inferior e a falta de atenção para as medidas preventivas e corretivas.

Os revestimentos externos funcionam para a edificação como a primeira camada de proteção contra agentes ambientais, sendo, portanto, elementos que precisam ter suas

---

<sup>1</sup> Diagnóstico, na construção civil, segundo Costa (2010), trata-se da determinação de uma doença por meio do resultado investigativo de seus danos, sendo analisados aspectos descritivos destas anomalias, verificando-se sintomas e classificando-se o tipo de agente atuante na área afetada.

características respeitadas ou, pelo menos, ser de fácil substituição/manutenção, visando um nível mínimo de desempenho (SILVA, BRITO e GASPAR, 2011).

Excluindo-se a cobertura, a envolvente da edificação é o componente que mais está sujeito à ação de agentes de degradação por se tratar da zona mais exposta do edifício, devendo, portanto, receber atenção especial para que seu nível de qualidade não seja reduzido.

Em suma, para que fachadas de edificações apresentem níveis satisfatórios de desempenho por um período maior, é preciso emprego de mão-de-obra capacitada, aquisição de materiais que atendam as especificações técnicas e realização de trabalhos com boa qualidade nas etapas de projeto, construção e manutenção.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A presença de patologias em fachadas é responsável por elevados custos de reparos, daí a importância em se preocupar com a maneira como acontecem os processos executivos. Segundo Censos (2001)<sup>2</sup>, Watt DS (1999)<sup>3</sup> e *Qualité, progressions ensemble* (2006)<sup>4</sup> *apud* Rodrigues, Teixeira e Cardoso (2011), esta preocupação se deve à incidência de danos em fachadas apresentarem cerca de 50% dos registros das patologias totais que afetam negativamente as edificações.

É comum, em obras públicas no Brasil, o aparecimento de uma sucessão de erros já decorrentes em obras anteriores por conta da falta de registros de informações, o que gera gastos financeiros com reparos (COSTA JÚNIOR, 2001) que poderiam ser direcionados para outros fins que não fossem os de manutenção corretiva.

Além da ausência de cobrança no caso de ocorrência de falhas de execução (o profissional responsável deve responder pelo projeto por no mínimo 5 anos após sua construção), outro agravante de obras públicas está em como são iniciadas. A Lei nº 8.666 (1993) afirma que, por meio da seleção da melhor proposta entre as apresentadas, as obras públicas são realizadas mediante licitação, a qual aceita para a execução apenas a conclusão e aprovação do projeto básico, com o projeto executivo (mais completo e com as devidas correções necessárias) podendo ser desenvolvido concomitantemente com a execução destas obras e serviços. Assim, a solução da provável presença de falhas acontece quando a obra já

---

<sup>2</sup> Censos 2001: resultados definitivos: XIV recenseamento geral da população: IV recenseamento geral da habitação. INE, 1\_ volume, Lisboa, Portugal; 2001-a.

<sup>3</sup> Watt DS. *Building pathology—principles & practice*. London: Blackwell Science; 1999.

<sup>4</sup> *Qualité, progressions ensemble*. Bilan 1995–2005. Agence Qualité Construction. Observatoire de la Qualité de la Construction; 2006.

está em andamento, o que pode acarretar em tomadas de decisões emergenciais e sem planejamento que comprometem a qualidade do produto final e elevam os gastos financeiros.

As edificações diferem-se de outro produto porque são construídas para atender seus usuários durante anos, devendo apresentar condições adequadas ao uso durante seu tempo de serviço (NBR 5674, 1999). A NBR 15575-1 (2013) aborda que a vida útil de projeto<sup>5</sup> para sistemas de vedação vertical externa deve estar entre 40 a 60 anos, desde que realize ações de manutenção. Do contrário, o revestimento pode ser seriamente comprometido, resultando em patologias por uso inadequado e não por falha de construção.

Edificações mais específicas, como as de ensino público, são indicadas para estudo em virtude da função social que representam, por trabalhar com formação de pessoas; e pela facilidade em desenvolver projetos educacionais baseados em diagnóstico de ambientes similares onde já ocorreram patologias, objetivando entender o comportamento de seus elementos (CINTRA, 2001). Acredita-se que dados técnicos fundamentados em obras já executadas são capazes de auxiliar no desenvolvimento de projetos mais recentes (BARROS e SABBATINI, 2001), utilizando os aspectos patológicos já ocorridos como forma de planejamento para projetos futuros.

Para manter prédios públicos de ensino superior, como os existentes na Universidade Federal do Pará (UFPA), em condições ideais de funcionamento é preciso desembolso de recursos financeiros, o que nem sempre é facilmente viável quando se trata de obras coletivas de uso público. Isso justifica a necessidade do conhecimento dos danos presentes no local de modo a encontrar meios para evitá-las o quanto antes for possível.

Estudar patologias leva à compreensão dos fatores e mecanismos responsáveis pela degradação de edificações, possibilitando conhecimento indispensável para se adotar intervenções diante dos danos verificados (GAKLIK, 2012).

A instituição pública de ensino, em suas edificações históricas, apresenta identidade e função, devendo ser preservada e submetida a processos de manutenção, evitando-se o aparecimento de desgastes mais rapidamente. Na UFPA vem se adotando maneiras de incrementar o espaço, mas, em virtude do estado em que suas edificações se apresentam e a rapidez com que perdem a qualidade, há probabilidade de ter sido realizado um tipo de reparo baseado em formas incorretas de execução ou ausência de sistemas de manutenção periódica.

---

<sup>5</sup> Trata-se do período estimado para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho, considerando conhecimento do projeto e supondo cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção, não devendo ser confundida com tempo de vida útil (NBR 15575-1, 2013).

Considerando que estas edificações são patrimônio institucional, a ação de reabilitar é necessária por conta da importância histórica que representam dentro da sociedade. Além disso, as edificações na UFPa estão constantemente sujeitas à ambientes extremamente agressivos em virtude de sua localização caracterizar-se por um clima quente e úmido, com chuvas associada a elevadas temperaturas locais.

Dentro do contexto abordado, é relevante avaliar a incidência de patologias em fachadas de edificações de ensino superior presentes na Universidade Federal do Pará (campus Guamá - Belém), como forma de estratégia de intervenção em equipamento público, evidenciando os principais problemas nelas decorrentes, podendo funcionar posteriormente como fonte de consulta para novos empreendimentos.

### 1.3 OBJETIVOS

Considerando patologias e seus agentes de degradação, o objetivo geral da pesquisa consiste em avaliar patologias que afetem fachadas de edificações de ensino superior pertencentes à Universidade Federal do Pará (UFPa, campus Guamá - Belém), como forma de estratégia de intervenção para reabilitar equipamento público. Entende-se por reabilitação a busca por medidas que visem resolver de maneira eficiente o problema decorrente, propondo-se um documento que ofereça suporte técnico para inspeção de fachadas degradadas.

Tais ações estratégicas de intervenção podem representar um modelo a ser seguido por edificações semelhantes, com propostas mais duradoras para empreendimentos futuros e que evitem custos adicionais desnecessários. Para cumprir a finalidade citada, torna-se necessário executar os objetivos específicos a seguir:

- detectar as patologias<sup>6</sup> encontrados em fachadas de ensino superior presentes na UFPa,
  - a partir da caracterização do que existe atualmente, obtêm-se informações sobre hipóteses das origens patológicas. As fachadas são compostas por diferentes tipos de revestimentos, em que nesta pesquisa serão abordados os de argamassa e estruturas em concreto aparente, por serem os de maior representação entre os objetos de estudo;
- propor estudo comparativo da frequência com que as falhas ocorrem entre os prédios visitados,

---

<sup>6</sup> Foram estabelecidas as seguintes patologias a serem analisadas na pesquisa: fissuras, perda de aderência, descolamentos, eflorescências, umidade, mancha (colonização biológica e sujidades) e corrosão em concreto armado.

- ferramenta que informa quais patologias são as de maior ocorrência. A partir deste dado, seleciona-se o prédio com situação mais crítica, o qual receberá estudos mais aprofundados com sugestão de reparos.
- identificar as causas (agentes de degradação) prováveis de suas anomalias,
  - com esta identificação, adquire-se subsídios para propor alternativas genéricas de recuperação, consideradas como medidas aplicáveis em projetos futuros.

Com abordagem na problemática do comportamento dos materiais empregados, a análise de patologias nestas edificações públicas de ensino possibilita a identificação de suas causas, as quais fornecem subsídios para se propor alternativas de recuperação que solucionem o dano encontrado, prevenindo-se problemas patológicos futuros. Por meio desta intervenção, segundo Gomes (2007), pode-se proporcionar a melhoria física da edificação com aumento de níveis de qualidade, assegurando ambientes capazes de influenciar positivamente no desempenho educativo dos alunos.

Assim, a partir da produção de documentos que poderão ser utilizados pela Universidade Federal do Pará em momento posterior, espera-se contribuir para o incremento do desempenho técnico-econômico de fachadas como um todo, detectando suas anomalias e identificando suas causas.

#### 1.4 ESTRUTURAÇÃO DA PESQUISA

Para se compreender a pesquisa de forma global, segue abaixo sua estrutura e descrição sucinta dos capítulos abordados.

- O Capítulo trata-se da **Introdução**, o qual apresentará uma abordagem geral sobre o assunto, justificativa da referente escolha, bem como os objetivos e estruturação da pesquisa.
- O Capítulo 2, **Revisão Bibliográfica**, discorre sobre a explanação das referências teóricas, abordando conceitos de sistemas de revestimento e formas de patologias em fachadas, definindo pontos que servirão para embasar a pesquisa.
- O Capítulo 3, **Materiais e métodos**, descreve a estratégia do desenvolvimento da pesquisa, com descrição de suas etapas.
- O Capítulo 4, **Apresentação e Discussão dos Resultados**, em que se apresenta a correlação da base teórica da primeira etapa da pesquisa com levantamento de dados e ensaios propostos, analisando as situações encontradas nos estudos de caso.
- E por último, o Capítulo 5, apresenta as **Considerações Finais** das análises realizadas e sugestões para trabalhos futuros.

❧

## CAPÍTULO 2

# Revisão Bibliográfica

❧

## CAPÍTULO 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1 SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM FACHADAS**

A fachada é o elemento chave que influencia na segurança, conforto e estética da edificação, com seu comportamento global dependendo do desempenho dos componentes de seu sistema de revestimento (a interface, que funciona como elo; a base, que age como suporte; e o acabamento final) (FLORES-COLEN e BRITO, 2010).

O sistema de revestimento de uma fachada é assim considerado por possuir combinação de camadas intimamente ligadas para exercerem função de vedação, regularização de superfície e estanqueidade, contribuindo para proteção contra agentes externos e acabamento estético. Segundo Taguchi (2010), qualquer deformação em um dessas camadas resulta no aparecimento de tensões em todo o conjunto.

Para cumprir tais funções, os revestimentos externos devem apresentar, de acordo com Bauer (2005), características de deformabilidade e propriedades mecânicas coerentes aos esforços que ocorrerão, de modo a auxiliar no intertravamento do sistema. Terra (2001) afirma que para este sistema atingir desempenho satisfatório, regras de qualidade devem ser adotadas, considerando aspectos específicos e regionais dos revestimentos que, conforme Silva (2007), vão desde o conhecimento do clima local e elaboração de projetos até a execução da edificação, sem descartar a manutenção do edifício.

Na maioria das vezes, dar soluções para a ocorrência de danos em fachadas gera custo elevado. Por conta disto, com o objetivo de reduzir gastos desnecessários, vem a importância em adotar medidas ao longo do processo construtivo que minimizem a ocorrência de anomalias (JÂCOME e MARTINS, 2005), como preparação de base, elaboração de projeto com informações necessárias à produção, respeito à uniformidade de cada camada do sistema e obediência às espessuras das camadas constituintes e aos cálculos de dosagens.

Independente de qual tipo de revestimento irá compor a fachada, o primeiro componente do sistema é o substrato ou base — alvenaria cerâmica de vedação e/ou elementos estruturais em concreto armado —, que deve ser preparada de modo a garantir o cumprimento da função de aderência do sistema, apresentando, segundo recomendação da NBR 7200 (ABNT, 1998), superfície uniforme para receber a aplicação do revestimento.

### 2.1.1 Materiais constituintes da argamassa e processo de hidratação do cimento

Existe a necessidade em destacar brevemente os materiais constituintes da argamassa, pois a mesma faz parte tanto do sistema de revestimento em pintura, constituindo suas camadas; como do sistema de revestimento em cerâmica, responsável pela fixação da placa com o emboço, apresentando propriedades de tração e cisalhamento entre as camadas da interface. Assim, conforme Oliveira (2002), seu emprego está na ligação de elementos construtivos (adobes, tijolos e pedras) e na aderência de revestimentos em geral.

As argamassas de revestimentos, conforme NBR 13529 (ABNT, 1995), são constituídas por agregado miúdo (areia), cimento, água, contendo ou não adição mineral e aditivo conforme a necessidade de melhorar/modificar propriedades do material.

Quanto à areia, Moura (2007) afirma que além da sua proporção presente na mistura, existem outras características — distribuição granulométrica, módulo de finura, superfície específica, massa unitária, índice de vazios e forma dos grãos — que influenciam nas propriedades da argamassa, tanto no estado fresco (consistência, trabalhabilidade, retenção de água e adesão inicial) como no estado endurecido (resistência mecânica, capacidade de deformação, permeabilidade, retração e aderência).

Outro constituinte da argamassa é o cimento Portland, responsável pela aglutinação dos agregados; ou seja, produto com propriedades aglomerantes com seus constituintes, quando misturados à água, ocasionam endurecimento do sistema através de reações químicas de hidratação com geração de produtos resistentes à água.

Mehta e Monteiro (2008) afirmam que os mecanismos de hidratação proporcionam transformações no estado físico-químico do material, acompanhadas de reorganização dos constituintes de seus compostos originais. De acordo com Kihara e Centurione (2005), pode-se afirmar que o clínquer, principal constituinte do cimento, é composto pelos silicatos e aluminatos, conforme descrição abaixo:

- ✓ Silicatos: apresentam importante papel na resistência do cimento. Dividem-se em silicato tricálcio ou alita ( $C_3S$ ) — 50-70% da composição do clínquer; e silicato bicálcio ou belita ( $C_2S$ ), — 15-30% da composição do clínquer. Segundo Picanço (2011), a composição e estrutura cristalina da alita são modificadas pela incorporação de íons, principalmente por  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  e  $Fe^{3+}$ , que são dissolvidos em água. O mesmo autor afirma que esta fase é responsável pela resistência desenvolvida com o tempo, chegando a 100% aos 28 dias, por isso sua grande importância no cimento Portland. Já a belita contribui pouco para a resistência durante os primeiros 28 dias, apresentando contribuição maior da mesma propriedade em período posterior aos iniciais.

- ✓ Aluminatos: presentes na fase intersticial, são responsáveis pela pega do cimento e apresentam sensibilidade ao ataque de sulfatos. Dividem-se em aluminato tricálcio ( $C_3A$  — 5-10% da composição do clínquer) e ferroaluminato tetracálcio ( $C_4AF$  — 5-15% da composição do clínquer).

A Tabela 01 apresenta um resumo dos principais constituintes do cimento:

Tabela 01 – Os principais constituintes do cimento (ABCP, 2003).

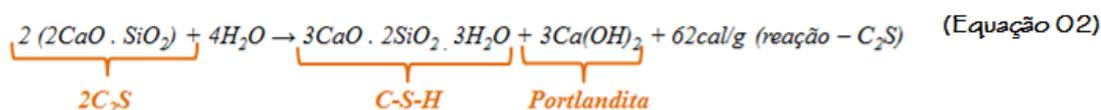
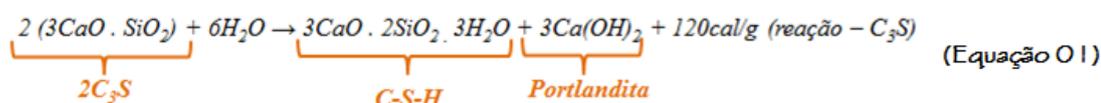
Denominação	Composto	Abreviações
Silicato tricálcio (alita)	$3Ca.SiO_2$	$C_3S$
Silicato bicálcio (belita)	$2CaO.SiO_2$	$C_2S$
Aluminato tricálcio (fase aluminato)	$3CaO.Al_2O_3$	$C_3A$
Ferro Aluminato tetracálcio (fase ferrita)	$4CaO.Al_2O_3Fe_2O_3$	$C_4AF$
Óxido de Magnésio e cal livre	MgO e Cal	-
Álcalis	$Na_2O$ e $K_2O$	-

Fonte - Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2003).

Segundo Kihara e Centurione (2005), durante a hidratação do cimento ocorre reação simultânea destes compostos (os quais não se hidratam a uma mesma velocidade), em que o espaço ocupado por cimento e água vai sendo gradativamente preenchido por produtos de hidratação. Deste modo, há um rearranjo dos compostos iniciais em novos sistemas cristalinos, conferindo rigidez à mistura água-cimento através da formação de compostos hidratados. O término da hidratação acontece quando não houver mais fase anidra do cimento ou quando a água não puder mais chegar às fases não hidratadas.

Com as reações químicas de hidratação do cimento, responsáveis pelo endurecimento da pasta, acontece o desenvolvimento de propriedades mecânicas, com silicatos e aluminatos formando hidróxido de cálcio e silicato de cálcio hidratado (C-S-H) (MEHTA E MONTEIRO, 2008), respectivamente, havendo transformação de fases anidras e metaestáveis do clínquer em novas fases hidratadas estáveis sob condições ambientes (PICANÇO, 2011).

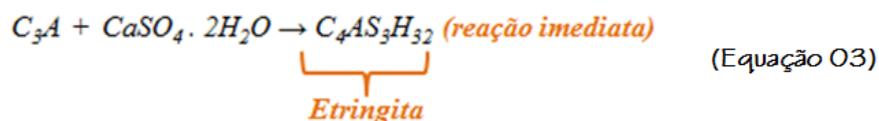
O silicato tricálcio é o composto do cimento que apresenta maior riqueza em C-S-H, desenvolvendo elevadas resistências iniciais com a reação acontecendo em poucas horas; já o silicato bicálcio inicia a reação de hidratação mais lentamente, se tornando mais elevada em idades mais avançadas. Isso pode ser ilustrado com as equações (1) e (2) a seguir:



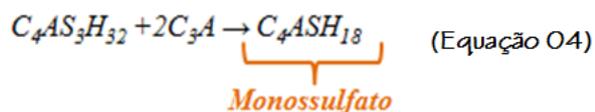
A fase C-S-H produzida, que ocupa cerca de 50-60% do volume de sólidos presente na pasta de cimento hidratada, representa o componente mais importante da pasta, conferindo a ela resistência mecânica. Em menor proporção, o hidróxido de cálcio (portlandita) ocupa cerca de 20-25% do volume da pasta (MEHTA E MONTEIRO, 1994).

Quanto a hidratação dos aluminatos com a água, a reação do C<sub>3</sub>A é imediata, com desenvolvimento de baixa resistência inicial e reação resultando no enrijecimento da pasta com pega instantânea. Para que esta última seja evitada, segundo Kihara e Centurione (2005), se adiciona a gipsita (sulfato de cálcio, CaSO<sub>4</sub>) na moagem do clínquer. Esta, por sua vez, cristaliza-se formando uma barreira que reduz a hidratação repentina do cimento, comportando-se como retardador de pega e evitando o início do endurecimento do C<sub>3</sub>A.

Segundo Mehta e Monteiro (2004), dependendo da concentração de C<sub>3</sub>A e íons sulfato na solução, forma-se um produto cristalino de precipitação: trissulfoaluminato de cálcio hidratado (etringita), conforme equação (3) abaixo. Já a hidratação do C<sub>4</sub>AF, em presença da gipsita, promove formação de fases similares às obtidas com o C<sub>3</sub>A, crescendo com o aumento do teor de alumina e diminuição da temperatura durante a produção do cimento.



Segundo Mehta e Monteiro (1994), na fase aquosa e durante a primeira hora de hidratação, a etringita tem elevada relação sulfato/aluminato. Após o sulfato da solução ser consumido, e quando a concentração de aluminato se eleva novamente (devido renovação da hidratação do C<sub>3</sub>A e C<sub>4</sub>AF), a etringita fica instável e é gradativamente convertida em monossulfato (produto final de hidratação do cimento), conforme equação (4) abaixo:



O conhecimento sobre as reações químicas torna-se relevante ao relacioná-las com os *agentes externos do meio ambiente*, os quais, ao entrarem em contato com os materiais constituintes da argamassa, podem reagir e levar à ocorrência de danos; e com a *forma de execução do serviço*, pois se a composição da argamassa não estiver na devida proporção, seus compostos não exercem função na reação química e prejudicam o sistema.

Segundo Moura (2007), entender as diferentes composições dos tipos de cimento e seus efeitos na reação de hidratação torna-se importante durante a escolha do cimento mais adequado para utilizar conforme situação, já que o mesmo influencia nas propriedades das argamassas. Para ABCP (2002), estas influências estão relacionadas com a ampliação ou

redução do efeito que determinadas propriedades apresentam sobre argamassas e concretos, conforme quantidade de seus constituintes.

Em suma, conforme o abordado pela ABCP (2002), as características e propriedades do cimento, bem como sua influência sobre argamassas e concretos, informa que certos tipos são mais apropriados para determinados fins do que outros.

A Tabela 02 a seguir aponta quais tipos de cimento disponíveis no mercado podem ser usados nas mais diferentes aplicações. É importante ressaltar que não se deve descartar a consulta com especialista antes de especificá-los para o referente uso, além disso, o profissional é o responsável na definição de cálculos de dosagem ideal a partir de normas técnicas e do tipo de cimento escolhido.

Tabela 02 - Aplicações dos diferentes tipos de Cimento Portland

<b>Aplicação</b>	<b>Tipos de cimento portland</b>
Argamassa de revestimento e assentamento de tijolos e blocos	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z), CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Argamassa de assentamento de azulejos e ladrilhos	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F) e Pozolânico (CP IV)
Argamassa de rejuntamento de azulejos e ladrilhos	Branco (CPB)
Concreto simples (sem armadura)	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Concreto magro (para passeios e enchimentos)	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)
Concreto armado com função estrutural	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto protendido com protensão das barras antes do lançamento do concreto	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-Z, CP II-F), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto protendido com protensão das barras após o endurecimento do concreto	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto armado para desforma rápida, curado por aspersão de água ou produto químico	de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto armado para desforma rápida, curado a vapor ou com outro tipo de cura térmica	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV), de Alta

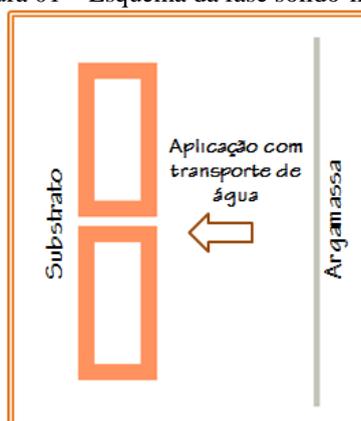
curados por aspersão de água	Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco Estrutural (CPB Estrutural) (*)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados por aspersão de água	de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI), Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados a vapor ou com outro tipo de cura térmica	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Concreto arquitetônico	Branco Estrutural (CPB Estrutural)
Argamassa armada	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI) e Branco, Estrutural (CPB Estrutural)
Argamassas e concretos para meios agressivos (água do mar e de esgotos)	de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e Resistente a Sulfatos
Concreto-massa	de Alto-Forno (CP III), Pozolânico (CP IV) e de Baixo Calor de Hidratação
Concreto com agregados reativos	Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)

Fonte – Adaptado de Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2003).

### 2.1.2 Preparação de base e transporte de água

Entender a influência do substrato dentro do sistema é tão importante quanto compreender o comportamento das camadas restantes, pois a base age sobre as propriedades da argamassa. O substrato (fase sólida) é um material poroso que recebe a argamassa (fase líquida) no estado fresco, formando um sistema com componentes separados por uma interface onde ocorrem as interações químicas. A Figura 01, a seguir, representa este esquema da fase sólido-líquido:

Figura 01 – Esquema da fase sólido-líquido



Para que estas interações ocorram é preciso considerar o desequilíbrio de forças entre os materiais do sistema e as propriedades do substrato, com estas últimas envolvendo *características de porosidade* (diâmetro, estrutura, volume e distribuição de poros) e *características superficiais* (textura), ambas agindo no transporte e quantidade de água da argamassa e na modificação microestrutural da interface. Com relação às *características de porosidade*, o substrato apresenta elevada capacidade de absorção, sendo o responsável pela perda de parte da água da pasta. (PAES e GONÇALVES, 2005).

Quanto às *características superficiais* relacionadas à textura (rugosidade), Bauer (2005) considera o substrato como responsável pelos pontos de ancoragem da argamassa. Para o mesmo autor, os materiais mais rugosos apresentam maior área de contato com a argamassa, contribuindo para as condições de aderência; enquanto que os mais lisos apresentam menores valores da propriedade citada, devendo-se preparar sua superfície para adquirir tal textura.

A sucção de água pelo material poroso (mecanismo de capilaridade) deve apresentar equilíbrio. Para Paes e Gonçalves (2005), substratos com elevada capacidade de absorção de água e de evaporação do líquido nos instantes iniciais, podem propiciar microfissuras na interface argamassa-substrato devido à retração plástica<sup>1</sup>. Em contrapartida, substratos com menor capacidade de absorção de água geram condições desfavoráveis na interface, com criação de uma camada fina do líquido nesta região, deixando-a porosa.

Uma forma de contrabalancear esta situação é por meio do tratamento superficial do substrato, podendo ser feito através do *pré-umedecimento* mediante a aspersão de água com broxa (evita que parte da água de amassamento da argamassa seja absorvida e prejudique aderência) ou através da aplicação de *chapisco*.

✓ ***Pré-umedecimento:***

- a NBR 7200 (ABNT, 1998) recomenda que bases com elevada capacidade de absorção devem ser pré-molhadas, para que a água do chapisco não seja totalmente absorvida por este substrato, evitando-se problemas de falta de hidratação da pasta. Assim, segundo Paes e Gonçalves (2005), esta ação regulariza a absorção de água do substrato, o qual passa a succionar quantidade controlada do líquido da argamassa uma vez que já está umedecido;
- processo que deve ser executado criteriosamente, de modo que não impeça a penetração da pasta no substrato, pois com a molhagem em excesso não

---

<sup>1</sup> A retração acontece à medida que a argamassa seca (com perda de água evaporável) ou nas reações de hidratação (momento em que há o aparecimento de tensões de tração que levam à deformações).

haveria ancoragem mecânica do sistema; enquanto que a carência desta molhagem levaria à perda de quantidade de água da pasta superior à necessária, prejudicando a formação de produtos de hidratação.

✓ **Chapisco:**

- conforme NBR 7200 (ABNT, 1996), este tratamento (e não uma camada constituinte) é necessário quando a superfície a ser revestida for de pouca aderência ou quando a base não apresentar rugosidade superficial;
- regulariza absorção de água.

### 2.1.3 Sistema de revestimento em argamassa

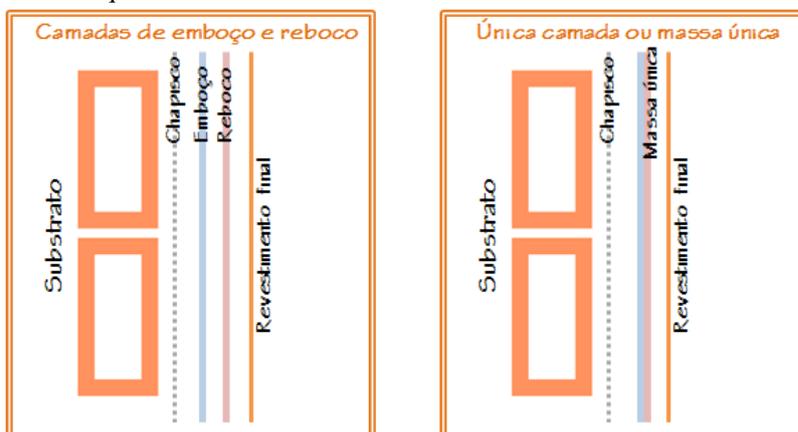
O sistema de revestimento em argamassa, de acordo com a NBR 13529 (ABNT, 1995), é um conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição e desempenho.

#### 2.1.3.1 Camadas constituintes

Este sistema é classificado conforme número de camadas que apresenta — constituído de chapisco e emboço (camada única); ou por chapisco, emboço e reboco. No que se refere ao revestimento de camada única, segundo Bauer (2005), sua execução acontece diretamente sobre o substrato após tratamento de base. Neste caso, a camada única atende as exigências do emboço e do reboco — regularização da base e acabamento final, respectivamente.

A NBR 13529 (ABNT, 1995) recomenda que, após preparação de base e para cada nova aplicação destas camadas, a anterior seja umedecida, de acordo com a finalidade e condições climáticas. A seguir (Figura 02), apresenta-se corte esquemático das camadas constituintes do sistema de revestimento em argamassa.

Figura 02 – Corte esquemático das camadas constituintes do sistema de revestimento em argamassa



De acordo com 13529 (ABNT, 1995), emboço é a camada que regulariza a superfície da base ou do chapisco, propiciando local plano e apto a receber próxima camada. Já o reboco, camada para cobertura do emboço, contribui para a impermeabilização do sistema quando apresenta superfície homogênea e compacta para dificultar penetração de água.

As operações de acabamento, realizadas em momentos após aplicação, são fases subsequentes dentro do processo executivo, que dependerão das características desejadas para o revestimento final. Segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), a execução do *emboço* pode ser feita com diferentes tipos de acabamento de superfície: ser sarrafeado<sup>2</sup> (no caso de aplicação posterior de reboco), desempenado<sup>3</sup> ou sarrafeado (no caso de revestimento posterior com placas cerâmicas); e desempenado, camurçado<sup>4</sup> ou chapiscado<sup>5</sup> (no caso do emboço constituir-se em única camada). Já o *reboco*, segundo a mesma norma, pode ser executado com os seguintes tipos de acabamento: desempenado, camurçado, chapiscado, lavado<sup>6</sup> ou tratado com produtos químicos e imitação travertina<sup>7</sup>.

Durante a execução do sistema de revestimento, no caso de base com diferentes materiais (exemplo: concreto + alvenaria cerâmica) e submetida à esforços que gerem significativas deformações (como elementos estruturais em concreto, balanços e últimos pavimentos), a NBR 7200 (ABNT, 1998) recomenda que se deve utilizar tela<sup>8</sup> metálica (Figura 03) na junta desses materiais diferentes (regiões estáveis do substrato), criando-se uma zona que suporte movimentações a que estará sujeita, devendo apresentar-se imersa na camada de argamassa aplicada e não sobre o chapisco.

---

<sup>2</sup> Acabamento áspero obtido quando a argamassa é regularizada com régua, segundo NBR 13529 (ABNT, 1995).

<sup>3</sup> Acabamento liso obtido após argamassa ser sarrafeada e alisada com desempenadeira (NBR 13529, ABNT 1995).

<sup>4</sup> Acabamento áspero obtido quando a argamassa é sarrafeada, desempenada e a seguir alisada com esponja ou desempenadeira apropriada de feltro ou similar, segundo NBR 13529 (ABNT, 1995).

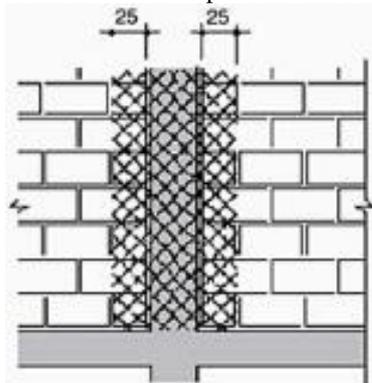
<sup>5</sup> Acabamento rústico obtido quando a argamassa é lançada sobre a base através de peneira (NBR 13529, ABNT 1995).

<sup>6</sup> Acabamento granuloso imitando rocha obtido com argamassa de agregado apropriado e por processo de lavagem superficial adequada, segundo NBR 13529 (ABNT, 1995).

<sup>7</sup> Acabamento com sulcos imitando textura do mármore travertino, segundo NBR 13529 (ABNT, 1995).

<sup>8</sup> Malha formada por fios de aço galvanizado ou de outro material, com resistência à alcalinidade e à oxidação, empregada como reforço para fixação ou controle da fissuração, descrito na NBR 13529 (ABNT, 1995).

Figura 03 – Ligação entre alvenaria e pilares com auxílio de tela metálica



Fonte - Thomaz (2001)

### 2.1.3.2 Propriedades de revestimentos em argamassa: estado fresco e endurecido

Características como aspecto, espessura, verticalidade e planeza do sistema, bem como exigências funcionais específicas relacionadas às propriedades a seguir referentes ao estado fresco e endurecido da argamassa, ligadas a critérios de qualidade capazes de prevenir a ocorrência de patologias.

- **Propriedades da argamassa no estado fresco** (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998):
  - *Trabalhabilidade*: permite à argamassa manter-se coesa ao ser transportada, distribuir-se facilmente com preenchimento das reentrâncias da base e não endurecer rapidamente logo quando aplicada;
  - *Retenção de água*: capacidade da argamassa em reter água de amassamento contra a evaporação ou sucção da base, permitindo reações gradativas de endurecimento com ganho de resistência;
  - *Aderência inicial*: relacionada com o fenômeno mecânico a partir da penetração da pasta nos poros e reentrâncias (ancoragem da argamassa à base);
  - *Retração por secagem*: acontece em virtude da evaporação da água de amassamento e das reações de hidratação. Pode causar fissuras prejudiciais que permitem penetração da água pelo revestimento já no estado endurecido, comprometendo estanqueidade ao líquido. Argamassas aplicadas com espessuras superiores a 25mm estão mais suscetíveis ao fenômeno.
- **Propriedades da argamassa no estado endurecido**:
  - *Aderência*: as camadas do sistema devem se manter fixas entre si através de tensões de tração e cisalhamento (TERRA, 2001);
  - *Capacidade em absorver deformações*: possibilita o revestimento deformar-se sem haver rupturas/fissuras visíveis;
  - *Permeabilidade*: de acordo com Terra (2001), a penetração de água pelo revestimento dependerá dos poros do material, do grau de sucção da base e da

pressão da água incidente. O revestimento deve ser capaz de reter água da chuva uniformemente e devolvê-la ao meio ambiente por evaporação quando melhorada as condições atmosféricas, favorecendo a secagem da umidade;

- *Durabilidade*: necessária para o sistema apresentar desempenho satisfatório.

Segundo NBR 13749 (ABNT, 1996), o *aspecto* dos revestimentos em argamassa no estado endurecido deve apresentar textura visual regular e com ausência de patologias perceptíveis de superfície (reentrâncias, fissuras, cavidades e empolamentos). Em relação à *espessura* para revestimentos externos, deve se apresentar entre 20 e 30 mm, podendo haver comprometimento de aderência com valores acima deste intervalo. Quanto à *planeza*, o valor admissível para paredes externas de desvios em sua verticalidade é de 10 mm a cada 3 m, de acordo com a técnica das mestras.

As mestras são faixas contínuas e estreitas de argamassa entre duas taliscas já posicionadas, que servem como base para a execução do revestimento. Deste modo, delimita-se a região de aplicação da pasta, em que sobre estas mestras a régua metálica é apoiada para realização do sarrafeamento (MACIEL, BARROS E SABBATINI, 1998). A técnica das mestras garante o esquadro entre paredes, o prumo e a espessura do revestimento.

#### 2.1.3.3 Mecanismos de aderência e ancoragem do sistema

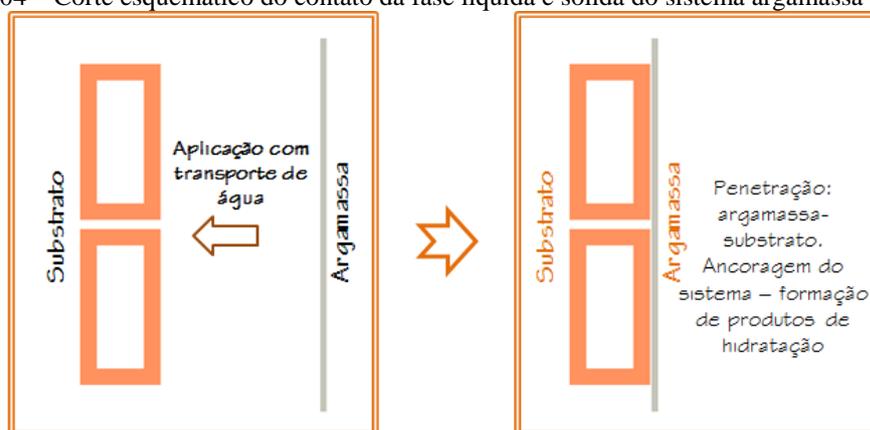
Como já explicitado, a argamassa (inicialmente no estado plástico) é aplicada sobre o substrato após preparação da superfície dessa base. A partir disso, acontecem modificações no material colante, com interação entre camadas do sistema e transporte de água em direção ao material poroso. Segundo Paes e Gonçalves (2005) e descrição a seguir, estas transformações acontecem através dos seguintes estágios:

- **Adesão inicial**: possibilita à argamassa manter-se aderida ao substrato por conta de suas propriedades físicas e químicas, havendo imediata movimentação de água em virtude dos poros do substrato encontrarem-se inicialmente vazios. De acordo com Maciel, Barros e Sabbatini (1998), esta adesão inicial dependerá das características do substrato (porosidade, rugosidade, condições de limpeza), da superfície de contato efetivo entre argamassa-base e das propriedades de argamassa no estado fresco;

- **Adesão:** próximo estágio do processo que caracteriza-se por transporte de água mais intenso no sentido argamassa-substrato, havendo perda de trabalhabilidade inicial da pasta com diminuição de plasticidade inicial, estando pronta para o sarrafeamento;<sup>9</sup>;
- **Aderência:** etapa subsequente com perda de água da argamassa por evaporação, sucção do líquido pelo substrato e através das reações de hidratação do cimento. Estágio responsável pelo enrijecimento completo da pasta aglomerante, com contato interfacial estável entre componentes do sistema, assegurando-se penetração da argamassa nos poros da base e ancoragem do sistema.

A Figura 04, a seguir, ilustra esquematicamente o sistema argamassa-substrato:

Figura 04 – Corte esquemático do contato da fase líquida e sólida do sistema argamassa-substrato



Apesar de não existir um consenso entre os pesquisadores, acredita-se que o total espalhamento da argamassa sobre a base, em conjunto com a transferência de elétrons, forma-se uma camada na interface que contribui para o desenvolvimento da aderência e oferece desempenho ao sistema. Isto acontece por conta da movimentação molecular, com a etringita (cristais) contribuindo para o intertravamento mecânico das do sistema.

Para Paes e Gonçalves (2005), apesar da aderência acontecer principalmente por conta da presença de cristais, este efeito de união entre camadas também acontece, em menor proporção, com a ajuda de forças de ligação entre as moléculas mais próximas dos materiais e por adsorção<sup>10</sup> química de moléculas da argamassa na superfície do substrato.

<sup>9</sup> Para o sarrafeamento deve-se atender ao momento exato de execução: quando precoce induz à fissuração, e quando retardado exige grande esforço para o corte da argamassa (BAUER, 2005). O tempo requerido de sarrafeamento e desempenho é aquele necessário para a argamassa perder parte da água e chegar à umidade adequada para o início das operações de acabamento superficial (MACIEL, BARROS e SABBATINI, 1998).

<sup>10</sup> Fenômeno físico em que uma partícula de um material (no caso, a água), se deposita sobre o outro sem haver interação entre eles, não fazendo parte de sua constituição química.

#### 2.1.3.4 Considerações básicas para elaboração de projeto de fachadas com revestimento de argamassa

O tratamento arquitetônico da fachada colabora para a estética, estanqueidade, durabilidade do revestimento e da obra como um todo. Ao optar-se por fachadas trabalhadas, em prédios com grande extensão de altura, vem a necessidade de elaboração de projeto específico para os revestimentos em argamassa (THOMAZ, 2001) como forma de planejamento para se obter um resultado de melhor qualidade, evitando-se erros durante a execução, desperdícios e custos desnecessários.

Para tal, segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998), busca-se apresentar em um projeto de fachadas com revestimento de argamassa, informações baseadas em parâmetros tecnológicos e ligadas às características do produto e à forma de produção, considerando exigências do revestimento e condição de exposição.

Assim, o referente projeto deve conter: tipo de revestimento (camada única ou não) e de argamassa, espessuras das camadas, detalhes construtivos, técnicas de execução e padrão de qualidade dos serviços. Segundo Thomaz (2001), outros pontos também devem ser abordados no projeto: proteção da base das paredes (chapisco ou proteção impermeável), forma de requadramento dos vãos (recomendável a adoção de gabaritos), tratamento de cantos vivos (introdução de perfil de reforço, cantos chanfrados ou arredondados).

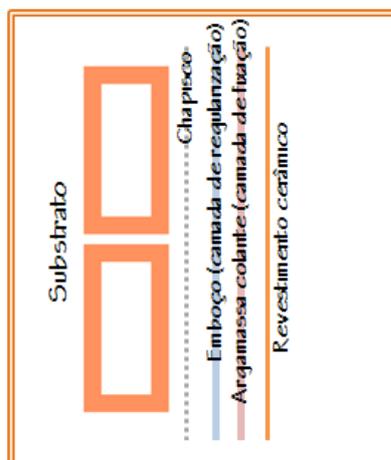
#### **2.1.4 Sistema de revestimento cerâmico**

As condições de qualidade e produtividade também devem ser atendidas no sistema de revestimento cerâmico, sendo pertinente entender que as funções individuais de cada componente do sistema irão influenciar todo o conjunto.

##### 2.1.4.1 Camadas constituintes

Para a produção do sistema de revestimento é necessário a limpeza e preparação de base, aplicação da camada de fixação, assentamento do revestimento final (placas cerâmicas), rejuntamento, limpeza e execução de juntas. Os componentes do sistema podem ser observados esquematicamente na Figura 05, a seguir:

Figura 05 – Corte esquemático das camadas constituintes do sistema de revestimento cerâmico



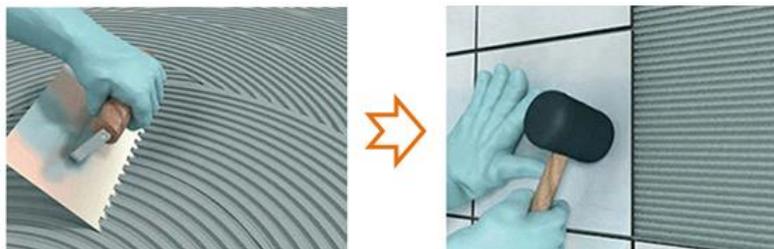
A *camada de regularização* (emboço), aplicada após chapisco, garante estanqueidade do revestimento e apresenta, segundo NBR 13755 (ABNT, 1996), aparência sarrafeada e áspera para receber a argamassa colante. Para Barros e Sabbatini (2001), este sarrafeamento é executado com a técnica das mestras, apresentando acabamento desempenado com sua textura que permitindo aderência e menor consumo de argamassa colante do que uma superfície simplesmente sarrafeada. Quanto a planeza, o desvio do substrato não deve ultrapassar 3mm. Já a *camada de fixação* (argamassa colante) é a responsável pela aderência entre a cerâmica e a camada de regularização.

Atualmente, os materiais presentes na construção vêm se desenvolvendo com intuito de agregarem maior qualidade em sua composição, como a argamassa colante industrializada empregada no assentamento de cerâmicas. Conforme NBR 14081 (ABNT, 2004), são diferenciadas conforme tempo em aberto<sup>11</sup>, capacidade de aderência e a finalidade.

Esta argamassa colante é aplicada com o lado liso da desempenadeira sobre a superfície, exercendo pressão sobre ela. Em seguida, utiliza-se o lado dentado do instrumento para formar cordões sobre a pasta, os quais facilitarão o processo de aderência entre os componentes do sistema (Figura 06). De acordo com Medeiros e Sabbatini (1999), após o espalhamento do material colante sobre a base, a aplicação da placa cerâmica não deve exceder o tempo em aberto, o qual é determinado pela NBR 14081 (ABNT, 2004).

<sup>11</sup> Para Barros e Sabbatini (2001), tempo em aberto é aquele disponível para aplicação da cerâmica sobre a base após espalhamento da argamassa colante, sem haver perda de sua capacidade de aderência. Caso não obedecido, observa-se formação de película esbranquiçada sobre os cordões de argamassa, em que o componente, ao ser aplicado sobre a película, ocasiona apenas o amassamento dos cordões sem interação de ambos. Se presente, esta película deve ser retirada com limpeza da superfície para receber nova camada de argamassa.

Figura 06 - Efeito da desempenadeira dentada com formação de cordões e assentamento da placa cerâmica com auxílio de martelo de borracha



Fonte – Adaptado de <<http://www.nortecola.com.br/argamassaacIII.html>> Acesso em: 04 out. 2012

A propriedade fundamental que diferencia as argamassas industrializadas é a sua capacidade de retenção de água, permitindo adequação do tempo em aberto. Normalmente este material é aplicado em camada fina (2 a 5mm), sem perder a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland (MEDEIROS e SABBATINI, 1999).

A última camada é o *revestimento final* constituído pelas placas cerâmicas, as quais devem ser rejuntadas para aumentar a capacidade do revestimento em absorver deformação diante de variação térmica. Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), o material cerâmico confere a fachada resistência a penetração de água e facilidade de limpeza, com seu custo final, sendo compatível com os benefícios, principalmente com relação à manutenção.

Segundo NBR 13755 (ABNT, 1996), a escolha do revestimento cerâmico para fachadas deve respeitar sua finalidade e satisfazer condições de uso, como, por exemplo, ser apropriado para área externa, executar assentamento das placas cerâmicas após período mínimo de 14 dias de cura da camada de regularização, apresentar tardoz<sup>12</sup> isento de pó ou de partículas soltas (impedem aderência à argamassa) e possuir código de tonalidade para melhor identificar as placas presentes em diferente embalagens.

#### 2.1.4.2 Características físicas e químicas do revestimento cerâmico

Para Pezzato (2010), os revestimentos cerâmicos são classificados conforme características físicas e químicas, relacionadas com a matéria-prima empregada e o processo produtivo da placa cerâmica. A NBR 13817 (ABNT, 1997), de modo a promover a especificação correta para o uso de placas, as classifica obedecendo aos seguintes critérios:

- *esmaltadas (G) e não esmaltadas (U)*
- *métodos de fabricação:* (A) placas cerâmicas extrudadas (tipo de precisão e tipo artesanal), (B) prensadas e (C) produzidas por outros processos;

<sup>12</sup> Face posterior do revestimento que, segundo Medeiros e Sabbatini (1999), é a garantia de distribuição uniforme do material de fixação e determinante para a definição da espessura da camada de argamassa adesiva.

- *grupos de absorção de água*: a determinação de seus valores é feita conforme NBR 13818 (ABNT, 1997). Sinduscon (2009) aborda que a classificação de absorção de água é relevante por determinar o tipo de cerâmica a ser utilizada para determinado local e analisar os tipos de argamassa colante para cada caso, indicadas por fabricante. Os valores estão indicados na Tabela 03, a seguir:

Tabela 03 - Grupos de absorção de água

<b>Grupos</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
Ia	$0 < Abs \leq 0,5$
Ib	$0,5 < Abs \leq 3$
IIa	$3 < Abs \leq 6$
IIb	$6 < Abs \leq 10$
III	Abs acima de 10

Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

Os códigos apresentados anteriormente, e que fazem referência às características dos revestimentos cerâmicos, devem estar presentes em tabelas de especificação (modo de fabricação + grupo de absorção), conforme Tabela 04, a seguir:

Tabela 04 - Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação

<b>Absorção de água</b>	<b>Métodos de fabricação</b>		
	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
$Abs \leq 0,5$	AI	Bla	CI
$0,5 < Abs \leq 3$		B Ib	
$3 < Abs \leq 6$	AIIa	BIIa	CIIa
$6 < Abs \leq 10$	AIIb	BIIb	CIIb
$Abs > 10$	AIII	BIII	CIII

Fonte - NBR 13817 (ABNT, 1997)

- ✓ *classes de resistência à abrasão superficial* (desgaste do material): indicadas na Tabela 05, a seguir:

Tabela 05 - Resistência à abrasão

<b>Resistência à abrasão</b>		
<b>Abrasão/PEI</b>	<b>Tráfego/Resistência</b>	<b>Prováveis locais de uso</b>
PEI 0	Baixíssima	Paredes (desaconselhável para pisos)
PEI 1	Baixa	Banheiros residenciais, dormitórios, etc
PEI 2	Média	Cômodos s/ porta para o exterior e banheiros
PEI 3	Média alta	Cozinha, corredor, hall, sacada, quintais
PEI 4	Alta	Residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, hotéis
PEI 5	Altíssima	Residências, áreas públicas, shopping, aeroportos, padarias, lanchonetes

Fonte - Adaptado de guia ANFACER<sup>13</sup> apud Sinduscon (2009)

<sup>13</sup> ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER) - Guia de assentamento de revestimento cerâmico. São Paulo, (S.d).

- *classes de resistência ao manchamento ou classes de limpabilidade*: indica facilidade de remoção das manchas e pode ser observado na Tabela 06, a seguir:

Tabela 06 – Classificação de placas cerâmicas quanto à resistência à manchas

<b>Classes</b>	<b>Indicação</b>
Classe 1	Impossibilidade de remoção da mancha
Classe 2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
Classe 3	Mancha removível com limpeza forte
Classe 4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de mancha

Fonte - NBR 13817 (ABNT, 1997)

O conhecimento das características das cerâmicas é importante para auxiliar profissionais a especificarem o tipo de revestimento que melhor se encaixa para determinado local, principalmente em relação às fachadas, onde o acabamento externo sofre ataques de agentes agressivos provenientes do local onde estão inseridos.

#### 2.1.4.3 Considerações básicas para elaboração de projeto de fachadas com revestimento cerâmico

Existem fatores que contribuem para aumentar as deformações das camadas de revestimento diante das tensões que estão sujeitas, como falhas de especificações de projeto, falta de conhecimento sobre as propriedades dos materiais, qualidade do material e desrespeito às especificações técnicas de execução (PEZZATO, 2010). Partindo deste pressuposto, acredita-se que a partir da elaboração de projeto de fachada se consegue executar um empreendimento com menor índice de falhas.

Conforme Barros e Sabbatini (2001), o gasto direcionado a uma atividade realizada sem planejado é superior ao de uma adequadamente projetada. Orientações em como elaborar fachadas têm o objetivo de oferecer margens de segurança para se reduzir a ocorrência de patologias, devendo-se considerar os seguintes parâmetros:

- *natureza e características da base*: cada tipo de substrato apresenta comportamentos diferentes diante de diversas solicitações;
- *características das camadas constituintes*: devem ser consideradas as características dos materiais empregados, espessuras e técnicas utilizadas para execução;
- *solicitações de obra e durante a vida útil*: as camadas do sistema devem apresentar características mecânicas que permitam sua integridade e capacidade em resistir às ações das intempéries sem alteração de sua superfície;

- *geometria dos painéis*: considerar as corretas dimensões das juntas presentes na fachada, evitando-se, assim, o surgimento de problemas patológicos decorrentes de ausência ou mau dimensionamento das mesmas;
- *etapas de concepção e desenvolvimento de projeto*:
  - análise preliminar - analisar em projetos construtivos os locais que receberão placas cerâmicas, as espessuras de vedações verticais, as características físicas da fachada, as dimensões dos componentes estruturais e a existência de juntas;
  - especificações/elaboração de projeto - especificação de técnicas de execução e emprego de detalhes construtivos que minimizam efeito negativo da incidência da água da chuva;
  - redefinição do projeto - etapa de eventual correção durante a obra, podendo estar relacionada a excesso na espessura da camada de regularização, alteração da dosagem da argamassa e alteração de detalhamento construtivo que permitam descontinuidade do painel.

## 2.2 PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTOS EM FACHADAS

Como abordado no item anterior, com o decorrer do tempo as edificações passam a gerar despesas extras a partir do aparecimento de danos, possivelmente ligados à falhas de projeto, má qualidade de materiais, técnicas inadequadas de produção e indisponibilidade de profissionais com conhecimento específico.

Como as patologias necessitam de controle para não sofrerem expansão, as falhas também podem estar aliadas à inexistência de manutenção preventiva e/ou corretiva, contribuindo para a queda gradativa do desempenho técnico-construtivo da edificação. Este último, além da relação com a deficiência nas etapas do processo construtivo, também está ligado ao desgaste natural de tempo e uso, o qual dependerá da exposição e intensidade de ações em que a fachada está submetida.

A intervenção em fachadas para eliminar os danos acontece a partir das características físicas de seus componentes (alvenarias, coberturas e revestimentos), da compreensão das anomalias patológicas presentes e de como elas podem se manifestam. Baseado nisso, ao final deste item serão abordados descrições e possíveis causas (diretas e indiretas) de patologias em fachadas, fornecendo subsídios para diagnósticos e tomadas de decisões no capítulo seguinte.

### 2.2.1 Qualidade da construção civil x degradação das edificações

Implantar sistemas de qualidade em construtoras está relacionado com medidas específicas, como: planejar as atividades de projeto/construção; assegurar, em tempo hábil, a adequação dos recursos necessários à construção (equipes, materiais, equipamentos e outros insumos); melhorar produtividade e qualidade dos serviços; otimizar relações com os clientes; e melhorar imagem da empresa com participação no mercado (THOMAZ, 2001).

Quando o objetivo é apresentar edificações com qualidade que atendam as necessidades de seu usuário, é interessante compreender os conceitos da engenharia e como sua abordagem acontece dentro da construção civil (RICHTER, 2007), visto que o material se comporta de modo diferente conforme o meio em que é submetido. Tais conceitos precisam ser abordados por estarem diretamente ligados à compreensão das patologias e à qualidade da construção civil. Souza e Ripper (1998) listam como critérios avaliativos do comportamento de materiais os seguintes conceitos:

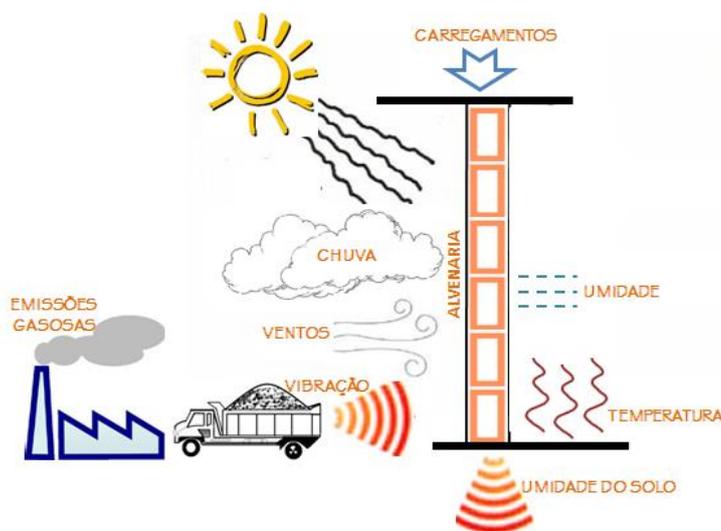
- *Vida útil e durabilidade*: vida útil é o período em que o material permanece acima dos limites mínimos especificados, conferindo maior durabilidade. Esta última, conforme NBR 14037 (ABNT, 1998), é a capacidade que a edificação apresenta em atender requisitos funcionais quando expostas às condições normais de utilização;
- *Desempenho*: é o comportamento do material, considerando que o mesmo vai reagir de modo diferente de acordo com o agente de degradação que está sujeito;
- *Manutenção*: medidas cabíveis para garantir um desempenho satisfatório à edificação ao longo da vida útil.

Sob a ótica técnica e econômica vem a ideia de produzir estudos que referenciem o comportamento das edificações (SOUZA e RIPPER, 1998). Segundo pesquisas desenvolvidas por Shonet (1999), cresce as exigências quanto à expectativa de vida das edificações, e previsão da degradação para os componentes da edificação. O mesmo autor afirma que 80% das falhas observadas em edificações ocorrem nos primeiros anos após construção, e que 90% delas tornam-se visíveis no prazo dos primeiros dois anos deste período.

Conforme explicita Flores-Colen e Brito (2010), a aparência da edificação torna-se relevante para a vida útil dos sistemas de revestimento, devendo apresentar requisitos de qualidade associados a baixos níveis de degradação. Tais requisitos mínimos, conforme Rodrigues, Teixeira e Cardoso (2011), estão relacionados com a capacidade que o envelope da edificação apresenta em garantir durabilidade e resistência à agentes externos, equilibrando a qualidade e conduzindo a baixos custos com manutenção.

A degradação de fachadas conduz à necessidade de ações de reabilitação em fachadas, visando melhoria de sua aparência e desempenho funcional, o que dependerá de avaliações do nível do problema encontrado para então estabelecer as exigências de reparo. A Figura 07 ilustra que existem fatores que agem de forma permanente sobre a fachada, sofrendo constantemente ação de agentes externos.

Figura 07 - Fatores de degradação atuantes em fachadas



Fonte - Adaptado de < <http://materialsandmateriais.blogspot.com.br/2013/02/fatores-de-degradacao-estudo-da-vida.html> > Acesso em: 10 jan. 2013

### 2.2.2 Patologias: agentes e mecanismos de degradação

Os elementos de vedação fazem parte de um ambiente com influência de diferentes variáveis externas (clima local) e internas (inerentes ao próprio material e à métodos executivos). É este contexto que propicia o aparecimento de patologias, muitas vezes de difícil definição de origens em virtude dos fatores patológicos não serem isolados e sofrerem influência de outros (TAGUCHI, 2010).

Grande parte das edificações, principalmente as de centros urbanos, apresenta fachadas com aparências desfiguradas, mesmo com pouco tempo de uso. A envolvente de uma edificação é classificada como limitadora de espaços (interno x externo) e tem como uma de suas funções configurar a paisagem onde está inserida. Portanto, estimular medidas para minimizar efeitos patológicos é um benefício econômico e social (PETRUCCI, 2000).

De acordo com Terra (2001), reparar esses danos pode ser inútil antes de descobrir e corrigir suas causas, considerando que as falhas podem voltar quando não se ataca a fonte dos problemas. Para não haver equívocos nas soluções destas patologias, Müller (2010) afirma ser necessário um diagnóstico patológico que apresente análises com um caminho inverso ao processo: estudar o dano para descobrir sua causa e/ou origem.

Obedecendo a tendência observada em todo o mundo, as pesquisas relacionadas com planejamento de obras vêm progredindo gradativamente no Brasil em decorrência dos elevados níveis de exigência de competitividade (COSTA e SILVA, 2008).

Apesar da existência de esforços no sentido de melhorar a qualidade da construção civil, assiste-se com frequência ao aparecimento diversificado de patologias (CHAVES, 2009), pois suas origens não acontecem apenas pela inexistência de conectividade entre as etapas do processo construtivo. Para Rodrigues, Teixeira e Cardoso (2011), a degradação das edificações também ocorre de forma natural por meio da ação do tempo e do uso, com interação entre o objeto físico e o meio ambiente. Esta situação começa em um estágio incipiente com danos ainda pouco visíveis e, com a evolução do problema, parte-se para uma segunda etapa de rápida degradação, com sinais mais graves de falhas.

Quando o componente deixa de alcançar desempenho satisfatório, acontece a degradação a partir de elementos agressores, denominados de *agentes de degradação*. Designados também de fatores ou causas, são variáveis que contribuem para desencadear o mecanismo de degradação sendo, segundo NBR 15575-1 (ABNT, 2013), tudo aquilo que age sobre um sistema e contribui para reduzir seu desempenho e influenciar o comportamento do material. Para Pereira (2011), os agentes causadores de patologias são diversificados e variam quanto às características próprias e às condições de exposição, de uso e de manutenção.

Já os *mecanismos de degradação*, segundo Lersch (2003), são a atuação, ou seja, patologia propriamente dita que desencadeou o processo de degradação dos diferentes agentes, por meio dos quais é possível entender as causas que levaram à ocorrência de danos.

Conforme abordado por Müller (2010), busca-se a sistematização dos processos patológicos, em que cada subsídio obtido em vistoria deve ser interpretado no sentido de compor progressivamente um quadro de entendimento de como o edifício reage à ação dos agentes agressivos, o motivo de seu surgimento e como se desenvolve o problema patológico.

Os danos presentes em fachadas costumam ser os mesmos, o que se deve às edificações serem executadas com sistemas construtivos convencionais com baixo controle de qualidade nos serviços e materiais empregados (SILVA, 2007). Assim, as pesquisas dentro da área estabelecem formas diferentes de classificações, mas que se assemelham em conceitos que não devem ser abordados individualmente.

Conforme aborda Lersch (2003), os autores conseguem criar métodos sistemáticos de compreensão a partir de suas abordagens pessoais e experiências de trabalho; enquanto que as normas técnicas são consideradas listas que buscam esclarecer tecnicamente a questão levantada, servindo como modelo. Associar as duas é importante, já que assim é possível se

apresentar uma organização de métodos a partir da coerência entre ambos, considerando também que as próprias normas apontam a possibilidade de existir outros fatores importantes além daqueles citados por ela, e que devem ser avaliados conforme cada caso específico.

Conhecidos os danos, causas e como se manifestam, o diagnóstico torna-se mais eficiente quanto às intervenções. Para tornar a avaliação ordenada, didática e sem conflito entre conceitos, propõe-se a Tabela 07, baseada em texto normativo e em conclusões de diferentes pesquisadores, estabelecendo classificação dos agentes de degradação.

Tabela 07 - Fatores de degradação que afetam a vida útil dos componentes e materiais da edificação

<b>PRINCIPAIS AGENTES DE DEGRADAÇÃO</b>	<b>Causas diretas<sup>1</sup></b>	Causas atmosféricas / climáticas (físicas e químicas)	Radiação (solar e térmica)	
			Temperatura (variação)	
			Constituintes do ar (gases, neblinas e partículas poluentes)	
			Chuva	
			Vento	
			Umidade	
			Microorganismos (fungos, algas e bactérias)	
	Causas biológicas	Vegetação		
		Insetos		
		Vandalismo (pichações)		
	<b>Causas indiretas<sup>1</sup></b>	Causas adquiridas (uso e ação humana)	Desgaste natural (evolução do tempo e exposição ao uso)	
			Procedimentos de instalação e manutenção	* concepção inadequada (não uso de normas técnicas e erros projetuais)
				* origem na execução com mão-de-obra desqualificada e/ou desconhecimento de técnicas e sistemas
				* intervenção indevida
* falta de manutenção periódica				

<sup>1</sup>Aquilo que influi direta ou indiretamente na vida útil da edificação

Fonte: Baseado em ASTM E632, 1998; MÜLLER, 2010; LERSCH, 2003 e MORAES, 2007

Segundo a norma ASTM E632 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1998), é difícil de quantificar a intensidade dos agentes biológicos e de uso/ação humana, mas se pode estabelecer parâmetros de decisão através de classificações que apresentem intervalos de níveis de degradação, os quais podem variar de uma “degradação baixa” à “degradação alta” com descrição do que cada nível deve apresentar para ser atribuído como tal.

A partir da proposta colocada na Tabela 07 anterior, serão descritos individualmente os três principais grupos de variáveis que contribuem para o aparecimento de patologias, abordando-se a compreensão das causas e de seus mecanismos de degradação.

### 2.2.2.1 Agentes ou causas atmosféricas / climáticas

Nesta pesquisa, os agentes atmosféricos de patologias estão divididos em: radiação, temperatura, constituintes do ar, chuva e vento.

#### a) Radiação e temperatura

Um dos fatores que mais atinge as fachadas é a energia transportada pela radiação solar, que se transforma parcialmente em calor quando atinge os materiais da edificação. Os panos externos reagem em função da orientação solar em que estão submetidos, com o fenômeno térmico sendo responsável pelo aumento da temperatura superficial dos materiais (LERSCH, 2003). Müller (2010) e Lersch (2003) consideram que as diferentes variações de temperaturas que os materiais atingem com a absorção de calor se deve às suas características físicas, que provocam dilatações (quando aquecidos) e contrações (quando resfriados).

Considerando os agentes citados como agressivos, conclui-se que os mesmos podem acarretar patologias, tais como: fissuras, perda de aderência / descolamento de revestimento, rupturas e corrosões em concreto armado.

#### b) Constituintes do ar, chuva e vento

As partículas do ar, em combinação com vento e chuva, interagem com os materiais da fachada gerando degradação da edificação (PETRUCCI, 2000). Müller (2010) argumenta que os principais elementos presentes na atmosfera são o oxigênio (21%), nitrogênio (78%) e, em proporções menores (volume de até 4%), o vapor d'água (dióxido de carbono, ozônio e gases nobres). Estes últimos, apesar da baixa concentração, interferem na distribuição da temperatura ao participar ativamente dos processos de absorção, emissão de calor e atuar como veículo de energia de uma região para outra.

A água, associada ao vento e aos constituintes do ar, é um importante fator que interfere na durabilidade dos revestimentos, pois, além de proporcionar condições de vida para agentes biológicos, pode reagir com o sistema e gerar patologias, como a eflorescência (PETRUCCI, 2000), gerando prejuízos subsequentes (umidade). Além disso, segundo Lersch (2003), a água da chuva pode ser absorvida pelos materiais, sendo conduzida para seu interior por capilaridade ou forçada pela pressão do vento.

Os poluentes, após emissão por suas fontes, interagem física (diluição) e quimicamente (reações químicas) com a atmosfera, causando alterações em seus receptores, dependendo das condições meteorológicas (vento, chuva e temperatura; que condicionam à dispersão dos poluentes) e das características químicas e físicas (capacidade de absorção; tamanho e forma das partículas, que interferem na fixação/velocidade do poluente;

rugosidade, que possibilita fixação; e porosidade, que facilita penetração) do próprio receptor (RESENDE, 2004).

#### 2.2.2.2 Agentes ou causas biológicas

Nesta pesquisa, os agentes biológicos estão divididos em: micro-organismos (fungos, algas e bactérias), vegetação e insetos.

A biodeterioração é um mecanismo gerado pela atividade vital de organismos naturais sobre os materiais, com alteração de suas propriedades. O termo não deve ser confundido com biodegradação, uma vez que este último descreve a ação benéfica dos micro-organismos sobre os materiais, tornando-os ecologicamente aceitáveis (PEREIRA, 2012).

A transformação dos materiais e sua interação com o meio inicia-se pela fixação dos microrganismos sobre eles, fornecendo suporte para o desenvolvimento de uma película superficial com aparência esteticamente indesejável (PEREIRA, 2012) denominado de biofilme, composto por produto orgânico que causa danos físicos e químicos.

Para a formação deste biofilme, Gaklik (2012) descreve etapas para seu desenvolvimento, observadas na Figura 08: (1) *absorção reversível*, em segundos, de microrganismos; (2) *adesão irreversível* de microrganismos depositados na superfície do material, indo de segundos a minutos; (3) *reprodução e crescimento*, durando horas ou dias; (4) *produção de exopolissacarídeos e formação de biofilme*; (5) *adesão de outros microrganismos* no biofilme formado, fase que perdura por meses. Após isso, há dispersão e a continuidade do ciclo.

Figura 08 - Etapas de formação de um biofilme



Fonte - Adaptado de Ghigo (2003)

É importante considerar que, para uma descrição completa do conjunto de alterações fisiológicas que ocorrem durante a formação do biofilme, é preciso um estudo mais completo (GHIGO, 2003). Aprofundar-se no referente tema não é objetivo nesta pesquisa, por este motivo as etapas de formação do biofilme foram apresentadas de modo mais simplificado.

a) Macro-organismos e Micro-organismos

Macro-organismo é qualquer organismo animal ou vegetal cujas dimensões são visíveis a olho nu, com alguns alimentando-se do próprio material onde estão se depositando. Oliveira (2002) aborda que os insetos podem ser incrustantes, ação mais lenta; e perfuradores, com a maioria penetrando no substrato para sua própria proteção.

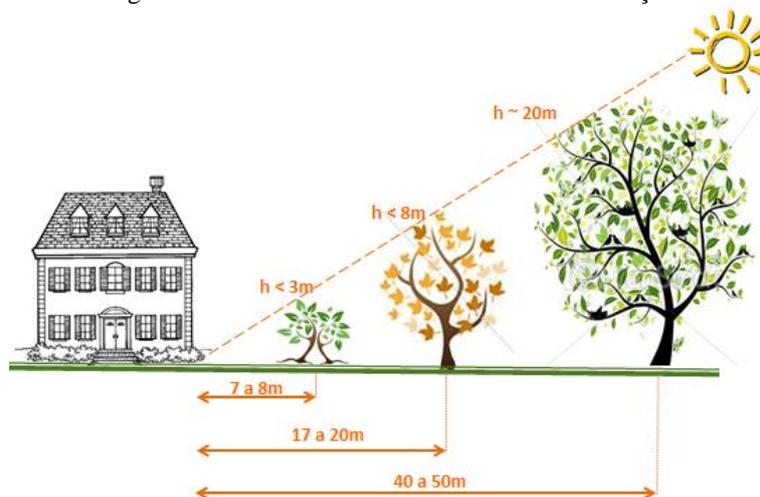
Já os micro-organismos, ao se desenvolverem, provocam aceleração do envelhecimento dos materiais e dependem de fatores biológicos e climáticos, como o pH, temperatura, luz, umidade e condições nutritivas (RESENDE, 2004; GAKLIK, 2012). Os principais são fungos (na ausência de luz e ventilação), algas e bactérias, os quais afetam o material por encontrarem nutriente (alimentam-se de matéria orgânica) e ambiente propício para o desenvolvimento (oxigênio, temperatura e teores de umidade favoráveis), ocasionando manchas no local onde se depositam e biodeterioração da própria argamassa.

b) Vegetação

A vegetação desenvolve-se em local que facilite seu crescimento e alimentação, ou seja, em superfícies com acúmulo de sujidades ou material orgânico. Além da vegetação que se deposita no substrato, cita-se aquela presente ao redor da edificação que pode interferir tanto no desempenho estrutural da construção, com crescimento natural de suas raízes; como no aparecimento de umidade, com excesso de sombreamento que impede ação solar direta.

Assim, de acordo Lersch (2003), pode-se dizer que tais agentes, ligados à negligência humana, falta de manutenção e abandono, podem comprometer a estética da fachada, levando ao aparecimento de manchas de colonização biológica e sujidades. Na Figura 09 observa-se como a vegetação pode atuar no controle de sombreamento das edificações.

Figura 09 - Controle de sombreamento na construção



Fonte - Adaptado de Oliveira (2002)

### 2.2.2.3 Agentes ou causas adquiridas

Nesta pesquisa, os agentes adquiridos de patologias, envolvendo uso e ação humana, estão divididos em: vandalismo, desgaste natural e procedimentos de instalação / manutenção.

#### a) Vandalismos

Ato humano intencional nas construções (pichações e grafites desordenados), comum em locais que não estão em uso e com segurança reduzida (MÜLLER, 2010). Agregam às edificações sinais de vandalismo e descaso, sem respeitar sua linguagem arquitetônica.

#### b) Desgaste natural

Não se pode evitar que as fachadas permaneçam isentas de dano, já que existem aqueles provenientes do desgaste natural que decompõe gradativamente o material e são inerentes do meio ambiente e do próprio uso. Como exemplo, cita-se o comportamento natural do terreno que podem levar a danos nos alicerces e nas estruturas da edificação, causando fissuras em decorrência de recalques. O componente externo está menos sujeito ao desgaste pela ação humana que aqueles ambientes internos, os quais apresentam contato direto com o usuário. Em contrapartida, estão mais suscetíveis aos desgastes naturais do tempo, ao que se deve a necessidade de reparos periódicos.

#### c) Procedimentos de instalação / manutenção

Este item, de responsabilidade inteiramente humana, é a causa com maior índice de problemas patológicos, tendo-se como exemplo: fissuras, perda de aderência, umidade, eflorescência e recalque. Os procedimentos de instalação/manutenção estão relacionados com:

- *Concepção Inadequada (Projeto)*: não uso de normas técnicas e erros projetuais. Em relação à fase de projeto, Almeida (2008) lista pontos que culminam em danos patológicos, como falta de detalhamento, de clareza, de conhecimento técnico, de dimensionamento e de revisões.
- *Intervenção indevida*: quando há substituição de componentes da edificação que não correspondem ao original; ou quando há acréscimos de elementos sem a verificação da capacidade estrutural (LERSCH, 2003) ou sem planejamento prévio.
- *Falta de manutenção periódica*: conforme Müller (2010), quando executada possibilita tomadas de decisões capazes de prevenir para não precisar intervir de forma onerosa. Para Falorca e Mendes Silva (2009), a manutenção em edifícios tornou-se ainda mais importante com o aumento dos custos das construções novas, permitindo economia, bem-estar dos usuários e valorização do local.
- *Origem na execução*: alto índice de patologias em consequência da má execução é reflexo de mão-de-obra desqualificada; de deficiente planejamento de obra e da não

observância de projeto e de normas de execução (ÂNGELO, 2004). Estes fatores podem dar início à maioria das patologias existentes, como: quebra, descolamento, fissuras/trincas, eflorescência, perda de aderência e descolamentos, dentre outras.

#### 2.2.2.4 Principais mecanismos de degradação

Apesar da preocupação em distinguir os diferentes agentes e mecanismos de degradação, é importante considerar que as condições de exposição podem variar conforme o caso e que as patologias dificilmente apresentarão apenas uma causa, decorrendo da conjugação de vários fatores e acontecendo simultaneamente com acúmulo de efeitos.

Além disso, um mesmo agente que funciona como causa para determinada patologia, também pode comportar-se como mecanismo de degradação para outra. Assim, dano primário é aquele que aparece em primeiro lugar na sequência temporal do processo patológico, enquanto que dano secundário é o que surge como consequência de um dano anterior. Esse é o caso da umidade, que se comporta ora como agente ora como mecanismo de degradação, tratando-se de um dano, segundo Pereira (2012), capaz de gerar outros, como manchas/, mudança de cor, corrosão, eflorescências, descolamentos de revestimentos e fissuras.

A classificação dos mecanismos de degradação (Tabela 08), relacionando-os com seus respectivos agentes causadores, fornece subsídios para posteriores reparos, apresentando principais anomalias e causas observáveis em fachadas, mas considerando-se que dentro deste campo de estudo também poderão existir outros tipos não citados.

Tabela 08 - Principais mecanismos de degradação

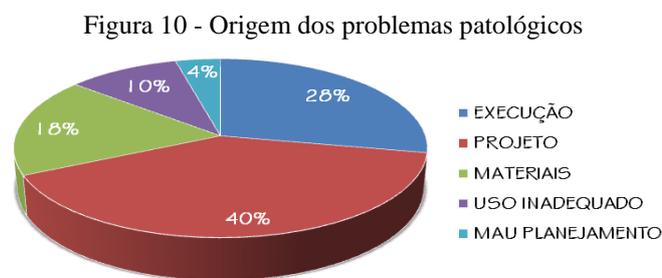
Principais mecanismos de degradação (patologias)	Agentes de degradação		
	Causas atmosféricas	Causas biológicas	Causas Adquiridas
Fissuras e trincas	●		●
Perda de aderência/descolamento	●		●
Eflorescência	●		●
Umidade	●		●
Manchas (colonização biológica/sujidade)	●		
Corrosão (concreto armado)	●		●
Vegetação		●	●
Intervenção indevida			●
Fissuras e trincas			●
Macro-organismos		●	
Manchas (colonização biológica/sujidade)	Umidade		
Perda de coloração			
Corrosão (concreto armado)			
Eflorescência			
Descolamento			

Nota-se, através da mesma Tabela 08, que para a maioria dos casos de mecanismos de degradação citados, as causas principais que contribuem para a redução da qualidade da edificação estão relacionadas com os agentes atmosféricos e adquiridos, com algumas patologias apresentando mais de um tipo de agente.

Partindo deste princípio, Silva, Brito e Gaspar (2011) chegaram a mesma conclusão ao afirmarem que a degradação de materiais ao longo do tempo envolve processos que podem ocorrer simultaneamente ou sequencialmente, e que, os mecanismos de degradação representam a sequência das mudanças a que o revestimento é submetido durante a sua vida de serviço, levando à danificação física, química ou mecânica de suas propriedades.

Muitos autores, tomando como base pesquisas de outros em concordância com as suas, atestam a mesma conclusão a respeito das origens patológicas em edificações. Os valores de porcentagens apresentados a seguir, baseados em diferentes pesquisadores (Barthel, Lins e Pestana (2009); Pereira (2011); Silva (2007); Almeida (2008); Müller (2010); Angelo (2004); Costa e Silva (2008)<sup>14</sup>) e mostrados na Figura 11, variam em intervalos mínimos (para mais ou para menos), mas permanecem próximos.

As pesquisas (Figura 10) confirmam que, dentre as origens de patologias decorrentes em edificações, a maior parte encontra-se na execução (28%) e em projeto (40%), seguidos de danos causados por materiais (18%), uso inadequado (10%) e mau planejamento (4%).



Fonte - Baseado em Barthel, Lins e Pestana (2009); Pereira (2011); Silva (2007); Almeida (2008); Müller (2010); Angelo (2004); Costa e Silva (2008).

Como observado no gráfico, a porcentagem de danos identificados na fase de projeto apresenta um valor considerável, conduzindo às situações de maior gravidade. Assim, é preferível dedicar tempo maior a estudos técnicos da edificação, do que, por falta destes, ter que tomar decisões adaptadas e sem planejamento no decorrer da obra (ALMEIDA, 2008).

<sup>14</sup> Grande parte dos autores, ao se referirem às origens dos problemas patológicos, cita Edward B. Grunau (sem data) ou algum outro autor que por sua vez o referenciou. Conforme as leituras citadas, ao que tudo indica, a base para o início do levantamento destes dados teve origem com este autor em destaque.

Esta última situação conduz à segunda maior grande causa das origens patológicas: a execução, evidenciando a necessidade de reforço no controle de qualidade de edificações.

Baseado nisto, e entendendo que a presente pesquisa busca dar ênfase na abordagem de situações mais críticas, será discutido a seguir mais detalhadamente as patologias para causas provenientes de forma natural de uso ou de ações humanas por erros de execução/projeto (causas adquiridas), tecendo-se comentários sobre os danos decorrentes e, posteriormente, os cuidados para evitá-los.

a) Fissuras / trincas / gretamento:

Taguchi (2010) afirma que estes danos são os primeiros a serem observados na sintomatologia das vedações em que, segundo Tinoco (2009), há identificação dos efeitos produzidos pelos agentes patológicos, com diagnóstico definido conforme espaçamento e abertura do dano. Considerando que a configuração do grau de abertura é o que difere *trincas* e *fissuras*, Barros e Sabbatini (2001) comentam que as primeiras caracterizam-se como linhas superiores a 1mm de dimensão; enquanto que as últimas, provenientes de ruptura parcial de sua massa, apresentam aberturas inferiores a 1mm e não provocam separação da peça<sup>15</sup>.

Terra (2001) afirma que o reboco é um material não armado com a fissuração inicial sendo natural, pois logo que os revestimentos são aplicados sobre a base preparada, acontece a retração de secagem inicial que origina tensões com tendência à fissuração, a qual torna-se prejudicial quando estiver acima deste aspecto natural.

Conforme exposto na NBR 13749 (ABNT, 1996), e complementado por Jâcome e Martins (2005), as fissuras podem ser classificadas em três tipos: *verticais/horizontais*; *mapeadas*, distribuindo-se por toda a superfície do revestimento; e *geográficas*, que se caracterizam por acompanhar o contorno do componente da base.

Quanto às possíveis causas das fissuras, Lersch (2003) afirma que, em específico para revestimentos em argamassa, ocorrem em função da retração hidráulica da argamassa, da fissuração da própria base ou da movimentação térmica. Esta última, conforme Silva (2007), pode ser influenciada pelas cores das pinturas, já que tonalidades mais claras refletem mais as ondas e absorvem menos a energia da radiação solar; enquanto que as mais escuras refletem menos e absorvem mais intensamente esta radiação e provocam aquecimento do revestimento, o que, para Thomaz (2001), aumentaria as movimentações térmicas das paredes possibilitando o aparecimento de fissuras e destacamentos. De acordo com Nascimento (1995), as

---

<sup>15</sup> Para facilitar o desenvolvimento do texto e evitar repetição de palavras sinônimas, nesta pesquisa será empregado o termo fissura para ambos os casos, sem distinção.

propriedades termodinâmicas dos materiais estão relacionadas com sua capacidade de absorção e reflexão em relação à luz e ao calor que recebem, dependendo diretamente de suas características físicas (densidade, textura e cor).

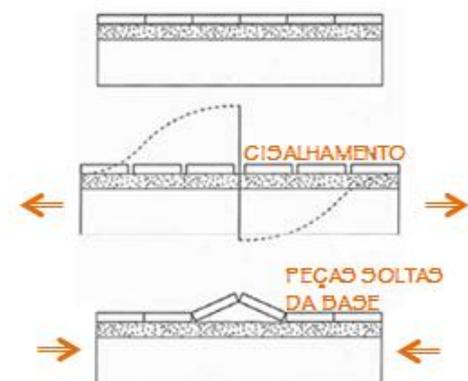
Já em específico para revestimentos cerâmicos, segundo Barros e Sabbatini (2001), esta patologia origina-se na dilatação e retração da cerâmica, em decorrência da variação térmica ou umidade da peça que geram tensões internas; nas deformações estruturais excessivas com intensidade superior às suportáveis pela peça (nem sempre as tensões são absorvidas); na ausência de detalhes construtivos que auxiliem na execução; e na retração da argamassa convencional que, após fixação do componente, adere ao seu corpo e promove aperto na cerâmica, resultando em tensões que tendem a tornar a superfície da face convexa.

Por ter relação com o aparecimento de fissuras, é importante comentar também a expansão por umidade (EPU) que acontece em peças cerâmicas, as quais apresentam como uma de suas características, conforme NBR 13818 (ABNT, 1997), a resistência à EPU. A fim de procurar evitar problemas de descolamento das placas cerâmicas, a mesma norma considera que esta EPU deve ser igual ou inferior a 0,6 mm/m (0,6%), com valores acima desse prescrito podendo ocasionar gretamento e destacamento do material cerâmico.

Os minerais presentes na composição da matéria-prima (argila, por exemplo) destas placas, contêm água em suas moléculas, a qual é volatizada durante o processo de queima no forno (fabricação). Se esta argila não for corretamente queimada durante a produção, o líquido poderá entrar nos poros do material, mas sem penetrar no interior dos grãos desta argila. Após o processo de queima (durante meses e anos), ocorrerá a re-hidratação por adsorção de água em forma de vapor de umidade natural, presente no meio ambiente em que a placa foi assentada. Este processo de re-hidratação provoca aumento das moléculas dos minerais, expandindo o corpo cerâmico — EPU (BAUER e RAGO, 2000).

Neste caso, as peças do revestimento tenderiam a se afastar umas das outras, havendo aberturas das juntas entre elas. A partir disso, instala-se o processo de cisalhamento simples entre o tardo da placa e o material usado no assentamento. Atingida a ruptura, as peças se soltam da base (FIORITO, 2009), apresentando aspecto triangular, conforme Figura 11:

Figura 11 - Revestimento solicitado à tração



Fonte - Adaptado de Fiorito (2009)

Aliada aos choques térmicos advindos de mudanças bruscas de temperatura, a EPU pode evoluir para fissuras devido às tensões de tração (gretamento). Isso acontece nos casos em que há superfície vidrada de cerâmica esmaltada, em que o esmalte da placa não acompanha a movimentação da base e trinca, apresentado formato de micro-veias (PEZZATO, 2010), o que agrava-se na ausência de juntas de rejuntamento.

De acordo com Lersch (2003), quando a peça está exposta a determinadas condições higrotérmicas (comportamento dos materiais em relação às variações de umidade e temperatura), a formação de tensões entre vidrado e corpo cerâmico é favorecida, principalmente se houver falta de compatibilidade entre os coeficientes de expansão das partes envolvidas. Isto significa que quanto menor for o índice de absorção de água de um revestimento, menor será a sua expansão por umidade.

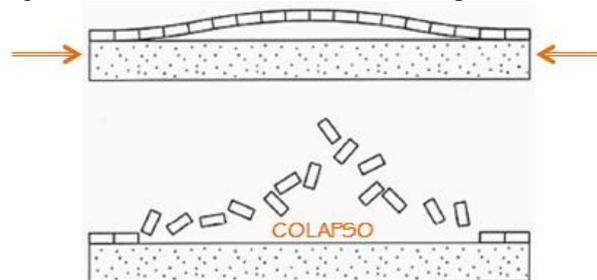
b) *Perda de aderência (revestimentos cerâmicos) ou descolamentos (revestimentos em argamassa)*

A existência de condições de aderência do revestimento à base torna-se essencial para o provimento de um sistema com eficiência, o que dependerá, conforme já exposto, da textura e capacidade de absorção da base (JÁCOME e MARTINS, 2005).

A *perda de aderência* acontece com rupturas na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, caracterizada pela repercussão de som oco seguido de descolamentos (BARROS E SABBATINI, 2001). Esta patologia tem origem em acomodações do solo e movimentações estruturais que deformam a base, na qualidade da cerâmica, na preparação deficiente da base, em argamassa espessa e mal preparada (excesso de aglomerante ou água), na fixação da placa em substrato ainda úmido, na expansão por umidade, no desrespeito aos limites de tempo em aberto, na ausência de

juntas que permitem alívio de tensão. A combinação desses efeitos é capaz de romper as ligações entre os sistemas, resultando em colapso, conforme Figura 12, a seguir:

Figura 12 - Revestimento solicitado à compressão



Fonte - Adaptado de Fiorito (2009)

O *descolamento*, acontecendo em revestimentos em argamassa, é caracterizado pela formação de vesículas superficiais, ou seja, bolhas com umidade em seu interior. Terra (2001) pontua que descolamento divide-se em:

- *descolamento com empolamento*: a cal livre, aquela existente na argamassa e que não hidratou, apresenta teores elevados de óxidos livres de cal e magnésio. Estes, com o tempo e na presença de umidade e água, tendem a hidratar-se, apresentando aumento de volume do material ao reagirem com o aluminato tricálcico do cimento e formarem a etringita (elemento expansivo) em excesso. Estes fatores podem levar a formação de convexidades (empolamento) caracterizadas por bolhas com diâmetro que aumentam progressivamente e, em piores casos, à formação de fissuras (LERSCH, 2003).
- *descolamento em placas*: trata-se da queda do revestimento sem restar vestígios de aderência, podendo acontecer devido à argamassas ricas ou espessas (recomenda-se espessura de 2 a 3mm) e à falta de aderência. As placas que se descolam englobando o reboco e emboço, havendo ruptura entre essas camadas e a base.
- *descolamento com pulverulência*: quando há, nas camadas de tintas, desagregação com facilidade. Este tipo de descolamento, que carrega películas de reboco, acontece pela presença de camadas espessas, ausência de carbonatação da cal e presença de argamassas pobres, caracterizadas pelo volume insuficiente de aglomerante para preencher os vazios dos agregados.

Taguchi (2010) orienta que durante observação de inspeção desta patologia, deverão ser mapeadas todas as regiões que apresentarem som cavo, registrando também a interface onde acontece esse descolamento (base/chapisco, chapisco/argamassa ou argamassa/acabamento). Para investigações mais avançadas, é interessante realizar ensaios e verificação da presença de sais insolúveis depositados junto à superfície onde ocorre o dano.

c) Eflorescência

Quando o revestimento encontra-se assentado, os sais inorgânicos<sup>16</sup> existentes no mesmo podem ser dissolvidos pela água (agente transportador) e levados através dela até a superfície do revestimento, onde permanece um depósito cristalino (sal) após evaporação desta água. Desta ação, origina-se uma camada espessa com aparência esbranquiçada (eflorescência) que, segundo Barros e Sabbatini (2001), deixa o sistema de revestimento suscetível à infiltração ou umidade local. Conforme Barros e Sabbatini (2001), Terra (2001), Jâcome e Martins (2005), além da presença de substâncias solúveis, do meio de transporte da solução pela água e da evaporação, outra condição para a patologia acontecer é a pressão hidrostática, que propicia a migração da solução para a superfície.

Em fachadas com revestimento cerâmico, a eflorescência é claramente observada nas juntas de rejuntamento (aspecto “escorrido”), enquanto que em revestimento com pintura surge na superfície da tinta. Jâcome e Martins (2005) classificam a eflorescência em: *tipo 1*, bastante solúvel em água e caracterizado pela presença de sal branco pulverulento localizado entre a alvenaria e o revestimento, podendo causar descolamento; *tipo 2*, caracterizado pela cor branca (carbonato de cálcio)<sup>17</sup> com aspecto de escorrimento e pouco solúvel em água que, em contato com ácido clorídrico, gera efervescência; e *tipo 3*, caracterizado pela presença de sal branco entre juntas de alvenaria aparente, apresentando fissuras em decorrência da expansão da argamassa de assentamento.

d) Umidade

A umidade é um tipo de patologia com ações mais graves (JÂCOME e MARTINS, 2005), com sua presença relacionada à penetração de água em virtude da estrutura porosa do material de revestimento e do seu coeficiente de absorção (CHAVES, 2009). Esta água transporta os sais dissolvidos e, após saturação e evaporação do líquido transportador, podem precipitar, cristalizar e ocupar um volume maior (LERSCH, 2003), formando eflorescência. Assim, o local torna-se base de cultura onde organismos encontram condições propícias para proliferação; além de facilitar formação de fissuras, pois os ciclos de absorção/evaporação dos materiais provocam dilatações/contrações.

---

<sup>16</sup> Esses sais são sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>), principal sal e mais migrante; sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>); sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), considerado mais violento; cloreto de sódio (NaCl) do mar; nitratos (KNO<sub>3</sub>) presentes em esgotos; e outros sais presentes nos materiais e no próprio terreno (OLIVEIRA, 2002).

<sup>17</sup> Seu aparecimento é oriundo da cal presente no cimento, a qual é liberada durante o processo de hidratação do aglomerante e, na presença de água da chuva ou de umidade, é transformada em carbonato de cálcio, responsável pelo aparecimento da eflorescência - tipo 2.

Em zonas mais expostas ao vento estes depósitos são lavados e desaparecem; em locais protegidos, a umidade mantida ajuda a fixar a poeira presente no ambiente, favorecendo o aparecimento de manchas por sujidades (TERRA, 2001). Suas variadas formas de manifestações dão relevância à patologia, caracterizando-a como uma das mais graves. Jácome e Martins (2005) e Müller (2010) a discriminam em quatro tipos:

- *umidade de construção*, resultante de chuvas em excesso que irão incorporar água ao sistema, com teor superior ao da dosagem. Deve se ter conhecimento, em média, do ano de construção da edificação, pois para que a patologia se encaixe neste tipo de umidade, é preciso que o prédio esteja compreendido no intervalo de 1 ou 2 anos;
- *umidade do solo* ou *ascensional*, provocada pela presença da água oriunda do solo e absorvida pelas fundações aliada à deficiência de barreiras estanques, as quais evitam ascensão da água que migra para as paredes, gerando colonização biológica próxima ao solo;
- *umidade de condensação*, derivada exclusivamente da mudança de temperatura, é produzida quando o vapor de água existente entra em contato com superfícies com temperaturas abaixo do ponto de orvalho, formando pequenas gotas de água;
- *umidade de precipitação* ou *infiltração*, corresponde à água proveniente de chuvas associadas ao vento que penetram na parede, ocasionando manchas.

Oliveira (2002) comenta que a água ascendente/descendente é observada em maior quantidade no núcleo do muro; a de condensação é caracterizada como manchas cíclicas, e a umidade de infiltração como manchas que vão e vem.

#### e) Manchas

Esta patologia, com a ajuda do clima, gera alteração no aspecto original da coloração do revestimento com perda de brilho, o que está relacionado com: infiltração de água através das reentrâncias existentes; porosidade do rejuntamento; excesso de água de amassamento da argamassa; presença de impurezas no agregado miúdo (óxidos e hidróxidos de ferro) (PEREIRA, 2012); ação de micro-organismos, com surgimento de algas e mofo; exposição à sujeiras e chuvas; e geometria e propriedades do material (absorção, retenção de impurezas e co). Para Terra (2001) estas manchas pioraram se houver umidade local, já que assim as partículas de ar se fixam mais facilmente à superfície externa.

#### f) Corrosão em concreto armado

É pertinente incluir um breve estudo sobre patologias em concreto armado, pois, além de compor algumas fachadas como estrutura aparente, também é considerado, segundo Torres

(2011), como um dos materiais mais consumidos na construção civil, justificando a importância em investir em estudos sobre seu comportamento frente à durabilidade.

Assim como qualquer componente da edificação, as estruturas em concreto armado também estão sujeitas à degradação (GRULLON PEÑA, 2004). De acordo com Torres (2011) e Grullon Peña (2004), isto preocupa o meio técnico em virtude dos custos de reparos destas estruturas serem elevados, o que é agravado, no Brasil, pela ausência de planejamento que aponte a direção para onde as pesquisas devem seguir, de modo a qualificar assuntos na área.

Com o passar dos anos, os concretos estão necessitando de cuidado maior de preparo, já que sua produção vem sendo realizada a partir de novas tecnologias. Um exemplo foi quando o mercado passou a oferecer cimento com grãos mais ricos em adições minerais, exigindo-se menor quantidade do aglomerante por volume de concreto. Ao reduzir a quantidade do material alcalino oriundo do cimento, e com consecutivo aumento da quantidade de água (para obter o mesmo nível de trabalhabilidade), adquiriu-se um concreto mais permeável, cuja proteção química oferecida pelos álcalis do cimento ao aço mostrou-se insuficiente, elevando-se o número de danos em estruturas de concreto (ÂNGELO, 2004).

Dentre as patologias que ocorrem em estruturas de concreto, a corrosão das armaduras é de maior incidência (com índice variando entre 27% e 64%), acontecendo principalmente pela ação da carbonatação e penetração de cloretos<sup>18</sup>. Os agentes podem ingressar no material durante sua produção através de agregados, água e aditivos contaminados; ou quando o concreto encontra-se endurecido, sendo incorporados em estruturas expostas à água ou aos ventos contaminantes (TORRES, 2011).

A NBR 6118 (ABNT, 2004) divide os mecanismos de envelhecimento e degradação do concreto armado em: *lixiviação*, ação de águas puras, carbônicas agressivas ou ácidas que dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta; *expansão por ação da água da chuva e solos* que estejam contaminados com sulfatos, dando origem a reações expansivas na pasta de cimento hidratado; e *reações deletérias superficiais de certos agregados*, decorrentes de transformações de produtos ferruginosos presentes na sua constituição mineralógica. Outro tipo de mecanismo citado pela norma é aquele preponderante de *degradação à armadura*, como os fenômenos de despassivação<sup>19</sup> por carbonatação<sup>20</sup> (ação do gás carbônico da atmosfera) e a despassivação por elevado teor de íon cloro (cloreto).

---

<sup>18</sup> A NBR 6118 (ABNT, 2004) proíbe o uso de aditivos que contenham cloreto na sua composição se usados em estruturas de concreto armado ou pretendido.

<sup>19</sup> O fenômeno de “despassivação do aço” é aquele em que o filme passivante protetor, presente ao redor da armadura, sofre algum tipo de ataque destrutivo, culminando na destruição do aço.

Para Grullon Peña (2004), as mudanças de volume, devido retração plástica, constituem causa prematura de degradação no concreto, provocando tensões de tração com fissuração do material, a qual facilita o transporte iônico até o aço. A NBR 6118 (ABNT, 2004) expõe que há uma fissuração mínima inevitável no elemento estrutural devido sua baixa resistência à tração. Visando o bom desempenho com proteção das armaduras, busca-se controlar a abertura dessas fissuras, as quais não devem ultrapassar o valor de 0,2 a 0,4mm, sendo que acima deste intervalo as fissuras são consideradas prejudiciais.

O concreto possui um cobrimento com finalidade de proteger fisicamente a armadura, oferecendo ao sistema um meio alcalino elevado que evite corrosão do aço. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2004), o sistema deve apresentar um cobrimento mínimo da armadura, com este valor sendo respeitado em todo o elemento e constituindo-se em critério de aceitação.

Esta proteção oferecida pelo cobrimento depende das propriedades do concreto armado e do ambiente no qual a armadura está inserida (regiões mais úmidas e contaminadas por gases ácidos agrirem mais) e impede formação de células eletroquímicas (extração de cloretos e realcalinização do concreto), através da:

- *proteção física*: o bom cobrimento garante impermeabilidade e proteção do aço;
- *proteção química*: sobre a superfície do aço deve se formar uma película protetora de caráter passivo, com óxidos aderentes e compactos que preservam o aço da corrosão. Isso acontece em caráter alcalino, caso do concreto, o qual apresenta reações de hidratação dos silicatos de cálcio com liberação de hidróxido de cálcio que, com pH de 12,6, se dissolve na água e preenche os poros capilares (JÂCOME e MARTINS, 2005). A corrosão de armaduras acontecerá quando o aço retorna à forma de óxido de ferro e no concreto for estimulada a redução de pH por conta da carbonatação ou presença de cloretos (TORRES, 2011).

Corrosão pode ser conceituada como interação destrutiva por reação com o meio, caracterizada, segundo Granato (2004), como expansiva com formação de tensões e fissuras, principalmente naqueles concretos com baixo cobrimento na armadura. Para Jácome e Martins (2005), a consequência desta corrosão gera perda de funcionalidade do sistema; diminuição da aderência da armadura; redução da seção do aço, que se converte em óxidos; e fissuração do concreto em decorrência de pressões de expansão destes óxidos. Segundo os mesmos autores, somente é possível o desenvolvimento da corrosão mediante:

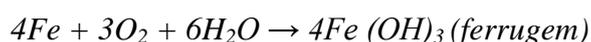
---

<sup>20</sup> Apenas a carbonatação superficial é benéfica, pois propicia ao concreto aumento de resistência ao ataque de sulfato. Entretanto, quando fora de controle, é capaz de reduzir o pH do sistema, favorecendo a despassivação.

- *presença de eletrólito*, como a água e sais dissolvidos do cimento (hidróxido de cálcio  $\text{Ca(OH)}_2$  e anidro carbônico  $\text{CO}_2$ );
- *presença de oxigênio*, que possibilita reação catódica necessária para a formação do óxido de ferro. Na reação, o ferro separa-se do aço formando íons ferrosos ( $\text{Fe}^{++}$ ) que se transformam em óxido de ferro com ação do oxigênio ( $\text{O}_2$ ) dissolvido em água;
- e *presença de diferença de potencial* (zonas da barra) entre dois pontos da armadura (zonas anódicas e catódicas) causada por umidade, concentração alcalina ou tensão, os quais acarretam aparecimento de corrente elétrica entre dois pontos. Dependendo da magnitude desta corrente e do excesso de oxigênio, a corrosão poderá ou não ocorrer.

Conforme Jácome e Martins (2005) e Granato (2004), esta patologia acontece através dos seguintes processos:

- *oxidação ou corrosão química*: ataque lento provocado por reação gás-metal, ou seja, pelo ar atmosférico (agente agressivo) e aço, com formação de película de óxido de ferro sem degradação substancial das superfícies metálicas. Como consequência, forma-se produtos uniformes e aderentes que atuam como barreira à entrada de agentes agressivos no sistema;
- *corrosão eletrolítica/eletroquímica ou corrosão*: resultado da formação de células de corrosão devido presença de eletrólito na superfície ou no próprio aço (TORRES, 2011). Ataque de natureza eletroquímica em meio aquoso, sendo acelerado na presença de agentes agressivos (íons cloreto, íons sulfato<sup>21</sup>, dióxido de carbono e nitritos) contidos/absorvidos pelo concreto, que destroem a película já existente de passivação do aço e aceleram a corrosão. Esta última apresenta como produtos, os óxidos e hidróxidos de ferro (“ferrugem”) que, na presença de oxigênio, pode ser indicada na reação simplificada a seguir:

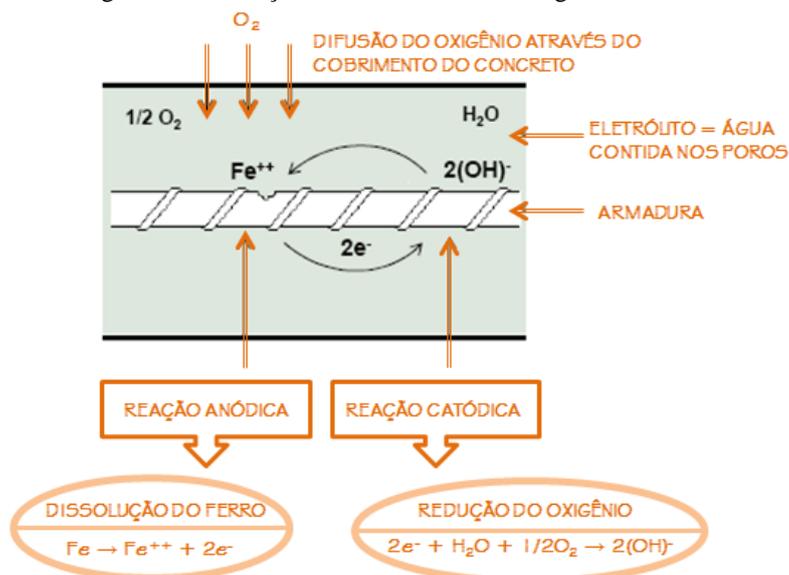


---

<sup>21</sup> Os íons sulfato, presentes em águas industriais residuais (diluído em ácido sulfúrico), águas do subsolo e esgotos, degradam o cimento ao reagirem com hidróxido de cálcio e formar o gesso que, por consequência, reage com o aluminato de cálcio ( $\text{C}_3\text{A}$ ) do cimento para formar a etringita (reação expansiva) (GRANATO, 2004).

Na Figura 13, observa-se a síntese da interação destrutiva do material com o meio.

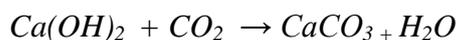
Figura 13 - Interação destrutiva concreto x agentes externos



Fonte - Adaptado de Souza (2011)<sup>22</sup>

Quanto à carbonatação, corresponde à reação química com propagação, no concreto, de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) presente na atmosfera, o qual reage com os componentes alcalinos —  $Ca(OH)_2$  — do material, reduzindo o pH do concreto e originando carbonato de cálcio ( $CaCO_3$ ). Esta situação confere menor proteção à armadura (os produtos gerados tendem a formar cristais, que quanto mais crescem, aumentam as chances de fissuração), originando a chamada “frente de carbonatação”. Segundo Thomaz (2001), o avanço desta frente de carbonatação dependerá da porosidade do concreto, da sua reserva alcalina (portlandita,  $KOH$ ,  $NaOH$ ), do seu teor de umidade e de  $CO_2$  na atmosfera.

Assim, segundo Granato (2004), em um concreto seco, o  $CO_2$  não encontra ambiente favorável para reagir; ao contrário do que acontece com um concreto parcialmente cheio de água (50 a 80%), que apresenta maior velocidade do fenômeno. Uma vez que o concreto encontra-se carbonatado, a despassivação da armadura acontece, dando origem à corrosão. A reação simplificada de carbonatação no concreto pode ser observada a seguir:



Deste modo, nota-se a estreita relação entre patologias em concreto armado com reações químicas; umidade, que facilita mobilidade dos íons; e fatores atmosféricos, como o vento, água e variação de temperatura. Jácome e Martins (2005), Torres (2011) e Granato (2004) consideram possíveis causas desta patologia: baixa alcalinidade do concreto; agentes agressivos incorporados involuntariamente durante o preparo do concreto, a partir de aditivo

<sup>22</sup> SOUZA, Paulo Sérgio Lima. *Tecnologia do concreto*. Notas de aula, 2011.

ou agregados com concentração ferruginosa e/ou águas contaminadas; falhas de concretagem; espessura/qualidade do recobrimento da armadura; características do meio ambiente, pois áreas urbanas apresentam elevados teores de óxidos de enxofre e fuligem ácida; desobediência ao tempo de cura; e dosagem do concreto, que pode garantir compacidade e reduzir entrada de agentes agressivos através da menor relação a/c e menor porosidade.

### 2.2.3 Programas de manutenção em fachadas: controle de patologias e redução de custos

*“É inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários”, segundo NBR 5674 (ABNT, 1999).*

Os problemas patológicos devem ser controlados durante o processo de envelhecimento da edificação, através de medidas (manutenção e reparação) que dependerão do estado de evolução do dano (RODRIGUES, TEIXEIRA e CARDOSO, 2011). Taguchi (2010) afirma que, antes que ocorram graves deteriorações com necessidade de reparos mais complexos e com maiores custos, é importante proceder com medidas periódicas.

Para evitar níveis elevados de danos, Costa Júnior (2001) propõe ações tecnológicas para controlar o processo de degradação. Segundo a NBR 14037 (ABNT, 1998), as etapas posteriores (operação, uso e manutenção) às de projeto/execução têm relevância por buscarem qualidade no processo de utilização das edificações. Para Flores-Colen e Brito (2010), a seleção de estratégias de manutenção é apropriada para minimizar a degradação nos edifícios durante seu ciclo de vida, relacionando o tipo de intervenção ao nível de qualidade exigido.

#### 2.2.3.1 Tipos de manutenção e custos de patologias em edificações

Manutenção, para a NBR 14037 (ABNT, 1998), é o conjunto de atividades a serem realizadas visando conservar/recuperar a capacidade funcional da edificação, atendendo necessidades e segurança dos usuários. Para Costa e Silva (2008), em uma discussão sobre o efeito das intervenções, é perceptível as vantagens de projetos que foram contemplados com conceitos de manutenção, apresentando concepções planejadas que facilitem sua conservação.

Flores-Colen e Brito (2010) afirmam que as operações de manutenção para fachadas, em geral, envolvem técnicas de limpeza local, inspeções, reparos e substituições de materiais. Dentre as citadas, a limpeza é a mais básica e relevante na prevenção de anomalias. Já as inspeções devem apresentar metodologia própria, sustentadas por diagnósticos que avaliem o

estado de degradação do material. Os reparos e operações de substituição, executados após análise de suas causas, buscam resolver problemas locais de modo a evitar sua propagação.

Flores-Colen e Brito (2010) classificam as estratégias de manutenção como *preventiva* (relacionadas à projetos), que previne a ocorrência de danos antes que aconteçam; e *corretiva*, quando o problema já está instaurado, apresentando custos em reparos mais elevados.

- *Manutenção preventiva*

Com a inspeção periódica, garante-se desempenho contínuo, reduz-se obras não programadas e permite-se cálculos de custos futuros. Para Flores-Colen e Brito (2010), resultados de outras pesquisas demonstram que definir uma política de pequenas intervenções que funcione como estratégias preventivas/programadas, permite soluções mais duráveis, assegura condições favoráveis para fachadas e proporciona tempo de vida maior.

Quanto a discussão sobre gastos financeiros, a NBR 5674 (ABNT, 1999) afirma que os custos anuais de operação e manutenção de edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial. Este intervalo é mínimo quando se trata de manutenção preventiva, mas que quando acumulado chega a ser equivalente ou superior ao custo de construção.

- *Manutenção corretiva*

Está associada à correção de anomalias inesperadas, caracterizando procedimentos de emergência e custos adicionais. Por isso a importância em padronizar procedimentos técnicos periódicos para minimizar os inconvenientes deste tipo de manutenção.

Para Chaves (2009), a manutenção corretiva é necessária quando a fachada atingiu desempenho inferior ao definido em projeto, apresentando danos sujeitos a reforço. A mesma autora, assim como Almeida (2008), afirma que medidas deste tipo estão associadas a um custo 125 vezes maior se tivessem sido contempladas na fase de projeto/execução.

O que se observa é que a demanda maior por serviços de manutenção em fachada acontece por meio das ações corretivas, momento em que a queda de desempenho já provoca perda significativa da capacidade funcional da edificação (COSTA e SILVA, 2008). As medidas corretivas serão melhores exemplificadas no capítulo de análises, que abordará soluções de reabilitação para problemas patológicos em estudos de caso específicos.

Pequenas e grandes intervenções se distinguem pelo volume de trabalhos realizados e a frequência com que acontecem. Edificações com poucos recursos para investimento em manutenção, ao invés de ações periódicas mais constantes, utilizam a corretiva como forma de intervenção acreditando que este tipo de ação poupa gastos financeiros, o que é um erro, pois passam a ser mais avultados do que a manutenção preventiva (VALE, 2011).

Os problemas patológicos em fachadas são evolutivos ao longo do tempo, o que implica dizer que quanto antes as correções forem feitas, sua execução é mais acessível. Isso pode ser observado através da Figura 14, a qual informa que ao dividir as etapas construtivas e de uso em 4 períodos — projeto, execução, manutenção preventiva efetuada antes dos primeiros três anos e manutenção corretiva efetuada após surgimento dos problemas —, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco (TAGUCHI, 2010). Ou seja, para alcançar o mesmo tempo de vida útil, decisões tomadas ainda na fase inicial conduzem à redução do custo em cinco vezes (CHAVES, 2009).

Figura 14 - Lei de evolução dos custos (Lei de Sitter)



Fonte - Adaptado de Silva (2007)<sup>23</sup> apud Chaves (2009)

Para Costa Júnior (2001), a manutenção preventiva em instituições de ensino público (estudos de caso da pesquisa) é uma solução para reduzir custos de correções, prevenindo patologias, melhorando qualidade das edificações e atuando como recurso de projeto.

Intervenções urgentes carecem de decisões rápidas, o que pode conduzir à soluções inadequadas que originam outras patologias ainda mais graves. Para evitar isto, é importante um sistema de gestão em que se destacam fichas técnicas para auxiliar na implementação da solução (VALE, 2011), já que a inexistência de um modelo genérico que conduza a inspeção dificulta as pesquisas na área de manutenção, bem como qualquer tipo de comparação.

### 2.2.3.2 Medidas preventivas para os principais mecanismos de degradação

Conforme NBR 5674 (ABNT, 1999), a manutenção preventiva é um serviço técnico que exige capacitação apurada e abordagem fundamentada em procedimentos lógicos de controle de custos. Em analogia com o abordado na NBR 6118 (ABNT, 2004), o profissional

<sup>23</sup> SILVA, Armando Filipe. *Manifestações Patológicas em Fachadas com Revestimento Argamassados*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

habilitado que realiza o serviço deve produzir um manual<sup>24</sup> que especifica de forma clara e sucinta os requisitos básicos para a utilização, inspeção e manutenção preventiva.

A NBR 15575-2 (ABNT, 2013), afirma que o manual de operação, uso e manutenção deve prever recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada; periodicidade, forma de realização e forma de registro das inspeções prediais; técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.

Tais medidas não serão executadas de modo improvisado, mas com planejamento, o que, segundo Costa e Silva (2008), apesar de não serem garantia de redução de custos ou prazos, pelo menos auxiliam na tomada de decisões.

Baseado na descrição dos mecanismos de degradação já citados, listou-se medidas genéricas para prevenção de patologias. Lembrando apenas que não é o objetivo aprofundar-se em *como* devem ser executados tais métodos, mas sim informar *quais* deveriam ser os meios para prevenir o aparecimento incipiente de danos, devendo ser indicado, por um profissional, a técnica que melhor se encaixa ao problema detectado.

Ao longo da pesquisa foram citadas ações que devem ser tomadas durante o processo de produção do sistema de revestimentos de fachada que, se seguidas a rigor, são caracterizadas como medidas de prevenção. Para sintetizar, segue na Tabela 09, um resumo das medidas preventivas básicas relacionadas com a fase de projeto e execução.

---

<sup>24</sup> Modelo recomendado pela NBR 5674 (ABNT, 1999) em como proceder em inspeções, destacando o que deve ser observado e documentado, facilitando, conforme Pereira (2011), as atividades de manutenção.

Tabela 09 - Medidas preventivas para revestimento em fachadas

<b>Patologia</b>	<b>Medida preventiva</b>	
Fissura, perda de aderência e descolamento	* Preparação do substrato	
	* Cuidados com dosagem de materiais, com a cura e com a espessura das camadas do sistema	
	* Técnicas corretas de execução	
	* Atentar para recomendações de local e uso	
	* Prever esforços de carregamento da própria edificação	
Eflorescência	* Seguir recomendações de normas de assentamento	
	* Evitar componentes com elevado teor de sais solúveis	
	* Evitar penetração de água demasiadamente	
Manchas de umidade, de vegetação e de sujidades	* Evitar construções em terreno alagado	
	* Drenar água livrando futuras fundações	
	* Uso de argamassa com baixa capacidade de fissuração	
	* Aplicação de pinturas impermeabilizantes (à base de cimento, evitando acesso de água)	
	* Soluções projetuais de fachadas	
	* Manutenção periódica de fontes de água (tubulação de esgotos, calhas)	
	* Aplicação de materiais com componentes betuminosos (criam barreira mecânica que se opõe à passagem de água através da parede)	
Corrosão em concreto	* Hidrofugação, evitando infiltração por capilaridade (produtos à base de silicone que quando aplicados recobrem os poros dos materiais)	
	* Evitar exposição à água	
	* Respeitar cobrimento mínimo de armadura	
	* Cuidados durante a produção do concreto (realizar estudos de granulometria, que garante menor volume de vazios; produzir cálculos de dosagem; utilizar material pozolânico como substituição, que reduz chances de porosidade)	

\* Adotar periodicamente inspeções dos edifícios

\* Especificação de materiais ideais para áreas externas (ver especificação do fabricante), de baixa capacidade de absorção.

\* Limpeza periódica com uso de produtos especiais, conforme o caso

\* Aplicação de impermeabilizante ou hidrorrepelente sobre materiais porosos

#### 2.2.4 Caracterização de outras variáveis envolvidas na edificação

Como qualquer desenvolvimento metodológico de análise deve considerar todos os aspectos da edificação (CUNHA, 2006), lista-se outros fatores externos que agem sobre fachadas e que também contribuem para os exames conclusivos da edificação.

Existem características inerentes à própria edificação que devem estabelecer diálogo com o sítio, de modo a minimizar o aparecimento de patologias. Estes aspectos, definidos pelas decisões de projeto e que podem determinar o grau de degradação (LERSCH, 2003), além dos materiais, correspondem à implantação, o clima, à orientação solar, o partido arquitetônico, os ventos dominantes/chuva, o entorno, à urbanização e à vegetação.

A *implantação* determina como o edifício será distribuído no terreno, decidindo-se, durante a fase de projeto, por opções mais favoráveis dentro do contexto físico, já que patologias podem surgir em função da disposição não privilegiada da edificação. Deve estar baseada na orientação solar, considerando insolação e direção dos ventos predominantes e chuva, os quais influenciam diretamente na conservação do imóvel (LERSCH, 2003).

O estudo do *clima* ajuda na escolha dos *materiais* (conforme região) que irão revestir as edificações, já que podem estar relacionados ao aparecimento de danos, sejam eles, segundo Lersch (2003), originados no manuseio, nas falhas naturais de qualidade ou na atuação de agentes agressivos sobre os mesmos.

A *orientação solar* da fachada tem sua importância ao ser associada à chuva/vento dominantes, pois quando expostas aos ventos receberão maior quantidade de chuva que as não expostas (Petrucci, 2000). Como consequência, vem a necessidade em desenvolver um estudo de *partido arquitetônico* de modo a privilegiar determinadas fachadas que precisam estar mais protegidas que outras, visto que é praticamente impossível fazer com que todas tenham proteção contra *ventos dominantes/chuva*. Assim, conforme Müller (2012), a orientação dos ventos influencia diretamente nas variáveis relacionadas à habitabilidade do conjunto edificado, bem como no conforto térmico e climático do edifício.

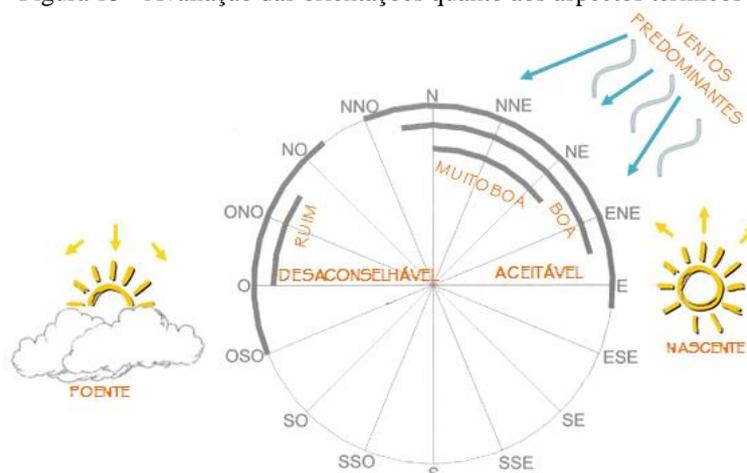
Olgyay<sup>25</sup> (1998) apud Cunha (2006) faz comparações entre essas orientações solares. Baseado nas assertivas colocadas pelo autor e entendendo que a radiação térmica em excesso é prejudicial ao revestimento externo, pode-se dizer que fachadas orientadas a nordeste e noroeste oferecem vantagens de insolação com equilíbrio maior durante todo o ano, porém são mais frias no inverno e mais quentes no verão que as superfícies orientadas à norte. Exposições para leste e oeste tornam os ambientes e suas fachadas mais quentes no verão e mais frios no inverno, se comparados com aqueles expostos a norte, nordeste e noroeste.

Cunha (2006) afirma que para o controle da radiação solar sobre os panos verticais, é desejável que orientações norte/sul sejam direcionadas para fachadas com maiores dimensões por conta do ganho de calor ser menor quando comparadas com as leste/oeste. Assim, observa-se na Figura 15, áreas favoráveis e não favoráveis quanto às orientações solares.

---

<sup>25</sup> OLGAYAY, V.; OLGAYAY, A. *Arquitectura y clima*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

Figura 15 - Avaliação das orientações quanto aos aspectos térmicos



Fonte - Adaptado de Cunha (2006)

Assim como a existência de relação entre os pontos já citados, o mesmo acontece para a *urbanização, entorno e vegetação*. Por conta da urbanização, existem alterações das condições ambientais (temperaturas extremas e ventos intensos) que levam à ações físicas responsáveis pela ocorrência de danos.

Segundo Nascimento (1995), o diferencial térmico entre o local e seu entorno gera um clima urbano de menor umidade; maior temperatura (a exposição ao sol torna-se maior com a redução de coberturas vegetais, e na presença de materiais como concreto e asfalto); e maior quantidade de radiação (sua retenção depende da capacidade de absorção dos materiais).

Brown e Dekay (2007) afirmam que a temperatura em áreas densamente construídas é maior que aquela presente em áreas rurais, em consequência da geração de calor pela queima de combustíveis e maior absorção da radiação solar. Com a presença de áreas verdes no entorno das edificações, cria-se padrões de circulação e troca de ar, devendo-se ter cuidado apenas com o excesso delas, o que facilitaria a presença de umidade. Cunha (2006) afirma que o *entorno* tem ligação com o *clima*, desde que os aspectos gerais resultem em valores de intensidade de radiação solar, temperaturas, orientações, ventos e chuvas.

Vale ressaltar a necessidade de uma análise mais apurada de cada um dos aspectos citados com as técnicas projetuais em como implantar um edifício. Assim, o objetivo maior aqui não é apurar através de dados mais minuciosos o que foi dito, mas sim informar que esses fatores, se não forem adequadamente articulados, contribuem para o aparecimento de patologias.

၈၈၈

## CAPÍTULO 3

# Materials e Métodos

၈၈၉

## CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS

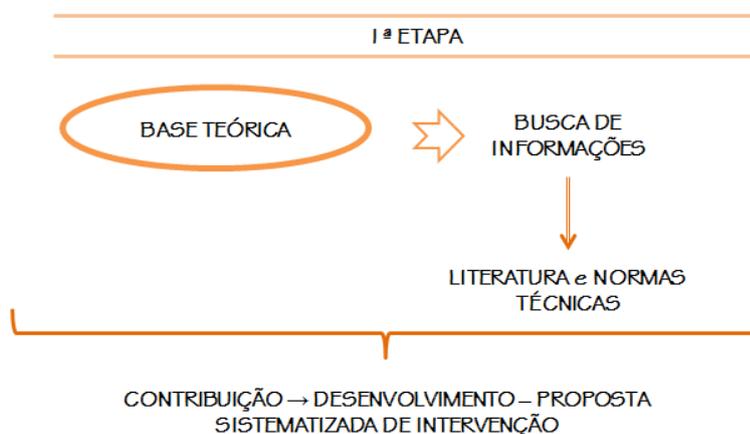
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para compor o conteúdo da pesquisa sobre patologias em fachadas das edificações da Universidade Federal do Pará (UFPA - campus Guamá - Belém), o estudo abrange duas etapas: a primeira de *investigações teóricas*, havendo busca de informações com foco na eficiência e manutenção do espaço; e a segunda consistindo de *investigações de campo*, com observação de características físicas e abordagem de pontos de mudança visando promover melhorias locais.

#### 3.1 ETAPA 1

A primeira etapa do estudo foi norteada pela revisão bibliográfica (base teórica), a partir de levantamento de informações (presentes na literatura e nas normas técnicas) capazes de contribuir para o desenvolvimento de proposta sistematizada de intervenção, abordada ao final da pesquisa. A seguir, na Figura 16, observa-se um organograma resumido das atividades que envolvem a primeira etapa da pesquisa:

Figura 16 – Organograma com o resumo de atividades da 1ª etapa da pesquisa



#### 3.2 ETAPA 2

Posteriormente à revisão bibliográfica, parte-se para a segunda etapa: pesquisa de campo, em que se obtiveram informações referentes às condições de exposição das fachadas e agentes de deterioração atuantes (classificados com base em critérios sintomáticos), compreendendo-se o problema ocorrido e evidenciando-se o que provocou a redução do desempenho da edificação. Assim, a pesquisa de campo foi baseada em observações visuais (visitas técnicas exploratórias em edificações definidas como recentes, intermediárias e

antigas na UFPa) para detectar possíveis agentes (atmosféricos, biológicos e adquiridos)<sup>1</sup> e mecanismos de degradação (fissuras, perda de aderência, descolamento, eflorescência, umidade, mancha e corrosão em estrutura de concreto armado).

Apesar das observações visuais apresentarem facilidade de execução no que tange a operação local, apenas este tipo de avaliação apontaria como desvantagem possíveis subjetividades nas análises, podendo ser superado com uma metodologia de investigação centrada na impessoalidade e em dados consistentes. Para tal, visando direcionar as atividades quanto às inspeções, foram aplicados instrumentos para a busca de dados de um grupo de edificações, baseando-se em modelos de pesquisas anteriores e que foram adaptados para os objetivos do presente estudo.

A partir da padronização do levantamento de dados, fundamentada em um método de análise de identificação de danos e sistemas de classificação, apresenta-se as fases desta segunda etapa:

- *Ficha de Identificação de Danos (FID)*: levantamento das características físicas e identificação de alterações existentes;
- *Estudo comparativo da frequência de ocorrência dos danos*: estabelece os danos mais recorrentes dentro da amostragem estipulada;
- *Mapas de danos*: mapeamento dos danos de edificação específica (estudo de caso), permitindo cruzamento de suas informações com as presentes nas fichas;
- *Ensaio de caracterização de amostras*: ensaios de complementação da pesquisa, com retirada de material das fachadas ou análises feitas in loco;
- *Processos de intervenção*: a partir dos dados obtidos anteriormente, adquire-se subsídios para propor alternativas de recuperação para as edificações específicas.

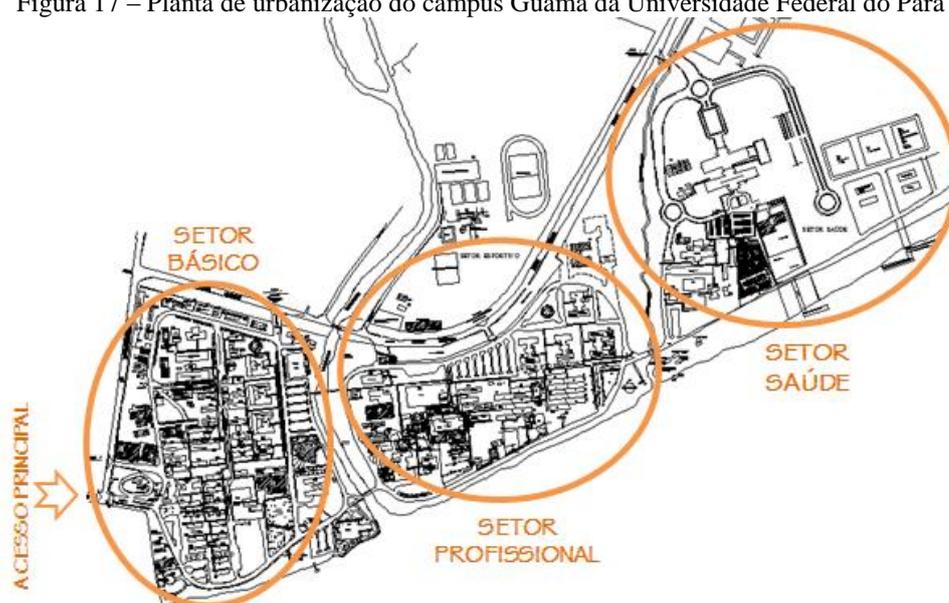
### 3.3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende 30 edificações, distribuídas em 3 setores da UFPa, conforme observado no mapa de urbanização do campus, na Figura 17 abaixo.

---

<sup>1</sup> Esta classificação foi baseada em ASTM E632, 1998; MÜLLER, 2010; LERSCH, 2003 e MORAES, 2007. Diferentes autores (como nas pesquisas de Torraca, 1981) também usam outras nomenclaturas para classificar os agentes de degradação, subdividindo-os, por exemplo, em agentes físicos, químicos e biológicos.

Figura 17 – Planta de urbanização do campus Guamá da Universidade Federal do Pará



Fonte - Adaptado de Coordenadoria de Projetos - CPO/UFGA, outubro – 2013.

### 3.3.1 Critérios de escolha das edificações

Com a finalidade de levantar dados e avaliar patologias que afetem fachadas de prédios da UFGA, chegando-se a estratégias de intervenção, utilizou-se a amostragem de 30 edificações, buscando-se, em um primeiro momento, quantificar um maior número de casos patológicos possíveis. Este número de amostras equivale a aproximadamente 35% do total das edificações, considerando que a Universidade encontra-se com obras em andamento, em que algumas edificações podem não ter sido contabilizadas.

Segundo Paladini (1995), uma amostra, que não é uma parte integrante de qualquer todo, é um conjunto de “peças” de um lote determinadas segundo critérios pré-estabelecidos. Assim, define-se uma amostragem de padrão homogêneo, com suas partes podendo ser comparadas entre si com garantia da representatividade.

Baseado nisso, e objetivando uniformidade de projetos tornando-os comparáveis entre si, a seleção dos estudos de caso obedeceu a critérios de escolha — classificação quanto ao material a ser analisado e quanto à idade da edificação. Foram selecionadas edificações (com auxílio do mapa do campus e visitas in loco) que apresentassem fachadas com revestimento cerâmico e/ou em argamassa e estrutura em concreto aparente, distinguidas em edificações antigas (década de 70), intermediárias (década de 80/90) e recentes (a partir dos anos 2000).

A idade da edificação dita a frequência e extensão do dano ocorrido; e os materiais são parâmetros significativos de análise, visto que a resistência do sistema afeta a envolvente (CHEW, TAN e KANG, 2005). Baseado nisso e na Figura 17 anterior, a Tabela 10, a seguir,

informa quais foram as edificações selecionadas para estudo, conforme tipo de material a ser analisado e a idade que apresentam, de modo a obter um grupo de edificações semelhantes para que pudessem ser relacionados.

Tabela 10 – Identificação e classificação das edificações

Idade <sup>1</sup>	Edificação	Quanto ao material analisado			Setor
		Argamassa	Cerâmica <sup>2</sup>	Estrutura	
Edificações antigas (Década de 70)	Biblioteca Central	•		•	Básico
	Biblioteca de Geociências	•	•	•	
	Ginásio	•		•	
	Reitoria	•		•	
	Bloco B	•	•	•	Profissional
	Bloco D	•	•	•	
	Bloco E	•	•	•	
	Instituto Tecnológico (ITEC)	•		•	
	Laboratório Engenharia Civil	•		•	
	Laboratório Eng. Elétrica e Computação	•		•	
<i>Total parcial: 10 edificações</i>					
Edificações Intermediárias (Década de 80/90)	Instituto de Ciências Biológicas (ICB)	•		•	Básico
	Instituto de Ciências Exatas e Naturais (ICEN)	•		•	
	Pós-graduação em Geofísica	•		•	
	Prefeitura	•		•	
	Artes	•		•	Profissional
	Incubadora de Empresas	•		•	
	Laboratório de Engenharia Química e Alimentos	•		•	
	Instituto de Ciências e Educação (ICED)	•		•	
	Hospital Bettina de Souza e Ferro	•		•	
	Laboratório de Análises Clínicas	•		•	
<i>Total parcial: 10 edificações</i>					
Edificações Recentes (A partir dos anos 2000)	Bloco M <sup>3</sup>		•	•	Básico
	Laboratório de Química - ensino <sup>3</sup>	•	•	•	
	Engenharia Sanitária e Ambiental	•		•	Profissional
	Laboratório Engenharia Elétrica e Computação - Anexo	•		•	
	Instituto Ciências Jurídicas (ICJ)		•	•	
	Mestrado de Química	•	•	•	
	Restaurante Universitário	•	•	•	
	Faculdade de Nutrição	•		•	
	Laboratório de Biotecnologia	•		•	Saúde
	Pavilhões de Salas de Aula	•		•	
<i>Total parcial: 10 edificações</i>					
<b>Total: 30 edificações</b>					

<sup>1</sup> A idade, estipulada para facilitar a caracterização das edificações pelo tempo de vida útil, corresponde ao período de projeto. O ano exato de execução de tais obras não consta nos dados técnicos da prefeitura do Campus da UFPA, assim como não apresentam informação concreta a respeito do número de reformas feitas nas referidas edificações até o presente momento. Isso acontece em virtude de, tanto a execução inicial como as reformas, terem acontecido por etapas e em diferentes períodos de gestão de cada respectivo reitor.

<sup>2</sup> O número reduzido de amostras com revestimento cerâmico se deve à pequena quantidade de edificações, relevantes para estudo, com esse tipo de acabamento final no local.

<sup>3</sup> Tais edificações tem a década de 70 como período de projeto. Entretanto, como recebeu significativa reforma nos anos 2000, momento em que recebeu revestimento cerâmico (principal material analisado, nos referentes casos), foi encaixado neste último período.

## 3.4 DEFINIÇÃO DE INSTRUMENTOS E MÉTODOS PARA LEVANTAMENTO DE DADOS

### 3.4.1 Ficha de identificação de danos (FIDs) – Apêndice A

A NBR 5674 (ABNT, 1999) recomenda que as inspeções sejam orientadas por listas padronizadas, considerando um roteiro lógico que descreva a degradação de cada componente da edificação e avalie a perda do seu desempenho. Segundo Costa e Silva (2008), este procedimento é considerado como a etapa inicial de avaliação do problema, buscando-se maior número de informações para elucidar o dano.

Para se chegar a um diagnóstico, ou seja, entendimento completo dos fenômenos ocorridos, e se obter dados que quantifique a pesquisa, as visitas técnicas foram realizadas com auxílio de registro fotográfico e produção de uma *ficha de identificação de danos - FIDs* individual para cada edificação, de modo a detectar patologias presentes.

Esta FID funciona como um método sistemático e impessoal de inspeção visual, considerada, segundo Falorca e Mendes Silva (2009), como a caracterização do estado da edificação em que, para cada fachada, deve haver precisão de dados coletados.

A partir da padronização dos pontos a serem observados durante as visitas *in loco*, da observação visual e das imagens fotográficas, registrou-se os danos identificados da envolvente. Desta maneira, a FID, representada por fotografias e desenhos técnicos, foi elaborada através de pranchas individuais em formato A3 (210mm x 420mm), com o auxílio do software AutoCAD® 2012 como ferramenta de projeto. Tinoco (2009) recomenda que estas fichas apresentem-se com tamanho apropriado e de rápida compreensão, de modo que seu manuseio técnico permita realização de ações seguras.

Por meio de fotos pontuais de patologias presentes nas 30 edificações foram identificados os *tipos* de danos existentes, mas não todas as suas localizações exatas, uma vez que o objetivo maior das fichas foi listar quais danos são corriqueiros, e não apontar o local preciso onde cada um deles acontece. A partir da amostragem e da reunião dos danos apresentados em tais fichas, foi realizada em momento posterior análise minuciosa para um prédio específico.

As representações gráficas destas fichas, conforme exemplo da Figura 18, apresentam campos distribuídos da seguinte forma:

- título, apontando a edificação em análise com registro da data de vistoria;

- levantamento fotográfico, separado por fachadas, com indicação dos danos presentes. Onde houve necessidade, fez-se fotos mais detalhadas de cada ponto;
- legenda com numeração individual das patologias encontradas;
- características da edificação, com classificação da idade (recente, intermediária ou antiga) e do material (revestimento cerâmico, argamassa e estrutura de concreto aparente) em análise;
- implantação da edificação dentro do campus, conforme setor onde se encontra (básico, profissional ou saúde), apontando a situação física do edifício quanto a localização e contextualização urbana atual;
- planta baixa, com indicação de áreas, cotas e fachadas analisadas;
- orientação solar da edificação, conforme mapa da cidade de Belém.

Figura 18 – Exemplo de Ficha de Identificação de Danos

**TÍTULO E IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO**

**IDENTIFICAÇÃO DO PERÍODO DO LEVANTAMENTO E NUMERAÇÃO DA FICHA**

**LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO**

**FACHADA A**

**FACHADA B**

**ESPAÇO PARA LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO (FACHADA E DETALHE DO DANO)**

**DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO**

**PERÍODO**

**DISCIPLINA RESPONSÁVEL**

**PRÉDIO**

**ORIENTAÇÃO SOLAR**

**LEGENDA DOS DANOS**

**LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO NO CAMPUS E PLANTA BAIXA DO PRÉDIO**

**CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO**

### 3.4.1.1 Caracterização das edificações

Por meio das FIDs desenvolveu-se uma análise global em como se encontram as fachadas pesquisadas quanto às patologias nelas presentes. Vale ressaltar que, para esta pesquisa, o conceito dado à patologias trata-se de tudo aquilo que depõe contra a imagem física da instituição, seja provocado pelo tempo ou por ações provenientes de causa humana.

Foram elaborados gráficos para facilitar o entendimento dos resultados e caracterizar as edificações em geral. Para avaliar a significância dos dados obtidos, procurou-se classificar

o estado de conservação das edificações de modo a entender como se encontra a situação física dos estudos de caso. A maioria dos autores utiliza análise qualitativa para estipular níveis de classificação, que vão desde a melhor condição possível até o nível mais elevado de degradação.

Baseando-se em observações in loco, fichas e nas definições estipuladas por Terra (2001) e Paladini (1995), considerou-se a seguinte categorização para se referir ao estado físico das edificações:

- **Bom:** prédios sem lesões graves<sup>2</sup> apresentando apenas danos superficiais<sup>3</sup>, mas sem risco à integridade;
- **Regular:** prédios com princípio de alguma lesão mais grave, concentrando-se em uma situação intermediária perante os demais casos;
- **Ruim:** prédios em péssimo estado de conservação, apresentando, além de danos pontuais, grandes extensões de sua envolvente, com patologias afetando o material de forma definitiva, deteriorando esteticamente o sistema de revestimento.

### 3.4.2 Estudo comparativo de frequência de ocorrência de danos

A pesquisa contempla um estudo comparativo da frequência de ocorrência dos danos (resumo conclusivo dos dados obtidos) das 30 edificações sintetizadas nas FIDs, verificando qual tipo de falha apresenta comportamento estatisticamente significativo em relação às demais. Como critério para quantificar as patologias, cada tipo de dano ocorrido é contabilizado como uma ocorrência.

Estes pontos foram discutidos baseando-se em uma *pesquisa quantitativa*, já que os dados estão traduzidos em números e informações que os classificam, evitando a subjetividade e uniformizando uma abordagem capaz de obter dados comparáveis.

Deste modo, os estudos de caso do levantamento de campo, somados com este estudo comparativo, permitem a obtenção de um panorama geral dos problemas patológicos mais decorrentes e as edificações com maior diversidade de danos. A partir disso, em edificações específicas, pode-se aprofundar os estudos sobre possíveis causas de danos patológicos através de análise e interpretação dos dados levantados.

---

<sup>2</sup> Considera-se, para a referente pesquisa, como lesão grave, aquele defeito que impede a utilização do produto para o fim a que se destina, ou diminui sua vida útil afetando sua eficiência.

<sup>3</sup> Considera-se, para a referente pesquisa, como dano superficial, aqueles defeitos menores que não atingem o desempenho do produto na sua função essencial.

### 3.4.3 Mapa de danos (MD) – Apêndice B

Segundo Pereira (2012), o mapa de danos tem a finalidade de assegurar o conhecimento das degradações, oferecendo suporte às intervenções de conservação, ao levantamento de custos, às visitas, às inspeções e aos serviços de manutenção. Para Barthel, Lins e Pestana (2009), os mapas representam graficamente as patologias existentes e registram a evolução do estado físico do prédio, já que uma vez efetuada a análise, servirá de base para futuras análises contra o avanço de patologias.

Após roteiro que facilitou o registro de informações (Fichas de Identificação de Dados), gerou-se um instrumento (Mapas de Danos) a ser utilizado como pré-requisito na elaboração de projetos de intervenções, orientando a gestão da manutenção das edificações.

A partir seleção da edificação em pior estado de conservação e com maior diversidade de patologias, foi realizada análise mais detalhada para um caso específico, com sugestão de reparos através dos mapa de danos. Estes foram propostos em pranchas individuais em formato A3-estendido (210mm x 1100mm) com o auxílio do software AutoCAD® 2012, em que a extensão do dano foi determinada com base em fotos e em inspeção visual.

A representação gráfica dos mapas por fachadas, conforme exemplo da Figura 19, aborda os seguintes aspectos:

- título, apontando a edificação em análise com registro da data de vistoria;
- planta baixa da edificação analisada, com identificação das fachadas;
- representação gráfica com marcação da extensão das patologias (região danificada) a partir do levantamento geométrico da fachada, em que cada dano é representado a partir de códigos. Optou-se por hachuras com cores para facilitar entendimento dos danos presentes, já que a maioria deles se sobrepõe uns aos outros;
- uso de imagens fotográficas, para facilitar a visualização do dano;
- intervenções genéricas (ações corretivas que devem ser munidas de fundamentação teórica), com sugestões pontuais de reparação para a respectiva fachada. Para abordagens mais aprofundadas necessita-se de um relatório técnico;
- e indicação dos pontos onde foram feitos os ensaios.

Figura 19 – Exemplo de Mapa de Danos



Assim, as FIDs e os MDs funcionam como roteiro de observação visual e interpretação dos dados levantados, podendo ser utilizados como auxílio/modelo para reparos *in loco*, em virtude das informações que apresentam. Deve-se atentar para o período em que a coleta de informações foi realizada, para situar no tempo o estado físico da edificação.

É evidente que, a partir do abordado até o momento, o modo mais adequado de aplicação da técnica de recuperação depende de variáveis para cada caso, como características da edificação a ser recuperada e diagnósticos para os danos encontrados (ALMEIDA, 2008), situações essas que serão abordadas com maior especificidade no capítulo seguinte.

#### 3.4.4 Ensaios de caracterização de amostras

Ao comparar a ocorrência de falhas entre edificações de diferentes períodos de construção (antigas, intermediárias e recentes), pode-se atribuir a elas, dependendo da situação em que se encontram, causas provenientes da falta de manutenção periódica, de problemas no material utilizado ou de erros de execução.

Estas situações foram estudadas de maneira mais precisa dentre os casos selecionados, e onde houve necessidade, através de estudo experimental fundamentado em ensaios que auxiliaram na decisão de qual tipo de reparo deverá ser acionado. Estes ensaios, realizados no próprio local ou a partir de amostras retiradas das fachadas, envolveram técnicas de esclerometria, com ensaio mecânico; difração de raios-x (DRX), para identificação dos minerais; e análise de corrosão da armadura do concreto.

- *Ensaio de caracterização mineralógica* (técnica de difração de raios-X): análise feita a partir do método do pó para identificar a existência de fases cristalinas no material. As análises foram realizadas com auxílio do difratômetro do Laboratório de DRX do

Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (IG/UFGPA), do modelo X'PERT PRO MPD (PW 3040/60) da PANalytical, com goniômetro PW3050/60 ( $\theta/\theta$ ), tubo de raios X cerâmico com ânodo de Co ( $K\alpha_1=1,789 \text{ \AA}$ ), modelo PW3373/00, foco fino longo (2200 W- 60 kV), filtro  $K\beta$  de Ferro.

O programa utilizado para o tratamento dos dados foi o High Score, da Panalytical, que é baseado no banco de dados das fichas do International Center for Diffraction Data (ICDD). A amostra foi pulverizada para análise e montada cuidadosamente no porta-amostra para evitar orientação preferencial.

- *Ensaio de resistência mecânica* (Ensaio de esclerometria): foram realizadas análises com ensaio de resistência do concreto, com base na NBR 7584 (ABNT, 1995) e utilizando-se equipamento digital portátil para detectar a dureza/nível mínimo de resistência do concreto — esclerômetro SilverSchmidt Tipo N da Proceq, o qual apresenta intervalo de medição de resistência do concreto à compressão de  $10\text{N/mm}^2$  a  $100\text{N/mm}^2$  (Figura 20).

Figura 20 – Equipamento digital portátil - esclerômetro SilverSchmidt Tipo N da Proceq



Com uso do esclerômetro e visando descartar erros, foram aplicados impactos uniformemente distribuídos em nove pontos diferentes em uma mesma área analisada, calculando-se a média aritmética dos valores individuais dos índices esclerométricos fornecidos pelo aparelho, correspondendo a um único valor final. Desprezou-se todo valor individual afastado em mais de 10% do já obtido (geralmente aqueles próximos da armadura ou agregado), aplicando-se novamente o impacto para obter-se a média dos valores restantes.

- *Análise do grau de corrosão da armadura do concreto*: com base na NBR 6118 (ABNT, 2004), fez-se uma análise qualitativa (prédio em específico) quanto a corrosão do aço presente concreto armado aparente, visando avaliar sua integridade.

### 3.4.5 Processo de intervenção

Uma vez estabelecidos os instrumentos de coleta de dados e compreendendo-se como o edifício reage diante de agentes agressivos, iniciou-se a análise dos resultados, apresentando processos de intervenção em fachadas, com indicação de ações estratégicas específicas (medidas preventivas, pequenos/grandes reparos e substituição).

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996), as áreas que apresentarem aspecto insatisfatório devem ser reparadas, e, após identificação e eliminação primeiramente das causas dos danos, são apresentadas propostas de reparação para caso específico.

Esta proposição de sugestões de melhoria foi apresentada a partir da enumeração de tarefas genéricas e com base em informações obtidas na literatura, considerando a compreensão dos mecanismos de degradação e características locais. Além disso, os tipos de reparo para cada edificação estão presentes de forma sucinta nos mapas de danos. Estas questões serão discutidas baseando-se em uma *pesquisa qualitativa*, envolvendo interpretação e descrição de fenômenos presentes nas edificações (fonte de coleta de dados), com exploração e exame sistemático do que existe atualmente.

### 3.4.6 Considerações finais da metodologia da pesquisa

Como observado, com o auxílio de instrumentos específicos, esta pesquisa apresenta métodos de ensaios laboratoriais (quando necessário) e procedimentos sistematizados de recuperação a partir do levantamento de dados de um grupo de edificações, limitando-se aos principais fatores de deterioração encontrados. Observa-se na Figura 21 um organograma com as atividades que envolvem a pesquisa e que foram descritas anteriormente:

Figura 21 – Organograma com o resumo de atividades da 2ª etapa da pesquisa



၈၈၈

CAPÍTULO 4

Apresentação e Discussão dos  
Resultados

၈၈၉

## CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados a seguir foram obtidos por meio do levantamento de danos em fachadas de edificações da UFPa, e discutidos segundo critérios e informações estudadas ao longo da revisão bibliográfica.

Nesta etapa, propõe-se avaliação das patologias existentes, envolvendo aspectos que influenciam na deterioração do sistema de revestimento da edificação, tais como implantação no terreno, clima, orientação geográfica, materiais empregados e técnicas construtiva; além de estabelecer medidas corretivas para estudo de caso específico, por meio de procedimentos que minimizem os danos nos referentes locais.

Buscou-se apontar aqueles caminhos que deveriam ser seguidos em futuros laudos técnicos de patologias em fachadas, em que após identificação dos danos, deve-se levantar a causa para então sugerir técnicas de recuperação local. Os ensaios laboratoriais, aplicados na pesquisa conforme necessidade, serviram para atestar aquilo que a primeira vista foi de difícil identificação, exemplificando como um laudo técnico deveria abordar o assunto para qualificar o seu trabalho.

#### **4.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ÁREA DE ESTUDO E PARTIDO ARQUITETÔNICO DAS EDIFICAÇÕES**

A cidade de Belém apresenta um clima quente-úmido (ou equatorial), marcada por duas estações: chuvas constantes no inverno (novembro → junho), e temperaturas máximas próximas de 35°C no verão (julho → outubro) (EMBRAPA, 2003). Este tipo de clima é considerado o mais prejudicial à conservação das edificações, pois, segundo Lersch (2003), a presença de água no material funciona como elemento acelerador do processo de deterioração, e as elevadas taxas de umidade relativa do ar somadas às elevadas temperaturas, estimulam o crescimento de micro-organismos e a atividade de insetos.

O diferencial térmico entre o local e seu entorno gera um clima urbano de *menor umidade; maior temperatura* (a exposição ao sol torna-se maior com a redução de cobertura vegetal, principalmente na presença do concreto, cimento e pavimentação asfáltica); e *maior teor de radiação* (sua retenção depende da capacidade de absorção/reflexão dos revestimentos em relação à luz e ao calor recebidos dos materiais) (NASCIMENTO, 1995).

Baseado no estudo de Nascimento (1995) sobre os ventos nos bairros de Belém, e na influência que a orientação solar tem sobre as edificações, fez-se uma correspondência entre os ventos dominantes e a localização das edificações na UFPA. Os prédios que apresentam fachadas situadas à *leste*, *nordeste* e *norte* recebem os ventos dominantes provenientes de áreas vegetadas e pouco adensados, bem como a incidência dos raios solares menos prejudiciais (primeiras horas do dia); enquanto que áreas situadas a *oeste* e *sudoeste* são pouco ventiladas e sujeitas à exposições solares mais nocivas. Estas últimas têm a vantagem de receberem as brisas advindas da Baía de Guajará, proporcionando um diferencial térmico que contribui para a redução da temperatura. As relações entre fachadas e exposição aos ventos, às ações de intempéries e à radiação solar podem ser ilustradas na Figura 22, abaixo:

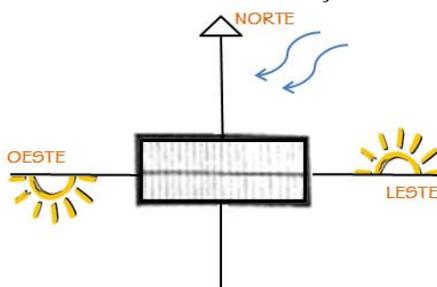
Figura 22 – Localização geográfica da área de estudo



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2012.

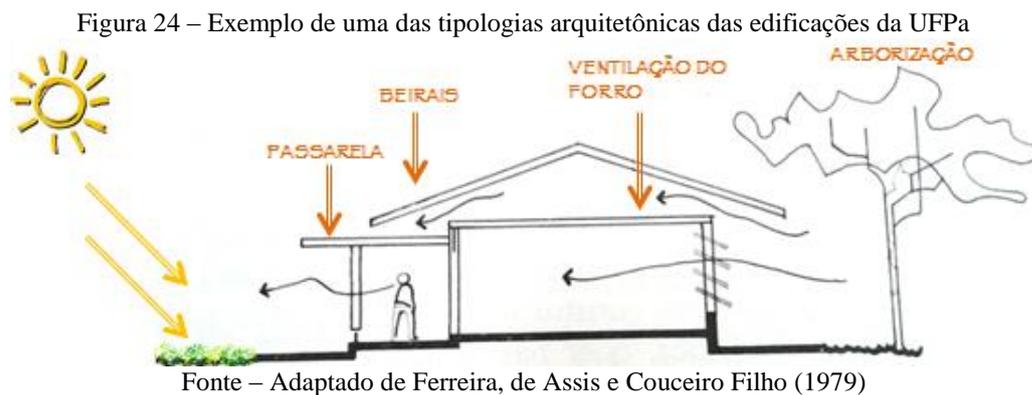
Para a maioria das edificações da UFPA, adotou-se o eixo Norte-Sul (Figura 23) no planejamento urbano, com o qual as edificações foram definidas ortogonalmente, apresentando suas principais fachadas voltadas para o quadrante citado. Desse modo, os blocos obedecem, de maneira geral, a um rigoroso estudo de insolação, ventilação e incidência de chuvas (FERREIRA, DE ASSIS e COUCEIRO FILHO, 1979).

Figura 23 – Eixo Norte-Sul nas edificações da Universidade



Fonte – Adaptado de Ferreira, de Assis e Couceiro Filho (1979)

O que se observou nos estudos de caso, é que há uma relação direta entre a ocorrência de danos relacionados às condições climáticas do local e à configuração arquitetônica da edificação. Isso acontece porque, essa última, ligada à proteção das fachadas, pode ser entendida, por exemplo, como a utilização de beirais com tamanho em projeção de do mínimo 1.50m; assim como o uso de recuo mantendo uma circulação periférica nas edificações até um limite onde os beirais são capazes de impedir a incidência direta de raios solares nas fachadas (Figura 24).



De maneira geral, notou-se que a maioria das edificações dos estudos de caso da pesquisa, com fachadas que exibem algum tipo de proteção, apresenta apenas degradação parcial (Apêndice A: F-33/33), com os danos ocorrendo principalmente na base da envolvente (para as edificações térreas) ou da sua metade para baixo (para as edificações de dois ou mais pavimentos). Isso pode ser exemplificado por meio da Figura 25, que apresenta nessa região citada os problemas mais evidentes, como manchas por sujidades, descolamento em placas e perda de coloração.

Figura 25 – Pavilhões de salas de aula (Apêndice A: F-33/33), Julho-Setembro (2013)



Já as fachadas desprotegidas (Apêndice A: F-29/33) de alguma forma, apresentam patologias (umidade, manchas por sujidades e perda de coloração) distribuídas em toda a extensão de seu pano externo, as quais estão ligadas, dentre outras causas, à intensidade pluviométrica e à radiação solar recebidas (causas atmosféricas) (Figura 26).

Figura 26 – Mestrado em Engenharia Química (Apêndice A: F-29/33), Julho-Setembro (2013)



Esta constatação inicial auxilia a entender a importância do projeto, em que a fase inicial de concepção da edificação minimiza a ocorrência de danos em fachadas. Entretanto, apesar das questões discutidas, elas funcionam apenas como uma opção de medida preventiva para as causas atmosféricas, o que não impede a deterioração da fachada, tanto provenientes dos agentes biológicos, como dos agentes adquiridos com o uso e a ação humana. É o que será discutido em seguida.

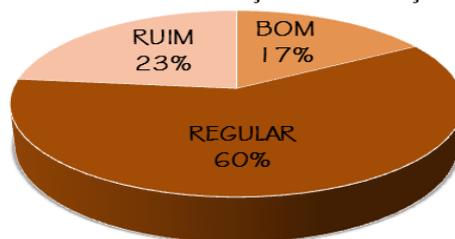
## 4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS

### 4.2.1 Caracterização das edificações

A partir dos dados obtidos com as FIDs (Apêndice A), caracterizou-as as edificações em categorizações do tipo Bom, Regular e Ruim.

Notou-se que 60% (Regular) das 30 edificações apresentam-se com princípio de alguma lesão mais grave, concentrando-se em situação intermediária perante as demais. Já 23% delas classificam-se em Ruim, ou seja, prédios em péssimo estado de conservação com grandes extensões de patologias em sua envolvente, as quais afetam o material de forma definitiva e deterioram esteticamente o sistema de revestimento. E por fim, representando cerca de 17% dos casos, estão as edificações consideradas em Bom estado, apresentando danos superficiais e ausência de lesões mais graves, sem risco a integridade. A atribuição dada para este último caso, não significa dizer que os prédios estejam isentos de qualquer tipo de patologias, apenas apresentam um nível mínimo aceitável de desempenho (Figura 27).

Figura 27 – Estado de Conservação das edificações



Cada categorização citada foi relacionada com a idade dos estudos de caso. Dentro dos 17% das edificações consideradas em bom estado de conservação, todas são enquadradas como Recentes (Figura 28); dos 60% das edificações classificadas como regulares, metade são prédios Antigos, seguidos dos Intermediários com 28% (Figura 29); e 23% das edificações ditas como ruins, 72% estão destinados às edificações Intermediária, e o restante distribuído igualmente entre Antigas e Recentes (Figura 30).

Figura 28 – Classificação da Categoria Bom

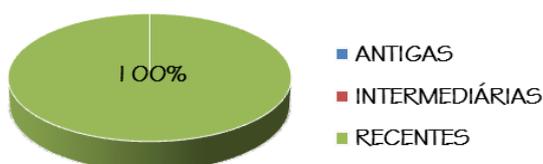
BOM - 17%

Figura 29 – Classificação da Categoria Regular

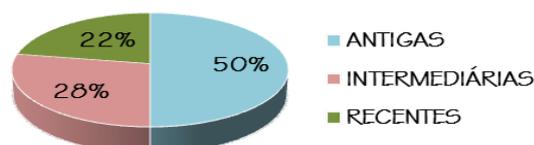
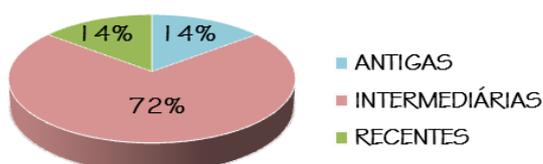
REGULAR - 60%

Figura 30 – Classificação da Categoria Ruim

RUIM - 23%

De acordo com os gráficos, as edificações com idade antiga e intermediária ocupam grande parte da porcentagem das piores categorizações (Ruim e Regular), com as edificações que apresentam Bom estado concentrando apenas nas recentes. Esta situação provavelmente se deve, à reformas e ao menor tempo de vida útil (recentes) e à falta de prevenção em período hábil contra a ocorrência de danos (antigas e intermediárias).

Como constatado, as edificações mantêm seu estado de conservação durante os primeiros anos e, com o passar do tempo, perdem suas características iniciais de forma mais acelerada em virtude da ausência de procedimentos de manutenção que preservem seu estado físico o quanto possível.

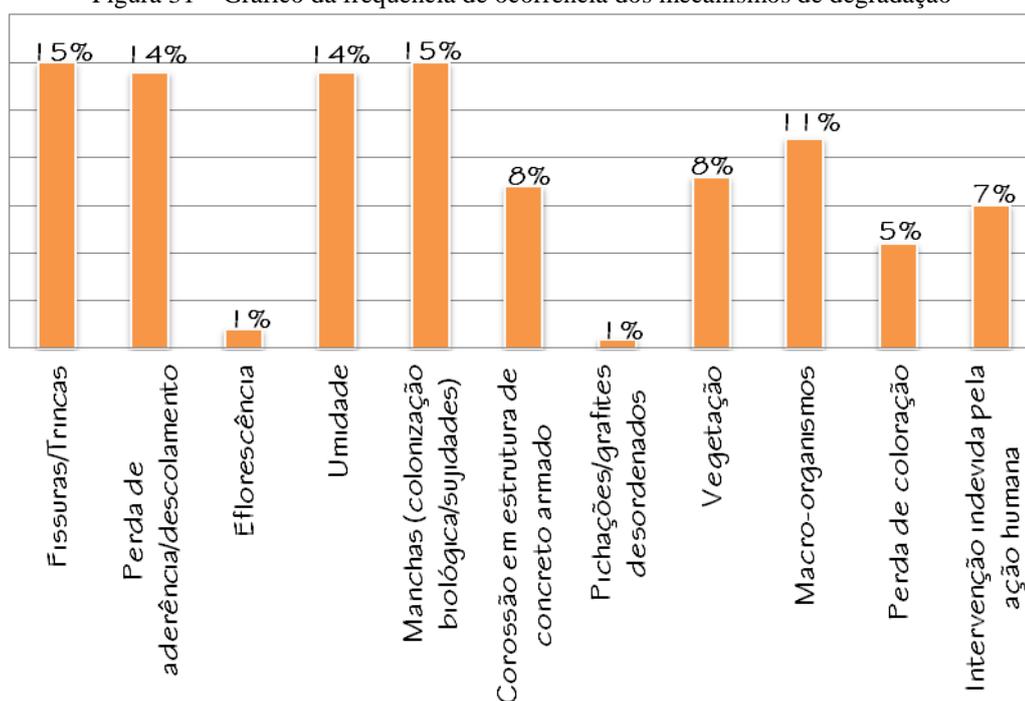
#### 4.2.2 Registro da frequência de ocorrência dos danos e visão sistêmica das principais patologias

A partir da Tabela 08 (Capítulo 2, pág. 48), estabeleceu-se os principais mecanismos de degradação, com suas respectivas causas, para os estudos de caso da UFPa, os quais já foram previamente conceituados na Revisão Bibliográfica. Com isso, foi gerado um gráfico (Figura 31) que informa a incidência dos diferentes tipos de lesões nas edificações estudadas, totalizando 204 ocorrências.

Os dados resultantes foram submetidos a uma análise estatística que, assim como na pesquisa de Brito e Neto (2012), proporcionaram conclusões para aplicar ações de prevenção de danos em sistemas de revestimento, para alcançar fachadas de melhor qualidade e menos onerosas.

Os resultados (Figura 31) evidenciam que os tipos de danos mais frequentes são fissuras/trincas (15%), perda de aderência/descolamento (14%), umidade (14%) e manchas (15%), os quais praticamente equiparam-se. Em segundo plano, segue depósito de macro-organismos (11%), corrosão em estrutura de concreto armado (8%), presença de vegetação (8%), e, por fim, intervenção indevida (7%) provocada pela ação humana e perda de coloração do revestimento (5%). Outros tipos de patologias, como eflorescência e pichações/grafites desordenados, foram pouco significativos, representando 1% dos casos estudados.

Figura 31 – Gráfico da frequência de ocorrência dos mecanismos de degradação



Este comportamento também foi observado por Lourenço, Luso e Almeida (2006), os quais desenvolveram pesquisa que vai ao encontro desta quando, para fachadas submetidas às mesmas condições ambientais (chuvas intensas/ganhos solares em determinada época do ano), foram detectados danos patológicos semelhantes — patologias estruturais, formação de bolhas nas películas de tinta, manchas nas paredes ao nível do solo (biodeterioração em virtude da umidade; e sujidades provenientes da fixação de partículas atmosféricas), descolamento da pintura, fissuras, colonização biológica, fungos e vegetação.

Um dano pode dar início a outros, o que é evidenciado por meio daqueles índices de ocorrência que se equiparam na Figura 31 anterior. Ou seja, a presença de fissuras facilita a penetração de água para o componente, propiciando corrosão do aço do concreto armado, bem como descolamento de revestimento em argamassa; a umidade causa manchas na envolvente, facilitando fixação de partículas atmosféricas; e perda do revestimento em virtude da presença de umidade local, gerando um sistema deficitário.

Percebeu-se que na Universidade acontecem intervenções emergenciais sem planejamento prévio. A partir dos resultados, é evidente que a incidência corriqueira destas patologias se deve, principalmente, à falta de um sólido programa de manutenção periódica para os edifícios mais antigos, já que estão sujeitos a sofrer ação do uso e de agentes externos; ou a erros de processo executivo e/ou de projeto, observado nas edificações construídas recentemente ou aquelas que aparentemente sofreram algum tipo de reforma.

Considerando que alguns mecanismos de degradação tem relação entre si, pois as patologias raramente acontecem individualmente, as causas (atmosféricas, biológicas ou adquiridos) atribuídas a cada dano foram avaliadas individualmente no item 4.3.3 (pág. 97), visto que a identificação de hipóteses da origem do problema direciona à busca de soluções mais precisas e definitivas.

#### 4.3 ESTUDO DE CASO: INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB)

Após identificação dos danos (Apêndice A) que levou à quantificação de dados e às informações do estado físico das edificações, foi possível estabelecer conexões entre as diferentes partes das fachadas com os tipos de patologias, delimitando sua localização exata e facilitando encontrar suas causas. Isso foi expresso em mapas de danos (Apêndice B) que ilustram o quão sensível a fachada é a determinados tipos de degradação.

Para isso, delimitou-se o edificado específico a analisar — Instituto de Ciências Biológicas (ICB) (Figura 32) —, o qual se encontra dentro da categorização de pior estado de conservação (Ruim). Com o auxílio do levantamento fotográfico apresentado nas FIDs, esta

edificação foi apontada como a mais crítica e uma das que apresenta maior diversidade de patologias, dentre elas as de maior ocorrência (conforme Figura 31 anterior).

Figura 32 - ICB, Setor Básico da UFPa (Julho - Setembro, 2013) e vista aérea (Google Earth)



A fachada desta edificação é composta por três tipos de componentes externos: concreto aparente, revestimento em argamassa e alvenaria aparente; em que este último receberá pouca atenção por não apresentar danos significativos. Após levantamento prévio de suas anomalias, foram efetuadas novamente visitas ao local com a finalidade de determinar a extensão dos danos presentes, quantificando sua real situação com identificação de padrões de degradação (legendas presentes nos Mapas do Apêndice B).

A partir disso, foi efetuado um diagnóstico no sentido de esclarecer o que motivou a queda de desempenho dos revestimentos exteriores apontando principais causas, para, em seguida definir procedimentos de intervenção para o ICB. Estes últimos são indicativos e se traduzem em uma orientação a ser seguida, já que para sua execução seriam necessárias explicações mais detalhadas, além da possibilidade de existir outras formas de reparo.

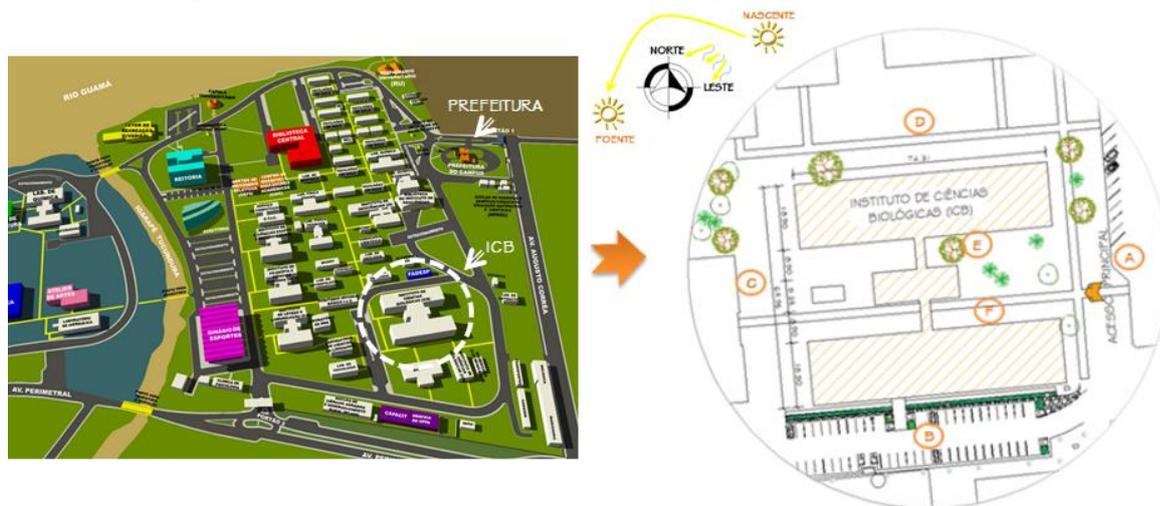
#### 4.3.1 Ações projetuais: orientação da edificação e caracterização do ambiente físico

Para identificar causas iniciais das patologias no ICB, é preciso primeiramente entender como acontece a interação entre sua forma construída e as condições ambientais na UFPa, por meio da caracterização do ambiente físico onde o prédio está inserido.

A orientação da edificação apresenta influência direta sobre seu estado físico por ser responsável pela quantidade de calor por ela recebida, estando ligada à insolação, direção dos ventos predominantes e incidência de chuvas. Tais fatores externos agem nas propriedades dos materiais construtivos (que podem não resistir à radiação solar direta e às ações de intempéries excessivas) e, ao auxiliar em seus aspectos dinâmicos — temperatura, umidade, movimento do ar e radiação —, facilitando o aparecimento de patologias nas fachadas.

O ICB encontra-se em posicionamento favorável no que tange as diretrizes de conforto ambiental, já que suas maiores fachadas estão voltadas para o eixo norte-sul (Figura 33), reduzindo, consideravelmente, a incidência de carga térmica direta nas fachadas de maiores extensões (B e D), as quais estão sujeitas à radiação difusa<sup>1</sup>. Como consequência, as fachadas restantes (A e C), menores, recebem radiação solar direta.

Figura 33 – Detalhe do Instituto de Ciências Biológicas, Setor Básico da UFPA



Fonte – Adaptado de Coordenadoria de Projetos - CPO/UFPA.

Foram elaborados gráficos para analisar a implantação/orientação do edifício conforme trajetória solar ao longo do ano e nas diversas horas do dia em um plano horizontal, determinado conforme latitude local de Belém, com a interpretação dos gráficos correspondendo apenas à envolvente da edificação.

Por meio do programa computacional Autodesk Analysis Ecotect (2012), conhecendo a localização do projeto e indicação de Norte, é possível perceber as sombras que são projetadas no edifício, definidas pelo movimento do sol e pelo efeito de volumetria da edificação, a qualquer hora e dia do ano. Assim, através dos ganhos solares do edifício e de sua geometria, é possível analisar os efeitos climáticos que incidem sobre ele (sol/sombra, temperatura e luminosidade) e relacioná-los com a ocorrência ou não de patologias.

Como a incidência de ventos/chuvas não é favorável para todos os planos da edificação, a carga térmica recebida também não é igual para todas as fachadas. Mesmo com orientação ideal, a edificação está sujeita à ação de fatores externos naturais.

A distribuição dos ventos para a cidade de Belém pode ser compreendida por meio da Figura 34, que informa que a predominância dos ventos acontece no quadrante Norte-Leste.

<sup>1</sup> Àquela com raios solares dispersados e/ou refletida de volta para a Terra, apresentando efeito menor sobre as superfícies que atinge.

Isso também vale para as chuvas, que apresentam a mesma direção identificada na rosa-dos-ventos. Já a distribuição da radiação solar, pode ser compreendida por meio da Figura 35, que representa o estudo solar do ICB pelo período de um ano.

Figura 34 – Frequência de Ocorrência dos Ventos<sup>2</sup> para a cidade de Belém, Pará.

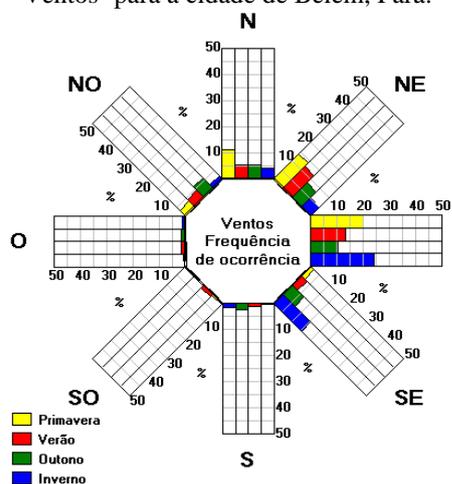
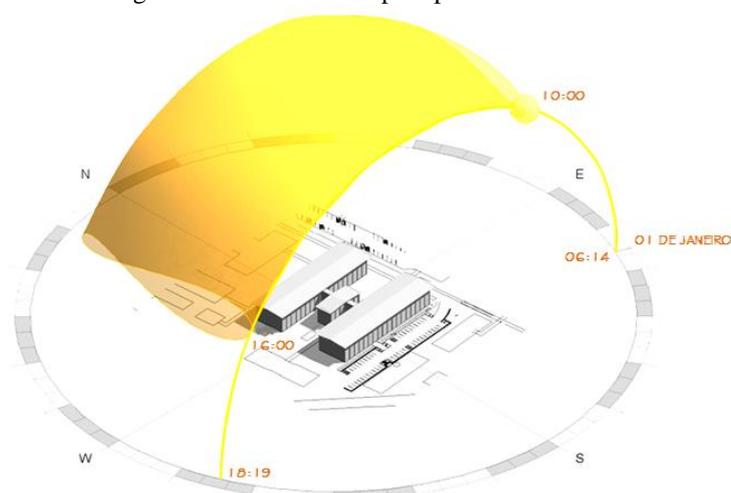


Figura 35 – Estudo solar pelo período de um ano



O "leque" representa a trajetória aparente do sol ao longo do dia, do ponto de vista de um observador no centro da circunferência, em que a intensidade solar mais forte corresponde a fachada orientada à Oeste, a qual recebe radiação solar do meio-dia (12:00h) até o Sol se pôr, momento em que as temperaturas estão mais elevadas (parte mais escura da Figura 35). Ao contrário do que acontece com a fachada Leste, que recebe incidência da radiação solar desde o nascer do Sol até meio-dia (12:00h). As fachadas orientadas à Sul, quando comparadas com as voltadas à Norte, tendem a apresentar maior poder de evaporação de água advinda do meio em virtude de receberem insolação ao longo de todo o ano.

Foi realizado um primeiro levantamento fotográfico, no período de Julho – Setembro/2013 para se obter as Fichas de Identificação de Danos (Apêndice A). Em um segundo momento (Novembro–Dezembro/2013), foi realizado outro levantamento fotográfico, específico para a edificação em análise, para auxiliar na composição dos seus Mapas de Danos (Apêndice B).

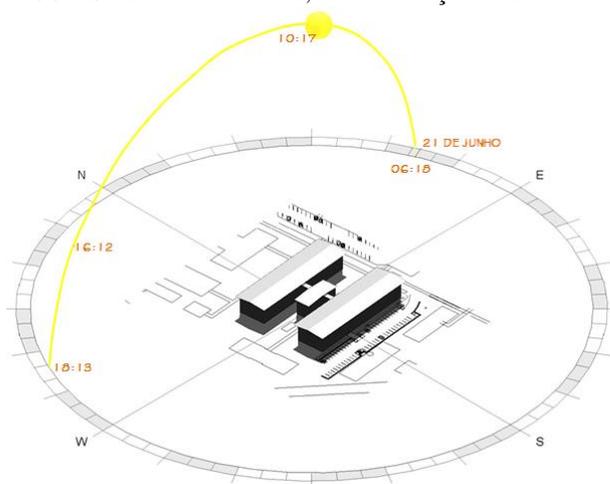
Comparando as imagens do ICB em ambos os períodos de levantamento, percebeu-se que àquelas correspondentes aos meses de Julho–Setembro/2013 apresentaram um teor de umidade mais elevado quando comparadas com aqueles dos meses de Novembro–Dezembro/2013. Percebeu-se que, no Instituto, a umidade movimenta-se pela edificação,

<sup>2</sup> A cidade de Belém não apresenta estações bem definidas, mas sim períodos chuvosos e ensolarados. Entretanto, o programa computacional SOL-AR 6.2 fornece todas as estações do ano, independente da região em que se está analisando.

porém, de uma forma reversível. Ou seja, ocorrem variações do teor de umidade ao longo do tempo, em que a patologia ou limita-se a uma determinada área, secando e voltando ao estágio úmido conforme período do ano ou progride surgindo em novos pontos.

Isso se deve, dentre outros motivos discutidos posteriormente, à ação que o movimento solar realiza sobre a edificação, conforme o posicionamento da mesma. A Figura 36 representa a angulação que o Sol forma com a superfície da Terra no dia exato de 21 de junho (solstício<sup>3</sup> de inverno).

Figura 36 – Solstício de Inverno, com indicação da sua altura solar



Fonte: Software Analysis Ecotect (2012)

Como neste período (que corresponde ao primeiro levantamento) o ângulo que o Sol forma com a superfície terrestre em seu percurso é maior, a tendência é que, ao passar sobre a cobertura do edifício, proporcione sombras. Essas, aliadas a vegetação presente no local, geraram nessa região grande umidade em virtude da reduzida ação solar, além da criação de um microclima<sup>4</sup> mais ameno para esta região.

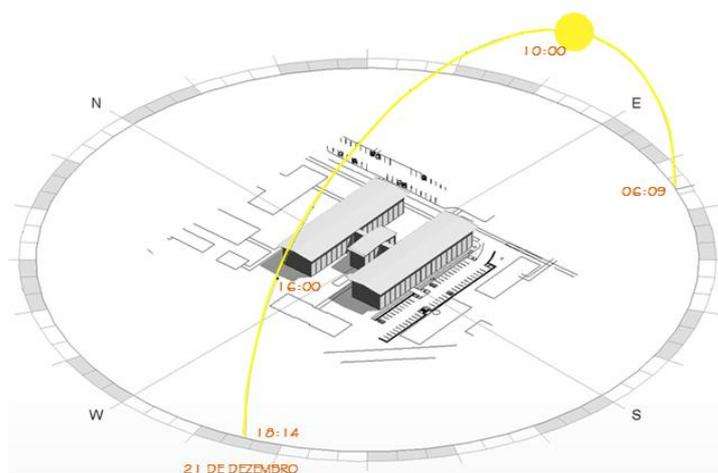
Além das vegetações, a edificação também pode ser influenciada por outros elementos presentes em seu redor e não deve ser tratada como se estivesse isolada em um terreno descampado, visto que um entorno edificado é capaz de modificar a direção de ventos/chuvas bem como criar sombras que modificariam a situação de exposição da fachada. A influência de outras edificações não está sendo discutida, para o caso em questão, em virtude das edificações ao redor do ICB apresentarem influência pouco significativa, pois são térreas e encontram-se a certa distância.

<sup>3</sup> Solstício é a época do ano em que o Sol incide com maior intensidade sobre a Terra, acontecendo duas vezes por ano, sendo, para o hemisfério sul, no mês de Junho (Solstício de Inverno) e Dezembro (Solstício de Verão), marcando as estações do ano.

<sup>4</sup> Microclima é uma área relativamente pequena cujas condições atmosféricas diferem da zona exterior.

No momento do segundo levantamento (Novembro–Dezembro/2013), correspondente ao chamado solstício de verão, acontece o contrário, conforme observado na Figura 37. A região que apresentava umidade visível, encontra-se com um índice menor da referente patologia. Isso se deve à variação dos ângulos que o Sol realiza, permitindo que as áreas que antes estavam sombreadas, agora recebam insolação.

Figura 37 – Solstício de Verão, com indicação da sua altura solar



Fonte: Software Analysis Ecotect (2012)

Com os dados expostos, nota-se que fatores externos influenciam no processo do aparecimento de manchas/umidade nas fachadas, provenientes de sua localização geográfica, do clima local e da contaminação atmosférica que impregna na envolvente com ajuda da ação do vento.

Nesta primeira etapa, procurou-se expor a importância das diretrizes básicas de um projeto de arquitetura, como fator inicial preponderante para prever/atenuar o aparecimento dos primeiros efeitos danosos em fachadas. Além disso, não se deve descartar que outros projetos complementam este que foi citado, como o estrutural, de fundação e de instalações (canalização de água, sistema de ar condicionado e parte elétrica), os quais devem ser compatíveis para que não deponham contra a integridade física da edificação.

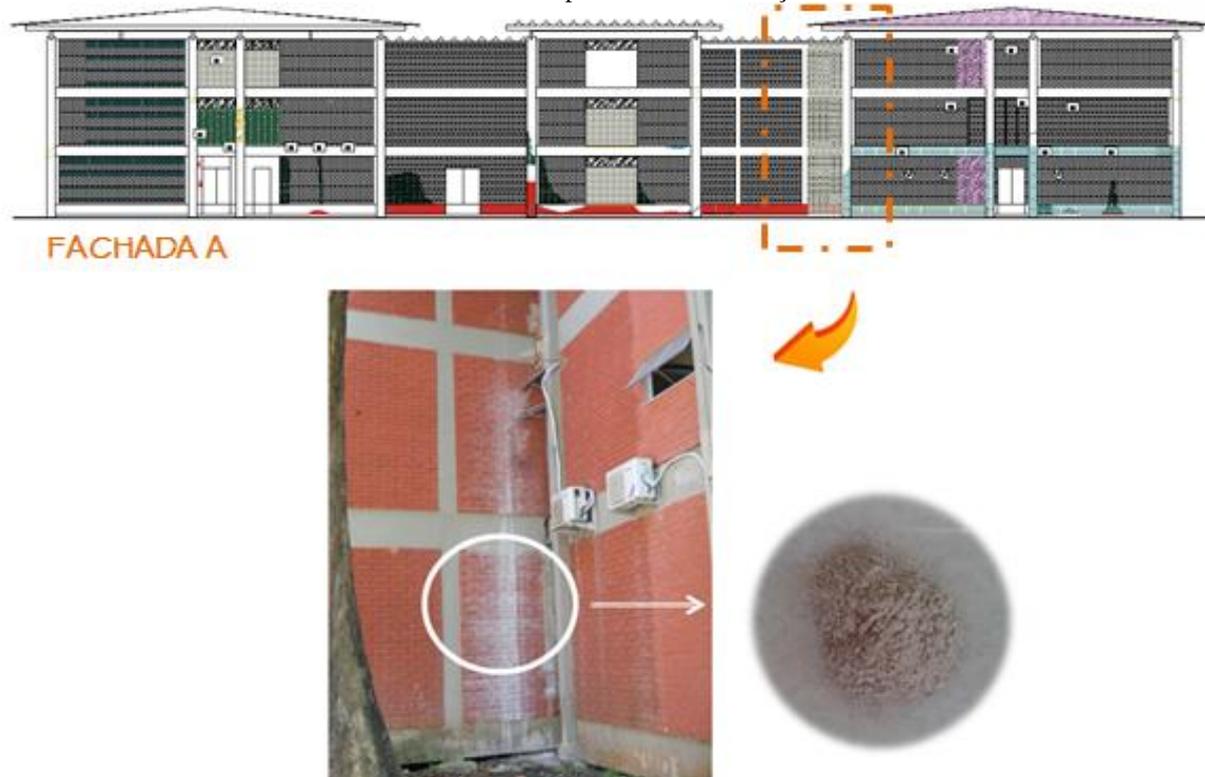
#### 4.3.2 Ensaios para obtenção de características dos materiais analisados

As patologias encontradas na UFPa são, em geral, controladas por características inerentes a elas, em que com uma análise visual consegue-se identificá-las. Por outro lado, também foi efetuado para o estudo de caso, investigações pontuais com realização de ensaios laboratoriais para comprovar as origens daqueles danos patológicos que a primeira vista não se conseguiu identificar a causa, auxiliando na tomada de decisões quanto à intervenção.

#### 4.3.2.1 Ensaio de caracterização mineralógica – Difração de Raio-X

Na edificação do ICB houve necessidade de realizar ensaio de caracterização mineralógica em uma mancha presente na Fachada A (indicação conforme Figura 38 e Apêndice B - MD: 01/06), para comprovar se sua origem trata-se de algum fenômeno patológico ou simplesmente resíduos de construção civil.

Figura 38 – Mapa de danos da Fachada A com localização da mancha, imagem do local e detalhe da amostra para ensaio de difração de raio-X



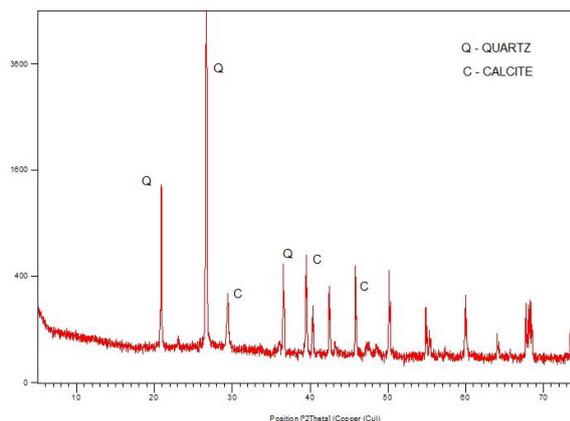
Quando um sólido é submetido à difração de raios-X é possível identificar o material que faz parte do sistema, pois cada um deles gera um ângulo diferente, conhecido e tabelado, representado por picos de intensidade que identificam os compostos cristalinos. A amostra, colhida da superfície de alvenaria aparente, apresentou fases cristalinas, ou seja, um material com arranjo atômico que se repete ao longo da cadeia.

A partir deste ensaio (que indicou a origem do dano), obteve-se o difratograma da Figura 39, em que a amostra apresentou espectros caracterizados com elevado teor de material cristalino, com os picos revelando a presença de fases minerais — calcita e quartzo.

Assim, de posse desses resultados, pode-se dizer que, como o carbonato de cálcio é uma alteração do hidróxido de cálcio, há possibilidade da amostra caracterizar-se como uma alteração química do material construtivo.

Entretanto, como a patologia é localizada (está presente somente neste ponto da edificação) e próxima a serviços recentes de fechamento de antigos vãos, concluiu-se que o material trata-se apenas de resíduos de construção civil, tendo em vista que tais minerais fazem parte dos tipos mais comuns de cimentos.

Figura 39 – Difratoograma com identificação das fases da amostra



#### 4.3.2.2 Ensaio de resistência do concreto

Mesmo que os danos em estrutura de concreto armado apresentem um índice baixo de ocorrência em relação às demais patologias (Figura 31, página 85), no ICB são relevantes<sup>5</sup> quando ocorrem, por isso a importância em se realizar ensaios em concreto.

Em virtude disso, foi proposto ensaio, com base na NBR 7584 (ABNT, 1995), para medir a dureza superficial do referente material no local, fornecendo elementos para uma avaliação final de qualidade do concreto endurecido.

O ensaio no prédio do ICB foi realizado em três pontos da edificação considerados os mais críticos (Fachada A, B e E — Apêndice B: MD-01/06; MD: 02/06; MD:05/06). Para o *Ponto 1* e *Ponto 3* (Figura 40 e 42), as medidas no concreto armado foram aferidas na parte superior (1.1 e 3.1, respectivamente) e inferior (1.2 e 3.2, respectivamente) com nove impactos cada uma, de modo que se pudesse fazer comparações com valores verificados em locais diferentes de uma mesma peça (área mais seca e outra mais úmida). Já para o *Ponto 2* (Figura 41), foi feita apenas uma aferição, em virtude da região encontrar-se homogênea quanto ao estado físico.

<sup>5</sup> Acontecem em grandes extensões com exposição avançada da armadura.

Figura 40 – *Ponto 1* – Fachada A



Figura 41 – *Ponto 2* – Fachada B



Figura 42 – *Ponto 3* – Fachada E



Considera-se que no período de construção do Instituto (edificação de idade intermediária da década de 80/90) o fck correspondeu, aos 28 dias, à aproximadamente 15MPa<sup>6</sup> (resistência essa que tende a aumentar com o tempo). A partir disso, os resultados apontam que, após verificar a existência de um nível mínimo de resistência com nenhuma medição correspondendo a um valor abaixo de 15MPa (Tabela 11), concluiu-se que o déficit da edificação não corresponde a um problema estrutural, mas sim patológico.

Tabela 11 – Índices esclerométricos obtidos

Pontos de ensaio	Média do Índice esclerométrico (MPa)	
	Ponto 1.1	Ponto 1.2
Ponto 1	24,5	22,5
Ponto 2	23	
Ponto 3	Ponto 3.1	Ponto 3.2
	35	23,5

Com a Tabela 11, nota-se que não há uniformidade de resistência do material, visto que em uma mesma peça, obteve-se valores distintos. Isso implica dizer que, em áreas mais úmidas a resistência do concreto é menor (*Ponto 1.2* = 22,5Mpa e *Ponto 3.2* = 23,5Mpa), revelando a força da umidade. Ou seja, o concreto, tratando-se de um material poroso, permite, o mínimo que seja, a penetração de água quando em contato com o líquido. Este, por sua vez, corrói a armadura antes mesmo da argamassa descolar-se por inteiro. O aço, ao sofrer expansão, gera fissuras com descolamento de placas.

#### 4.3.2.3 Análise de corrosão da armadura do concreto:

Com base na NBR 6118 (ABNT, 2004), fez-se uma análise qualitativa da situação do ICB quanto a corrosão presente nas armaduras de estrutura de concreto aparente, visando avaliar sua integridade.

A referente norma estabelece uma classificação para a edificação quanto à agressividade do ambiente, em que a do ICB é de nível moderado em virtude de encontrar-se em área urbana, com pontos alagados em determinada época do ano. Para esta classificação, a NBR 6118 (ABNT, 2004) afirma que o risco de deterioração é do tipo pequeno.

Quanto ao cobrimento, a referente norma afirma que o projeto e execução devem respeitar um valor mínimo, acrescido de um limite de tolerância da variabilidade das medidas. Em específico para o estudo de caso, admite-se, para superfície externa da armadura, cobrimento nominal mínimo (Cn) de 3cm, o qual foi estabelecido a partir da classificação de

<sup>6</sup> Dado técnico de projeto estrutural obtido na Prefeitura do Campus da UFPA.

agressividade ambiental (moderada), o tipo de estrutura (concreto armado) e o componente (viga/pilar) analisado da edificação.

Com visitas in loco, em que visivelmente observou-se espessura insuficiente de cobrimento com exposição da armadura, notou-se que este valor mínimo estabelecido pela Norma NBR 6118 (ABNT, 2004) não foi obedecido para o ICB (Figura 43a). Vale ressaltar que a referente norma é atualizada, o que significa dizer que o valor de cobrimento pode ter sido atendido na época em que o prédio foi executado.

A partir do momento em que a armadura encontra-se exposta, pode-se dizer que a mesma já sofreu com o processo de perda de diâmetro do aço (Figura 43b), necessitando-se apenas saber se esta redução foi suficiente para gerar a necessidade de um reforço.

Figura 43 – (a) Insuficiência de cobrimento mínimo e (b) perda de diâmetro da armadura, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



Para concluir se a estrutura precisa ou não de reforço mediante sua perda de seção, o componente estrutural deve ser submetido a ensaios que comprovem suas características.

Medem-se diferentes pontos de uma mesma armadura (o que pode ser feito com auxílio de um paquímetro) para se extrair valores comparativos. Se após a medição as proporções da seção do aço variarem com diminuição em até 20% do diâmetro, fica constatado a necessidade de reparos da armadura. Este parâmetro é dado com base na literatura, em que, partindo-se da sensibilidade do engenheiro que está analisando, esta porcentagem é estabelecida conforme experiência profissional e critério de projeto — baseia-se no coeficiente de segurança do aço, em que quando a perda de seção compreende valores entre 15-20%, já é necessário reparação.

Souza e Ripper (1998) afirmam que é comum adotar o princípio de que a necessidade de adição de uma nova barra existe quando sua seção corroída ultrapassar 15%. Assim, a conclusão da análise é dada a partir de soluções mais cabíveis para cada caso.

Como informação adicional, existe também ensaios que utilizam instrumentos (como o ultra-som, que proporciona escâner manual portátil), oferecendo medições precisas sobre a condição de corrosão ativa em armaduras e funcionando como medida preventiva. Apesar de não detectar o *quanto* a armadura está corroída e/ou perdeu de seção, indica *onde* está o provável problema. Além disso, a partir do referente instrumento pode-se verificar a qualidade do concreto e possíveis falhas internas.

#### 4.3.3 Análise das patologias mais frequentes: hipóteses de diagnóstico e propostas de intervenção – Instituto de Ciências Biológicas

Este campo é destinado à análise das patologias mais frequentes presentes no ICB, bem como dos fenômenos que originaram as anomalias. Apesar do estudo estar direcionado especificamente para um único caso, ao descrever as patologias utilizou-se como exemplo fichas de outras edificações; e, ao referir-se a situações mais específicas, bem como aos itens de ensaios e intervenções, foram citados os mapas do ICB como exemplo.

Os mapas de danos (Apêndice B) representam a extensão das patologias mais evidentes. Por se tratar de um caso específico, as anomalias detectadas após primeira vistoria local (para produção das FIDs), foram fragmentados em danos mais específicas (Tabela 12). Sugeriu-se esta categorização com legendas para conseguir apontar de modo mais exclusivo suas causas e correções.

Tabela 12 – Patologias existentes no ICB

<b>Legenda</b>	<b>Patologias</b>
P1	Fissura horizontal / vertical
P2	Fissura mapeada
P3	Fissura geométrica
P4	Descolamento com empolamento
P5	Descolamento em placas
P6	Umidade
P7	Manchas por sujidade / colonização biológica
P8	Corrosão em estrutura de concreto armado
P9	Vegetação
P10	Macro-organismos
P11	Perda de coloração
P12	Intervenção indevida

Uma vez corrigida e anulada a causa de um componente, pode-se devolver a ele seu aspecto e funcionalidade anteriores. É interessante adotar procedimentos com resultados que se mantêm a longo prazo, com a edificação preservando estado satisfatório por um período maior. A alternativa mais adequada também deve considerar o ambiente em que a edificação encontra-se inserida e as ações naturais do meio que está sujeita.

As soluções são diversificadas, não existindo uma única medida corretiva. Portanto, como não se deve dedicar a todas as anomalias a mesma atenção em virtude da complexidade que cada uma apresenta, os reparos físicos devem contemplar a urgência de cada caso, optando-se pelo mais conveniente conforme custos, funcionalidade e durabilidade.

Considerando o nível de concepção e execução da fachada, as condições ambientais do meio externo, as condições de uso e o nível de manutenção, afirma-se que o processo de recuperação de fachadas pode tornar-se complexo e demorado, necessitando de análises aprimoradas (SILVA, BRITO e GASPARG, 2011) para apontar os tipos de intervenção. Mediante isso, cabe à presente pesquisa informar os caminhos básicos para futuros laudos, com produção de documentos conclusivos sobre o comportamento da edificação.

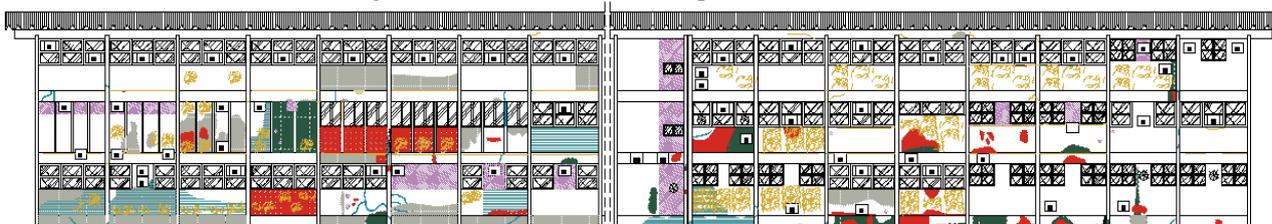
O Apêndice C apresenta um modelo de Relatório Técnico em que, após a edificação ter seus danos identificados (FIDs) e apresentar mapeamento dos locais exatos onde se encontram (Mapas de Danos), o referente documento pode abordar indicações de reparo, com propostas de intervenção semelhante com as que seguem individualmente para cada patologia a seguir.

#### a) **P1, P2 e P3<sup>7</sup>** - Fissuras

- **Hipótese de diagnóstico**

Observou-se que essa patologia é bastante corriqueira no ICB (Apêndice B), o que pode ser evidenciado a partir da Figura 44, em que as marcações na cor amarela indicam a presença marcante deste tipo de dano.

Figura 44 – Fachada E – ICB (Apêndice B – MD: 05/06)



<sup>7</sup> Exclui-se desta análise as fissuras de revestimento provenientes de possíveis recalques de fundação, movimentação de estrutura e dilatações térmicas diferenciadas; os quais merecem estudo mais aprofundado.

A diferença entre seus variados tipos encontra-se no aspecto físico em como se manifestam na fachada (na forma vertical/horizontal, mapeada ou geométrica) e em suas origens, havendo casos em que aparecem associadas a descolamento do revestimento (Apêndice A: F- 23/33).

Quando a solicitação feita ao revestimento é maior que sua capacidade de resistência, a fissura tende a aliviar as tensões do material, daí a importância em desenvolver um rigoroso projeto da edificação, especificando-se materiais com conhecimento prévio de suas propriedades e calculando-se estruturas resistentes aos movimentos impostos.

As causas das fissuras presentes no prédio do ICB estão ligadas a problemas de execução, como alterações químicas dos materiais de construção, tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação de reboco, em espessuras excessivas das camadas de revestimento e na retração dos produtos à base de cimento; daí a influência dos cálculos de dosagem para manter a qualidade do sistema.

As fissuras verticais/horizontais estão presentes nas estruturas em concreto armado e sistemas de revestimento em argamassa devido má aplicação da técnica de execução e ao comportamento do material em relação às variações de umidade e temperatura.

A fissura mapeada (Figura 45a e 45b) encontra-se presente principalmente em áreas do ICB que visivelmente receberam pintura recentemente (Apêndice B: MD-02/06; MD-04/06; MD-05/06), o que condiz com a NBR 13749 (ABNT, 1996), que afirma que esse fenômeno pode ser logo observado em período breve após aplicação do revestimento. Deve-se basicamente à retração da argamassa da base, seja por excesso de finos de aglomerantes ou de agregados, ou por excesso de desempenho; pelas variações de temperatura; ou pelo aumento de volume por umidificação, que fez a película inchar e fissurar.

As fissuras geométricas presentes na fachada do ICB são aquelas que contornam a estrutura e criam linhas paralelas ao longo da mesma (Figura 45c). Como esta fissura no Instituto é característica em vigas, pressupõe-se que, como estas estruturas não têm caimento e comportam-se como sobressaltos em relação ao plano da fachada, há acúmulo de água da chuva e dos condensadores de ar. A estrutura, por sua vez, absorve esta umidade, auxiliando no processo de corrosão do aço e ocorrência de fissuras com futuro descolamento.

Figura 45 – (a e b) Fissura mapeada, somada ao descolamento e umidade (c) fissura geométrica contornando parte superior da viga, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



Conforme NBR 6118 (ABNT, 2004), a abertura das fissuras influencia a durabilidade e proteção das armaduras presentes em concreto armado, mas se seu valor não exceder o intervalo de 0,2mm a 0,5mm, não apresenta importância significativa na corrosão das armaduras passivas.

▪ **Proposta de intervenção**

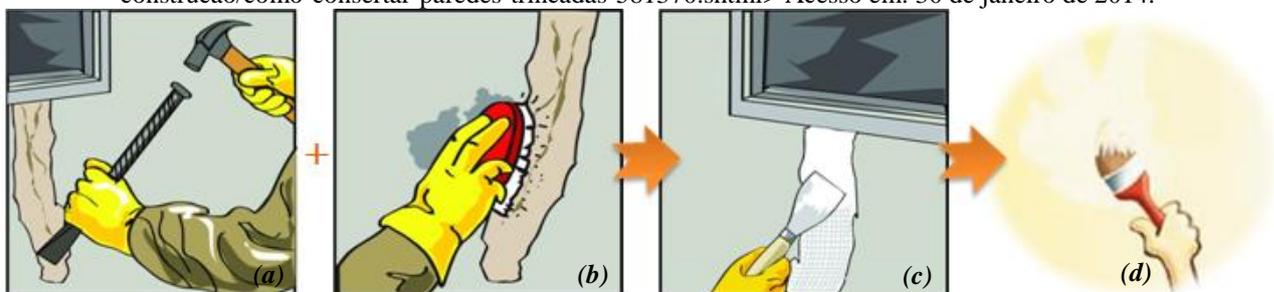
A NBR 13749 (ABNT, 1996) recomenda observar a profundidade da fissura e como se apresentam. Como no ICB a maioria das patologias em revestimento em argamassa é superficial, não atingindo a base do sistema, pode ser preenchida com material de acabamento do próprio revestimento (massa corrida de preparo da superfície a ser pintada, cola do material de acabamento ou preenchimento com a própria argamassa). Quando surgem por movimentação da base, como é o caso de outras edificações dentro da UFPA, deve-se estudar soluções específicas compatíveis com a amplitude da movimentação.

Listou-se a reparação de revestimento em argamassa com fissuras em quatro fases:

- *Preparação da superfície:* abrir a fissura, até atingir profundidade de 3mm a 4mm, com auxílio de esmerilhadeira elétrica ou ferramenta específica. Recomenda-se raspar e escovar a superfície, eliminando-se poeira provocada pela abertura da patologia (Figura 46a). Faz-se necessário a remoção de parte do revestimento próximo à fissura, cerca de 10cm para cada lado do dano (Figura 46b).
- *Fundo preparador:* sendo à base de água, deve ser aplicado nos casos de substrato não coeso.
- *Tratamento da fissura:* a fissura e suas faixas laterais devem receber preenchimento com duas demãos de produtos flexíveis à base de polímeros (impermeabilizante acrílico diluído em água). Sendo que na segunda, passado tempo de secagem, deve-se fixar tela de poliéster sobre a faixa (Figura 46c).

- *Acabamento final*: execução de novo nivelamento com massa acrílica sobre as partes rebaixadas e aplicação de duas demãos de tinta para paredes externas, de preferência aquelas com maior capacidade em tolerar deformações sem fissurar (Figura 46d).

Figura 46 – Etapas do processo de reparação de revestimentos em argamassa com fissuras. Fonte – Adaptado de <<http://www.ciplak.com.br/p/tela-estruturante-cioplak>> e <<http://mdemulher.abril.com.br/casa/reportagem/reforma-construcao/como-consertar-paredes-trincadas-581370.shtml>> Acesso em: 30 de janeiro de 2014.



Este é um dos tipos de recuperação mais simples, por estar direcionada para fissuras superficiais. No caso dos danos de origem estrutural, existe uma complexidade maior de reparação, explicitada no item de corrosão em estrutura de concreto armado.

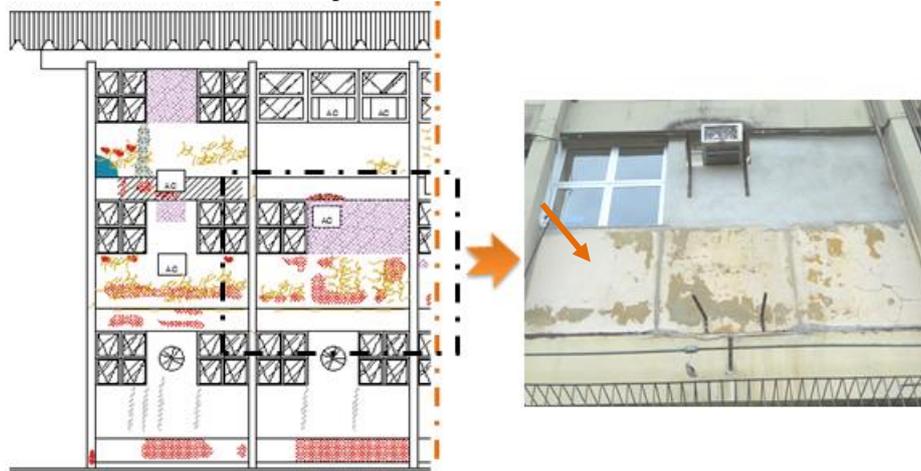
#### b) **P4 e P5** - Descolamentos

- ***Hipótese de diagnóstico***

O processo de descolamento/descascamento é um tipo de patologia corriqueira na UFPa (Apêndice A: F-17/33; F-25/33; F-33/33), com grande destaque no ICB (Apêndice B: MD-01/06; MD-04/06; MD-05/06; MD-06/06), estando relacionado com a interface do filme com o substrato ou da película da tinta. Para Escribano (2009), se a ancoragem for ideal, o descolamento pode ser evitado, não havendo falha no esforço de tração. Caso contrário, como constatado na presente pesquisa, o sistema entra em colapso.

O descolamento por empolamento gera fissuras (Apêndice A: F-31/33) e tende a piorar na presença de água. Isso pode ser notado com a Figura 47, em que a partir do trecho do mapa de danos (Apêndice B: MD-04/06) observa-se a associação entre descolamento e fissuras, com duas patologias acontecendo simultaneamente em um mesmo ponto.

Figura 47 – Trecho da Fachada D – ICB (Apêndice B – MD: 04/06) e imagem (Novembro-Dezembro – ICB, 2013) do referente trecho, apontando a ocorrência de descolamento e fissuras



No revestimento que sofreu processo de umidade, a saída de água do material (mais lenta) não apresenta mesma velocidade na rapidez com que entrou, pois a camada de tinta cria uma barreira. Assim, a força que o líquido realiza para ser expelido acarreta na formação de convexidades com descolamento da pintura — além disso, a água, ao reagir com óxidos livres presentes no sistema de revestimento, pode gerar a etringita, elemento expansivo que propicia aumento de volume do componente com formação de bolhas.

As causas mais prováveis para a ocorrência desta patologia no ICB, com perda de aderência da película de tinta ao substrato, estão relacionadas à hidratação retardada do óxido de magnésio da cal; problemas com a tinta utilizada, com formulação inadequada e uso de massa corrida à base de PVA; aplicação de tinta com baixa resistência à radiação solar/intempéries, com destruição do filme; exposição da tinta à condições de umidade; preparação deficiente do substrato com ausência de chapisco, com aplicação da tinta sobre base contaminada por partículas soltas ou repintura sem retirada da anterior (Figura 48).

Figura 48 - Pintura encontra-se parcial ou totalmente fissurada com aparência mapeada, havendo destruição do filme e descolamento da argamassa. Observa-se execução de nova camada de pintura sem retirada da anterior, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



Apresenta-se também o descolamento em placas de estruturas de concreto (Apêndice A: F-01/33; F-26/33; F-33/33; e Apêndice B: M-02/06). O que ocorre é a falta de aderência, já que houve ruptura da interface do revestimento descolado com o chapisco, em que as placas

que englobam o reboco descolam-se e quebram-se com facilidade. Isso leva a crer que as causas do problema encontram-se em uma massa rica em cimento, na falta de limpeza do substrato ou em uma superfície da base apresentando insuficiência de chapisco (Figura 49).

Figura 49 - Descolamento em placas, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



- **Proposta de intervenção**

Para ambos os casos de descolamento, provavelmente há má aplicação da técnica de execução. Nos casos de descolamento por empolamento, após eliminação de patologias primárias (umidade, manchas e fissuras), lista-se a reparação de revestimento com empolamento em três etapas:

- remover revestimento descolado, escovando/lixando/aplicando jato de água sob pressão, até sair todo resquício da camada antiga de tinta empolada;
- efetuar regularização da superfície exposta com aplicação de chapisco;
- aplicar revestimento final nas zonas expostas, com elevada qualidade para garantir melhor adesão e maior resistência à umidade. Deve-se conhecer as condições ambientais para evitar-se efetuar nova pintura em períodos em que a umidade impeça secagem total da tinta.

Nos casos em que há descolamento em placas, antes da renovação do revestimento, apicoar base; escovar ou raspar a superfície para eliminar vestígios de partículas soltas, os quais apresentam grande contribuição no processo de descolamento; aplicar chapisco ou outro artifício para melhoria da aderência; e aplicar revestimento final.

### c) **P6 e P7** – Umidade e Manchas

- **Hipótese de diagnóstico**

Lourenço, Luso e Almeida (2006) constataram que, assim como observado para as edificações da UFPa, a umidade excessiva tem grande importância no aparecimento de danos patológicos em edifícios, tornando-se a causa primária de grande parte das patologias. A água da umidade, combinada com a exposição solar intensa, danificou a estrutura do edifício e os

materiais de acabamento, além de ajudar no aparecimento de manchas de fungos. Essas situações passam a ser intensificadas com a falta de isolamento do envelope exterior.

As terras da UFPa são áreas de várzea, cobertas por matas e cortadas por igarapés. Ao investigar a ocorrência da umidade nos estudos de caso, verificou-se que a umidade acontece, na maioria, principalmente em áreas da edificação próximas ao solo, caracterizando ausência de um sistema eficaz de canalização de água — área afetada, que está em contato direto com o solo, encharcar-se pela água de precipitação, sendo transmitida à parede e atacando o revestimento (Apêndice A: F-14/33; F-24/33) (Figura 50).

Figura 50 – Umidade transmitida à edificação através do solo, Julho-Setembro – ICB (2013)



Essa relação da água da chuva com o aumento da umidade através do solo, também foi observado na pesquisa de Gaspar e Brito (2005), os quais constataram que, na ausência de sistemas de captação, a ascensão desta umidade é capaz de atingir a argamassa/estrutura de concreto por capilaridade e se manifestar por meio de manchas.

A ocorrência de umidade também tem ligação com vazamento de tubulações próximas ao solo (Apêndice A: F-13/33), galerias de captação de água pluvial sem impermeabilização (Apêndice A: F-06/33) ou procedimentos de instalação de sistemas de ar condicionado. Este último (Apêndice B: M-02/06; M-04/06; M-06/06), que descaracteriza a edificação ao surgir sem planejamento e conforme necessidade humana, apresenta condensadores instalados na fachada (alguns casos apoiados na estrutura) que esgotam água diretamente na envolvente, que escorre e ali permanece por longos períodos (Figura 51).

Figura 51 – (a e b) Umidade em galerias de captação de água pluvial e (c) esgotamento de água nas fachadas através de condensadores, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



No Instituto, a umidade ascendente relacionada à fatores ambientais foi mais perceptível no período do primeiro levantamento realizado (Figura 36, Solstício de Inverno), em que o intemperismo prolongado foi associado à deficiência de barreiras estanques, sugerindo acúmulo de água (Apêndice A: F-12/33).

A presença de árvores de grande porte (em que a copa deveria estar distanciada da edificação no mínimo 3m) também contribui para o aparecimento de umidade, já que prejudicam a edificação quando muito próximas a ela, por impedirem que radiação solar chegue até o local, culminando em áreas úmidas com proliferação de fungos, algas e bactérias (Apêndice A: F-17/33) (Figura 52).

Figura 52 – Vegetação, ao criar sombras, facilita o aparecimento de umidade, Julho-Setembro – ICB (2013)



Fonte - Ching e Adams (2008)

Essa situação de umidade culmina no aparecimento de manchas esverdeadas (colonização biológica) que aderem na superfície das paredes, pois, a argamassa/concreto, por ser um material poroso, absorve água com facilidade, atingindo as camadas de revestimento (Figura 53). Estas manchas, por sua vez, propiciam o desenvolvimento de microflora e descascamento da superfície pintada.

Figura 53 – Trecho da Fachada F – ICB (Apêndice B – MD: 06/06) e imagens pontuais dos danos (Novembro-Dezembro – ICB, 2013). Mapa informa a extensão dos problemas de manchas em grande parte da área periférica próxima ao solo, associada a ocorrência de umidade.



Como consequência, material particulado advindo da contaminação atmosférica, por meio da ação do vento, é fixado sobre aquela parede úmida, permanecendo na superfície com a evaporação da água, propiciando a presença de sujidades; já as manchas esverdeadas denunciam que a água retida naquele lugar gerou uma colonização biológica.

Por este motivo, para a maioria dos casos, pontos de manchas de colonização biológica, sujidades e umidade aparecem juntos, tornando-se difícil dissociar tais patologias (Apêndice B), o que foi observado na Figura 31 com o gráfico da frequência de ocorrência dos danos.

Em um grau menor, existe a presença de manchas causadas por pingos de chuva (Apêndice A: F-02/33; F-29/33; F-15/33), o que é um erro de projeto, com ausência de pingadeiras nas janelas ou presença de beirais pequenos para a região. No ICB, esta patologia pode ser observada no Apêndice B: MD-02/06, no qual nota-se que a água em contato com o gradil da janela sem pingadeiras provocou ferrugem, a qual se fixou na parede.

- **Proposta de intervenção**

A umidade, que trás consigo as manchas, dificulta a solução de problemas, já que chuva, vento e temperatura não podem ser alterados. A redução do problema de umidade na edificação do ICB pode acontecer ao associar esses fatores à situações causadas também por negligência humana, em que atitudes de projeto poderiam minimizar a ocorrência dos danos.

- *Drenagem local*

O ideal, primeiramente, é realizar drenagem próximo da região afetada para impedir que a água entre em contato direto com o solo, e dirija-se até a edificação. Focando em procedimentos incorretos de instalação de sistemas de ar condicionado, é preciso que haja

para o local, antes de qualquer tipo de intervenção, projeto de climatização com dimensionamento e locação dos equipamentos, montando linha de funcionamento para que o esgotamento da água pelos condensadores não danifique o revestimento externo.

- *Canaletas de captação de água pluvial*

Outra questão é o grau de exposição à água da chuva incidente, em que as fachadas que apresentam no piso as galerias de captação de água pluvial devem receber, após retirada das manchas esverdeadas ocasionadas também pela falta de limpeza periódica, aplicação de produto destinado à impermeabilização, de modo a isolar a umidade do meio.

Já as fachadas que não possuem tais galerias, acabam por absorver a água da chuva que cai diretamente sobre o solo. Para este caso, o ideal seria a construção de poços de captação de água pluvial próximo ao solo para direcioná-la até seu destino final, associados a um sistema de drenagem próximo da região afetada. As canaletas devem ser executadas na periferia da edificação e revestidas com argamassa de cimento + areia + adição de aditivo impermeabilizante, recebendo ao fundo instalação de canaleta de concreto tipo meia-cana para facilitar escoamento.

- *Remoção de manchas e aplicação de repintura*

A remoção de manchas de esverdeadas provenientes de colonização biológica e associadas à umidade se faz por meio de limpeza localizada com água, para amolecimento do material na região, com dissolução de seus detritos. Água sob pressão e uso com escova de produtos químicos auxiliam na remoção de sujidades. A NBR 7200 (ABNT, 1992) recomenda que para a retirada da colonização biológica o ideal é utilizar escova de cerda dura com solução de fosfato trissódico ou solução de hipoclorito de sódio diluído em água e, em seguida enxaguar com água limpa.

Antes da aplicação da repintura, para evitar que futuramente a fachada volte a escurecer com a presença de umidade, recomenda-se que ela receba tratamento repelente de água, com fundo impermeável a base de aditivo sobre as superfícies restauradas. É interessante que o ataque biológico seja inibido, modificando-se os parâmetros físico-químicos de uma superfície para que ela se torne desfavorável a este ataque.

Existem no mercado, produtos impermeabilizantes a base de silicone (hidrófugos) capazes de atuar como repelente de água, devendo ser adicionados ao concreto e argamassa para torná-los resistentes à intempéries e envelhecimento. Além de impermeabilizarem materiais porosos ao protegerem o substrato contra penetração da água e de agentes agressivos, evitarem a infiltração por capilaridade e não modificarem o aspecto da fachada, também atuam contra ataque de musgos e algas.

Conforme já citado, o melhor período para trabalhar com produtos impermeabilizantes, dentre os estudados, correspondente ao chamado solstício de verão (Novembro–Dezembro/2013). Este foi o momento em que realizou-se o segundo levantamento no ICB, período em que se observou um índice menor de umidade na área mais crítica da edificação (miolo).

Falorca e Mendes Silva (2009) afirmam que os requisitos para isolamento térmico em envelopes das edificações tem aumentado significativamente nos últimos anos, isso porque os isolamentos para paredes externas, quando aplicados/mantidos corretamente, correspondem a uma expectativa de vida maior.

Quanto as manchas causadas por respingos de água da chuva, para eliminá-las, basta lavar o local com água sem esfregar. Para que o problema não persista, propõe-se solução em nível de projeto, com execução de peitoris com pingadeiras para as janelas, protegendo a alvenaria para que a água desça e não se acumule na fachada.

Nota-se que a eficácia nos tratamentos contra umidade/manchas depende dos métodos e produtos selecionados, porém, é preciso que o crescimento biológico seja controlado na fachada, conforme condições ambientais incidentes. Uma forma desse controle é realizar a poda de contenção para controlar a vegetação próxima ao ICB, de modo a evitar ambientes úmidos com sombreamento.

#### **d) P8<sup>8</sup>- Corrosão em estrutura de concreto armado**

##### ▪ ***Hipótese de diagnóstico***

Patologias em estruturas de concreto armado são comuns na UFPA, principalmente associadas a umidade e retração plástica (perda de água em excesso — concreto endurece, seca e retrai). Nota-se no ICB a influência direta desta umidade prolongada, tratando-se da origem primária da degradação do concreto.

A presença de água constante próximo a este material poroso pode atingir sua armadura. Esta, por sua vez, sofre expansão e gera fissuras, interferindo na durabilidade da estrutura. Com a ação do tempo, parte do material cai e deixa o aço aparente. Se o problema não for logo solucionado, a tendência é piorar, visto que a presença de fissura facilita o transporte iônico até o aço; e a variação climática, comum na região da UFPA, acarreta expansão (com aquecimento) e contração (no resfriamento) do material.

---

<sup>8</sup> Exclui-se desta análise as fissuras em concreto provenientes de possíveis recalques de fundação, movimentação de estrutura e dilatações térmicas diferenciadas; os quais merecem estudo mais aprofundado.

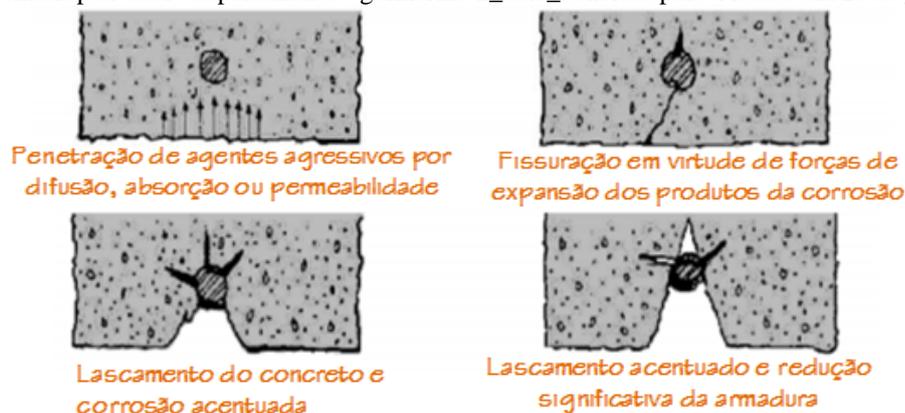
Estes fatores levaram ao processo de ferrugem das armaduras do ICB, principalmente na base onde há contato direto com um solo umedecido ausente de drenagem; e, em grau menor, ao processo de fissuração geométrica, que segue paralelamente contornando algumas vigas da edificação, principalmente aquelas próximas a sistemas de ar condicionado que sofrem na presença de água (Figura 54) (Apêndice B: MD-03/06; M-04/06; M-05/06).

Figura 54 – (a) Fissura geométrica, (b e c) umidade e corrosão na armadura, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



O revestimento que protege a armadura e evita a sua corrosão, no prédio do ICB, provavelmente sofreu agressão de gases ácidos por estar inserido em regiões mais úmidas, o que impede a realcalinização do concreto (meio alcalino elevado que evita corrosão) que, a partir de espessura insuficiente de revestimento, aliado ao contato com a água e ao processo de fissuração, aconteceu a corrosão deste aço (Figura 55).

Figura 55 – Fases do processo de corrosão do aço. Fonte: Adaptado de <[http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2\\_aula\\_concreto.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2_aula_concreto.pdf)> Acesso em 23 de janeiro de 2014



Como descrito acima, pode-se dizer que a hipótese das principais causas que levaram às patologias no concreto está ligada à umidade excessiva, à fatores atmosféricos e às reações químicas. Ou seja, baixa alcalinidade no material e acidificação do solo; na expansão de materiais no interior do concreto; e nas características do meio ambiente, pois os pontos mais úmidos da edificação são os que apresentam problemas com o concreto. Além disso, assim como encontrado na pesquisa de Escribano (2009), pode-se citar também como causa desta patologia no ICB, o ataque de agentes químicos agressivos presentes na água e na atmosfera,

que produzem carbonatação e deterioração do concreto; e a corrosão do aço em virtude da espessura/qualidade do cobrimento da armadura.

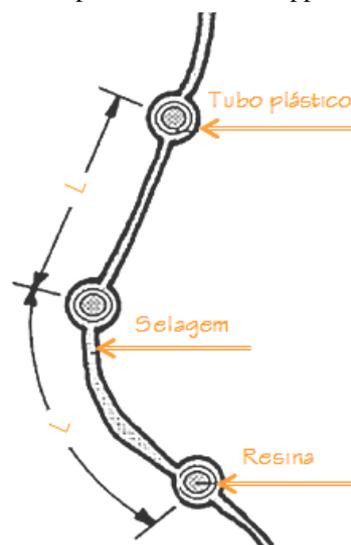
Figura 56 – Preparação da fenda para injeção.  
Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

▪ **Proposta de intervenção**

Considerando os ensaios (item 4.3.2) realizados nas estruturas de concreto como forma de se obter diagnóstico mais preciso, comprovou-se por meio técnico que a integridade da estrutura do ICB não está condenada de forma absoluta, sendo passível de reparação.

Após eliminar do local a causa primária (umidade) e comprovado que não há novas tensões que irão romper o concreto, lista-se a forma de recuperação deste tipo de dano patológico, considerando ser um trabalho que requer mão-de-obra com conhecimento técnico para se obter resultado de longa duração.

Existem várias técnicas para recuperação do concreto (quando não há exposição do aço) que poderiam ser aplicadas no ICB. Para terem eficiência, é preciso experiência do profissional que está executando bem como atentar para a escolha do material ideal.

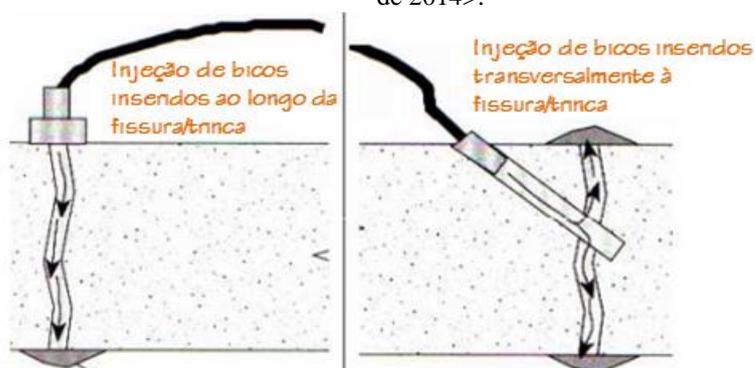


**1) Técnica de injeção** (SOUZA e RIPPER, 1998):

- abertura de furos ao longo da fissura (diâmetro de 10mm e profundidade de até 30mm, com espaçamento entre elas variando de 50mm a 300mm), para, após limpeza, receberem tubos plásticos. A fixação destes tubos é feita com próprio adesivo que sela o intervalo das fissuras entre dois furos, com esta selagem funcionando como arremate da injeção e proteção da própria resina (Figura 56);
- limpeza (ar comprimido + aspiração) para remover partículas soltas e as oriundas do processo de furação;
- injetar argamassa à base cimento modificado com polímeros (resina epóxi), tubo a tubo, para preencher vazios, vedando as fissuras (Figura 57). Este procedimento promove a aderência e elevada resistência mecânica, além de garantir impermeabilidade ao criar barreira física à capilaridade ascendente.
- Ao injetar o produto através de um tubo, o seguinte deve estar aberto. Somente após a saída da resina por este segundo orifício, o primeiro deve ser vedado, passando-se a injetar pelo segundo com o terceiro aberto, e assim sucessivamente;

- remover tubos plásticos um dia após o término da injeção, promovendo-se, com a própria cola de injeção, a regularização dos locais onde estavam fixados.

Figura 57 - Reparo de fissura/trinca em estrutura de concreto armado. Fonte: Adaptado de [http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2\\_aula\\_concreto.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2_aula_concreto.pdf) <Acesso em: 23 de janeiro de 2014>.



## 2) Processo de costura de fendas:

Trata-se da inserção de grampos de aço próximo da região fissurada. Optar por este tipo de reparo é conveniente apenas a partir de laudos baseados em ensaios (como os citados anteriormente), pois um erro de diagnóstico e execução da técnica sem conhecimento, segundo Souza e Ripper (1998), pode aumentar a rigidez da peça, em que o esforço continua e gera novas fissuras em região adjacente. Os mesmos autores afirmam que estes grampos, além de apresentarem comprimento variável, devem estar inclinados em relação ao eixo da fissura para não introduzirem esforços adicionais ao concreto (Figura 58).

Figura 58 – Detalhe do posicionamento dos grampos. Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998).

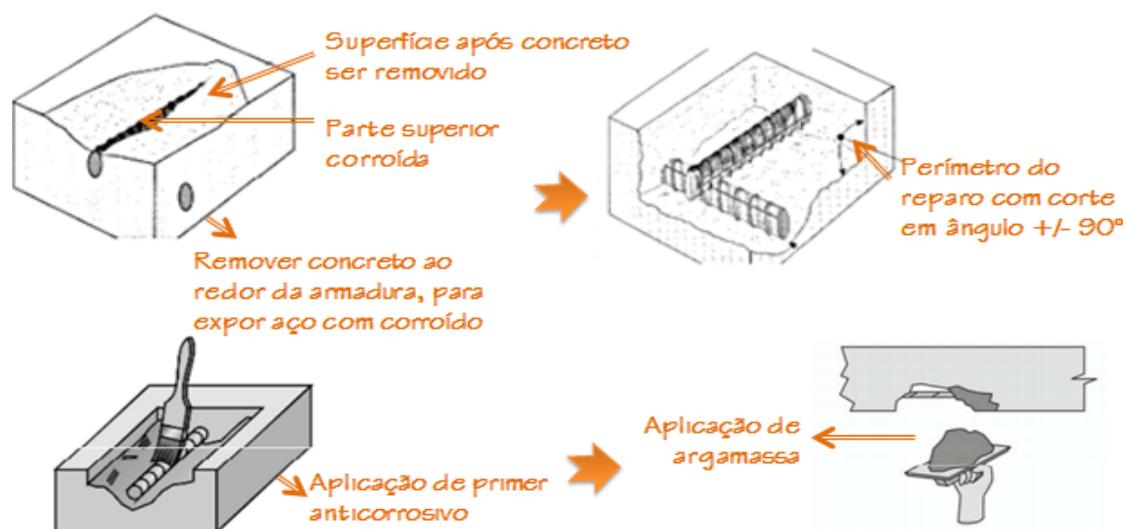


Para a estrutura em concreto armado que apresenta exposição da armadura, as etapas de reparo seguem na listagem abaixo, e ilustradas na Figura 59:

- *Remoção da área contaminada:* limpeza local, com retirada de impurezas/inscrustações na superfície do concreto, de ferrugem sobre armadura a serem reparados por meio de lixamento e qualquer sujidade que possa prejudicar a penetração do material de reforço na microestrutura porosa do concreto;

- *Proteção da armadura* (revestimento superficial): por meio de trinchas de cerdas macias, aplicar na armadura primer anticorrosivo, material adesivo a base de polímero ou zinco que funcione como ponte de aderência;
- *Ponte de aderência*: para criá-la, ou seja, obter superfície que facilite o contato da argamassa de recuperação a ser aplicada, Silva (2007) recomenda aplicação de cimento com aditivo adesivo com base acrílica sobre o concreto umedecido momentos antes de receber a argamassa de recuperação;
- *Aplicação de argamassa*: aplicar novo preenchimento de argamassa ao redor da área afetada, o qual deve ser menos permeável/poroso (menor relação água/cimento e maior fck). Seria interessante a utilização de aditivos impermeabilizantes para vedar poros abertos da argamassa, protegendo a nova estrutura da umidade. Executar cobrimento que apresente maior tempo para que uma possível camada carbonatada chegue até o aço. Usar argamassa à base de cimento Portland (quartzo de granulometria + polímero + microssilica + fibras sintéticas ou metálicas);
- *Revestimento final*: a área reparada deve ser nivelada com a original por meio de desempenadeira metálica para, em seguida receber revestimento final, no caso do concreto que recebe pintura. Para esta nova aplicação deve-se manter a mesma tonalidade da original.

Figura 59 - Etapas de reparação do concreto armado. Fonte - Adaptado de <[http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2\\_aula\\_concreto.pdf](http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~guilherme/2_aula_concreto.pdf)> Acesso em: 23 de janeiro de 2014



A NBR 6118 (ABNT, 2004) afirma que o risco e a evolução da corrosão do aço, na região onde há fissuras, dependem da qualidade e da espessura de cobrimento da armadura. Nas áreas do ICB em que houve redução suficiente da seção transversal da armadura para

receber reforço, é conveniente dispor de armadura adicional para que as condições de segurança e desempenho sejam restabelecidas.

Para tal, pode-se utilizar a técnica do grampeamento de novas armaduras acrescentadas ao elemento estrutural (Figura 60). Segundo Souza e Ripper (1998), este caso de fixação de novas armaduras pode ser feito por meio de grampos fixados por disparo de pistola especial com capacidade em resistir aos esforços. Depois do aço reparado quando necessário, cobre-se a estrutura com concreto, promovendo o aumento da seção do elemento.

Figura 60 - Exemplo de fixação de novas armaduras. Fonte - Adaptado de Souza e Ripper (1998).



#### e) P9 e P10 – Vegetação e macro-organismos

##### ▪ Hipótese de diagnóstico

A presença de vegetação e macro-organismos é proveniente de causas adquiridas com o uso, aliada a falta de manutenção periódica. A presença de vegetação (Apêndice A: F-10/33; F-12/33; F-13-33), somada à de macro-organismos nas fachadas (Apêndice A: F-22/33; F-32/33; F-28/33. Apêndice B: MD-05/06), denota processos de limpeza insuficientes, propiciando locais de reprodução de seres vivos (Figura 61).

Figura 61 - (a) Vegetação; (b e c) presença de macro-organismos, Julho-Setembro – ICB (2013)



Além disso, o crescimento da vegetação está conectado diretamente com a agressividade ambiental das grandes fachadas, o que vai ao encontro com a pesquisa de Falorca e Mendes Silva (2009), que também concluíram que a presença destes seres biológicos alia-se à presença de umidade prolongada da superfície, considerados visualmente inaceitável.

O problema de macro-organismos no ICB resume-se na presença dos cupins de solo, ou como também chamados, os cupins de concreto.

Como o concreto e alvenaria tornam-se um obstáculo para a passagem do cupim entre sua colônia (solo e fundação, favoráveis para sua reprodução por serem de locais com umidade, restos de madeira enterrada e proteção à luz) e sua fonte de alimentação (madeiramento da cobertura e de algumas esquadrias), ele se dispersa na edificação e desgasta os elementos da fachada. Ou seja, na busca de material celulósico, tais insetos aproveitam a presença de falhas e fissuras para fazerem pequenas perfurações no revestimento para facilitar seu caminho, desgastando o material sem consumi-lo.

▪ **Proposta de intervenção**

As vegetações do tipo trepadeira, presentes no ICB, não precisam de árvores com raízes estruturais para se manterem na posição vertical, por isso, quando encontram ambiente favorável, apoiam-se na própria edificação. A solução para a presença dessas plantas é a retirada de suas folhas, as quais descaracterizam a fachada e podem chegar a obstruir a passagem de pessoas. A poda de limpeza periódica é essencial para manter a fachada livre desta vegetação.

Para solucionar o problema de cupim, a reparação é simples, em que se minimiza futuros ataques de novas colônias nas áreas protegidas:

- aplicar produtos químicos específicos e de forte ação residual em pontos específicos no solo, funcionando como tratamento para inibir a manifestação deste tipo de inseto;
- raspar das fachadas o resto de galerias formadas pelos cupins e proceder nova pintura.

**f) P11 – Perda de Coloração**

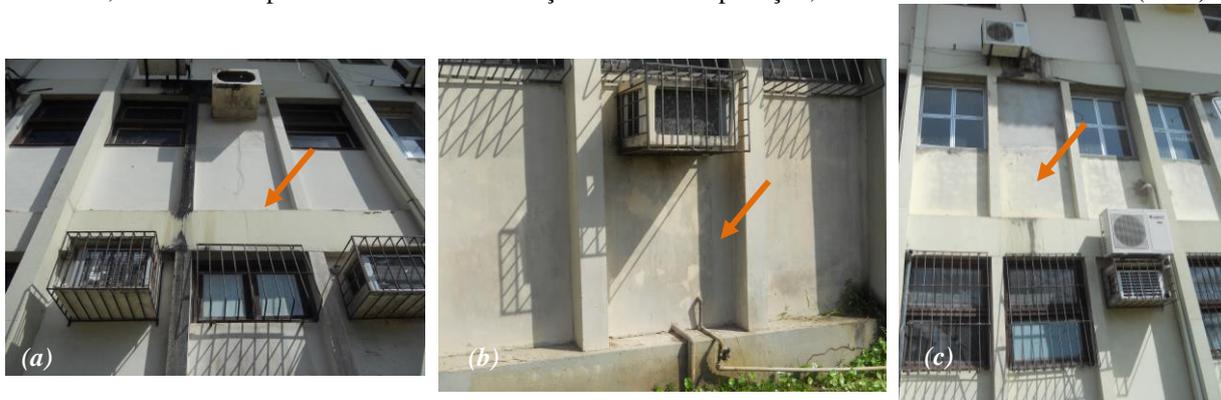
▪ **Hipótese de diagnóstico**

A perda de coloração acontece por causa adquirida, em função do desgaste natural (evolução do tempo e exposição ao uso), associada às causas atmosféricas (radiação solar e térmica), as quais auxiliam no desgaste da tonalidade do revestimento em argamassa (Apêndice A: F-16/33 e F-21/33) (Figura 62a). Pezzato (2010) afirma que a alteração de coloração é um dano estético, mas, se vier associada a uma umidade persistente, pode evoluir para eflorescência.

Além disso, esta patologia também foi designada para casos em que há perda de revestimento por pulverulência (Apêndice A: F-13/33), que desagrega com facilidade da superfície junto com as camadas do sistema de revestimento apenas com a pressão das mãos, situação claramente observada em diversos pontos no ICB (Apêndice B: M-06/06) (Figura 62b e 62c). Isso se deve em decorrência da tinta ter sido aplicada antes da cura completa do

reboco; ou pelo uso de tinta com baixa resistência à radiação solar, ocasionando deterioração da película de pintura com pulverulência, que perde o brilho e descolore.

Figura 62 - (a) Perda de coloração - ação negativa do sol; (b e c) perda de coloração - pulverulência. Em ambos os casos, também há hipótese de excesso de diluição da tinta de aplicação, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



Na presença de umidade por capilaridade proveniente do piso ou da ação de intempéries, isso acontece com a película de pintura, segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), pela composição inadequada do material, caracterizando massa do reboco/emboço com excesso de finos no agregado ou traço pobre em aglomerante; e carbonatação insuficiente da cal (em argamassas com cal), dificultada por temperatura elevada ou ação do vento.

▪ **Proposta de intervenção**

Exterminados os focos de presença de água, para solucionar o problema de perda de coloração por pulverulência nas fachadas do ICB, ocasionada por má aplicação da técnica de execução ou má qualidade do material, é necessário a renovação da camada de revestimento, com a retirada do que ainda existe. Dar preferência para tintas destinadas para exteriores, que apresentem resistência à radiação ultravioleta.

**g) P12 – Intervenção Indevida pela ação humana**

▪ **Hipótese de diagnóstico**

A intervenção indevida, colocada na pesquisa como dano por representar a falta de conformidade com o restante da edificação, tem como agente de degradação as causas provocadas pela ação humana. Observou-se que é caracterizada por reposição de material incompatível com o original, destoando do restante da envolvente (Apêndice A: F-11/33); perfuração da alvenaria/concreto para passagem de fiação elétrica, tubulação de ar condicionado (Apêndice A: F-32/33) e canalizações (Apêndice A: F-22/33); e fechamento de vão apenas com alvenaria e reboco, obtendo-se um sistema de revestimento insuficiente e diferente dos demais (Apêndice A: F-11/33; F-20/33).

Sua grande incidência no ICB, acontece principalmente para fechamento de antigos vãos e abertura de novos para portas/janelas e ampliações verticais não previstas, caracterizando a necessidade que a edificação apresenta em criar novos espaços. Entretanto, o modo como o Instituto apresenta-se indica que as pequenas obras são feitas de maneira pontual para atender situações urgentes, sem preocupação com a linguagem arquitetônica (na área de intervenção é utilizado revestimento diferente do original) e com acabamento (na maioria dos casos o revestimento final não é colocado, com o substrato sendo coberto apenas pelo reboco) (Figura 63 e Apêndice B: M-01/06 a M-06/06).

Figura 63 – Fachada B e E – ICB (Apêndice B – MD: 02/06 e MD: 05/06), com marcação nas áreas de cor lilás, as quais representam os pontos em que há intervenção indevida.



Além disso, existe também o problema quanto aos procedimentos de instalação de sistemas de ar condicionado presentes nas fachadas do ICB, com perfuração de peças estruturais ou alvenaria para passagem de dutos, já citado no item de Umidade (Apêndice B: M-02/06; M-04/06; M-06/06) (Figura 64).

Figura 64 - (a) Reposição de material diferente do original; (b) perfuração da estrutura para canalizações, além da ausência de acabamento final e presença de macro-organismos; (c) fechamento de vãos sem acabamento final, umidade e falta de planejamento na instalação de sistemas de ar condicionado, Novembro-Dezembro – ICB (2013)



- **Proposta de intervenção**

A solução para corrigir os erros listados acima e provocados pela ação negligente do homem, baseia-se em planejamento e produção de projetos específicos para o ICB, possibilitando controle da criação/eliminação de ambientes; e de procedimentos de instalação de sistemas de ar condicionado, elétricos e hidráulicos.

#### **4.3.4 Diretrizes básicas para Manutenção Preventiva - ICB**

Escribano (2009) notou em sua pesquisa que, a última fase do processo construtivo — Uso e Manutenção — também é responsável pela ocorrência de patologias em fachadas, se não houver limitações de uso e se as condições de conservação não forem estabelecidas. Assim como Lourenço, Luso e Almeida (2006), que afirmam que efeitos do próprio meio em que a edificação se encontra, combinados com falta de manutenção, facilitam sua deterioração.

Situação semelhante também foi observada no Instituto de Ciências Biológicas, em que grande parte das patologias presentes poderiam ter sido minimizadas na presença de um sistema de manutenção preventiva com operações regulares antes da edificação atingir seu limite de tempo de vida útil.

Isso vai ao encontro da NBR 15575-2 (ABNT, 2013), que afirma que devem ser previstas e realizadas manutenções preventivas sistemáticas, com caráter corretivo sempre que necessário, o que deve acontecer assim que o problema se manifesta, impedindo que pequenas falhas progridam rapidamente para patologias mais extensas.

Procurou-se listar soluções que, além de sanar o problema local, funcionassem como tratamentos conservantes, minimizando futuras ocorrências. Considerando que toda proposta de intervenção física de reparo deva vir acompanhada por proposta de manutenção, a partir do item anterior, o qual lista os tipos de intervenções aplicáveis em patologias específicas, é possível criar um documento técnico que apresente procedimentos de inspeção/manutenção preventiva para a edificação do estudo de caso.

Algumas normas abordam isso, como a NBR 5674 (ABNT, 1999), que prevê a preservação/restabelecimento das condições ambientais adequadas à utilização de edifícios; e a NBR 14.037 (ABNT, 1998), que estabelece obrigatoriedade para construtores em elaborar manuais de operação, uso e manutenção, recomendando sua revisão/documentação quando realizadas modificações em relação ao originalmente construído.

Cada elemento de construção pode ter uma ou mais operações de controle, de acordo com uma escala de degradação e prioridade de intervenção; assim como períodos mais favoráveis para cada intervenção (FALORCA e MENDES SILVA, 2009). De forma sucinta, destaca-se, para fachadas do ICB, a necessidade de limpeza periódica das superfícies e reposição de elementos construtivos danificados logo que detectado o problema.

Porém, para identificar de modo mais criterioso as necessidades futuras do estudo de caso, é interessante definir padrões de operação local visando preservar o patrimônio arquitetônico e seu desempenho funcional ao longo do tempo. Para tal, seria necessário vistoria técnica orientada por um Manual de Utilização que agregasse planos de ação voltados à conservação da edificação do ICB, com especificações técnicas, fases da construção e reparos a serem executados.

Isto é estipular, conforme NBR 6118 (ABNT, 2004), medidas especiais para o local visando conservação de suas fachadas, por meio de aplicação de produtos hidrofugantes e pinturas impermeabilizantes sobre superfícies do concreto e em revestimentos de argamassa.

Tal situação vai ao encontro do abordado por Falorca e Mendes Silva (2009) em sua pesquisa, os quais afirmam que esta metodologia deve funcionar como atualização dinâmica durante a fase de exploração, com o objetivo de monitorar o desempenho dos componentes e emitir alertas de correção quando necessário.

၈၀၃

## CAPÍTULO 5

# Considerações Finais

၈၀၄

## CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve por finalidade apresentar os resultados obtidos na presente pesquisa acerca de patologias, bem como explicitar sua contribuição para outros trabalhos relacionados ao tema e para o campo de ação onde ocorre o levantamento de dados.

#### 5.1 RETOMANDO OS OBJETIVOS DA PESQUISA

Retoma-se o propósito da pesquisa com vista a organizar as compreensões sobre as metas iniciais traçadas, as quais englobaram a avaliação de patologias que afetaram fachadas de edificações pertencentes à Universidade Federal do Pará.

De maneira mais específica, a partir de uma amostra de 30 edificações, procurou-se 1) detectar os danos com caracterização do que existe atualmente, focando em revestimento em argamassa e estrutura em concreto aparente; 2) propôr estudo comparativo da frequência com que as falhas ocorrem entre os prédios investigados, como forma de selecionar a situação mais crítica para ser alvo de estudo mais aprofundado; e 3) identificar prováveis agentes de degradação, o que possibilitou apontar propostas genéricas de recuperação aplicáveis em projetos futuros conforme especificidade de cada local.

#### 5.2 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Com a revisão bibliográfica, concluiu-se que, durante o processo de execução das etapas de sistemas de revestimentos, existem procedimentos a serem realizados para que a fachada atinja desempenho esperado. Estas etapas consistem na *elaboração de projeto específico* de fachadas, agregando planejamento para evitar que falhas sejam detectadas apenas durante execução; *utilização de materiais com desempenho reconhecido* dentro do mercado, propiciando maior tempo de vida útil; e, *mão-de-obra* apta à realização do serviço.

Em contrapartida, mesmo buscando-se elevar o nível de qualidade na produção de fachadas, percebeu-se que praticamente impossível evitar por completo a ocorrência de patologias, já que não há como descartar a ausência total de falhas durante o processo, nem ignorar que o uso e ações de fatores externos levem à degradação natural com efeitos negativos sob a edificação. Assim, entendeu-se que procedimentos executivos corretos não

têm por finalidade impedir a ocorrência de danos, mas sim retardar/minimizar seu aparecimento.

Para a segunda etapa da pesquisa, abordou-se as patologias através de seus sintomas (mecanismos de degradação e principais causas), apresentando conexão entre revisão bibliográfica e aquilo analisado em visitas in loco. A partir de uma base teórica e do desenvolvimento de metodologia de pesquisa, a intenção foi contribuir para o entendimento sobre patologias e como que elas influenciam na durabilidade das fachadas.

Visando obter amostras comparativas entre si, foram avaliadas patologias presentes no envelope externo de 30 edificações da UFPa (classificadas quanto ao material analisado e à idade da edificação)<sup>1</sup>, baseando-se em levantamento visual e quantificação dos danos por meio de um método de registro de anomalias que comprometeram as fachadas (FID - Apêndice A). Com a padronização de métodos avaliativos (recomendado pela NBR 5674 - ABNT, 1999), gerou-se documentos que facilitam futuros gerenciamentos de manutenção e programações de reparos.

Foi constatado que as edificações levantadas provavelmente mantêm seu estado de conservação durante os primeiros anos, mas que com o passar do tempo, ao perderem gradativamente esta característica e não receberem manutenção em tempo hábil, a ocorrência de problemas patológicos se agrava.

A presença das patologias, discursadas ao longo da pesquisa e presentes na amostra, acarretou consequências para a edificação como um todo. Observou-se que vários danos acontecem simultaneamente dando origem a outros, com sua ocorrência relacionada a uma ou várias causas e com situações de fácil identificação e outras não.

Após apontar a edificação mais crítica (Instituto de Ciências Biológicas - ICB), em que se analisou seus principais danos e respectivas causas, listou-se, para ela, medidas básicas de intervenção, visando sanar e/ou minimizar o problema decorrente, com proposição de um documento que pudesse funcionar como suporte técnico na inspeção de fachadas de edificações em geral.

A priori, análises específicas foram efetuadas para o estudo de caso com o propósito avaliar seu estado físico no que tange seu local de implantação, orientação e ação de

---

<sup>1</sup> A hipótese de haver relação entre a idade da edificação e a gravidade da degradação foi rejeitada, não havendo análise sob esse aspecto para os casos. Esta inviabilização aconteceu em virtude da ausência de informações diante da Prefeitura do Campus sobre o ano exato de execução de projeto e o registro do número de reformas sofridas.

condicionantes climáticos, buscando entender a que ações do meio a envolvente do edifício está sujeita a partir de sua orientação geográfica.

Por conta da urbanização das grandes cidades existem alterações das condições ambientais (temperaturas extremas e ventos intensos, ambos relacionados com o clima) que culminaram em ações físicas com aparecimento de patologias nas edificações da UFPa, capazes de influenciar a qualidade dos materiais.

Notou-se que, a partir dos dados expostos, que fatores externos influenciam no processo de aparecimento de manchas/umidade nas fachadas, provenientes de sua localização geográfica, do clima local e da contaminação atmosférica que impregna na envolvente com ajuda da ação do vento.

Além disso, determinadas patologias surgem como resultado do uso e ação humana, com procedimentos de concepção/instalação inadequadas, bem como mão-de-obra desqualificada e falta de manutenção periódica que pudesse conservar a edificação.

Para auxiliar nas investigações específicas para o estudo de caso, foram elaborados os Mapas de Danos (Apêndice B) para as fachadas mais significativas do ICB. A partir destes Mapas estabeleceu-se conexões entre as diferentes partes da envolvente com os tipos de patologias, para aquelas mais interessantes fez-se uso de imagens fotográficas para facilitar o reconhecimento do dano. Foram feitos registros com precisão das áreas afetadas (o que facilitou encontrar suas causas), representadas por códigos padronizados de hachuras/cores, permitindo marcar a sobreposição de danos com compreensão dos locais que apresentam simultaneamente dois ou mais danos.

Conforme Tinoco (2009), através deste método, recomendado pela NBR 5674 (ABNT, 1999), foi possível caracterizar o estado físico da edificação através de sua representação gráfica/fotográfica, abrangendo levantamento dos danos identificados, ilustrando-se e discriminando-se os agentes que originaram as patologias.

Para auxiliar na tomada de decisões quanto à intervenção, também foram efetuados para o estudo de caso, investigações por meio de ensaios laboratoriais, a partir dos quais foi possível comprovar as origens daqueles danos que a princípio não se identificou a causa.

Verificou-se que para as edificações estudadas, as patologias encontradas são de diferentes naturezas e grau de complexidade dentro de uma escala de danos que vão desde os mais simples, que com manutenção programada é eliminado; até os mais graves, que necessitaram de ensaios específicos para descobrir ao certo sua causa.

Com o levantamento de dados, conseguiu-se subsídios para analisar as patologias mais frequentes presentes no ICB, apontando hipóteses de diagnóstico e propostas de intervenção.

Percebeu-se que não existe um único rumo avaliativo e de sugestão de reparos, cabendo à pesquisa apontar os caminhos básicos para produção de futuros laudos com auxílio de relatórios técnicos, como o do modelo presente no Apêndice C. Sempre que houver necessidade, vê-se a importância da presença de outros profissionais na obtenção de dados mais precisos, como, por exemplo, um engenheiro calculista.

Os resultados permitiram concluir que as edificações analisadas apresentam danos patológicos que, na maioria das vezes, atuam no sistema de revestimento como um todo, podendo atingir ou não a base do sistema; e que, aqueles danos causados em virtude de condicionantes climáticos apresentam ligação com algum outro tipo de anomalia, comprovando que uma única patologia raramente age sozinha.

Grande parte dos danos presentes nas edificações da UFPa acontece por negligência humana, com a presente pesquisa identificando que para a edificação apresentar bom desempenho, é preciso dominar o processo para que o produto final seja controlado.

As principais fontes de anomalias dos estudos de caso encontram-se justamente no processo, ou seja, na deficiência de projeto, em que as ações são tomadas de forma emergencial e sem planejamento; em problemas de execução, caracterizados por edificações com deterioração precoce; e na ausência de vistorias periódicas, em que a falta de manutenção é percebida nas fachadas visivelmente desgastadas com o tempo.

A tríade, representada na Figura 65, informa os três pontos básicos que devem ser respeitados para que as edificações apresentem fachadas com desempenho satisfatório, indo ao encontro daquilo que outros autores afirmam, citado na Figura 10 (pág. 49) do Capítulo 2 da Revisão Bibliográfica.

Figura 65 - Tríade de desempenho satisfatório



Quanto as patologias relacionadas à problemas de execução, a partir da bibliografia consultada, notou-se que, grande parte dos casos equiparam-se a essa pesquisa, quando informam que os sinais de danos têm relação direta com defeitos de ancoragem do sistema de revestimento ou fixação do revestimento final.

Percebeu-se a implantação de soluções construtivas ineficazes com insuficiência no domínio de técnicas construtivas, quando envoltivos que visivelmente receberam algum tipo de reparo recente já apresentavam qualidade deficitária.

Portanto, de modo a evitar o aparecimento precoce de patologias em fachadas, elevando seu tempo de vida útil e reduzindo custos extras, sugere-se, além da execução rigorosa baseada em normas técnicas, a programação de vistorias periódicas para que medidas preventivas de reparo sejam tomadas, as quais ao serem executadas devem considerar o melhor período para tal e os materiais mais adequados conforme as condicionantes climáticas do local.

Concluiu-se que os casos da UFPA precisam ser conduzidos à recuperação de seus componentes externos, considerando seu desempenho insatisfatório frente à capacidade de promover a estanqueidade e proteção de agentes agressivos.

### 5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As considerações finais apresentadas estão em consonância com a bibliografia pesquisada. Entretanto, os resultados obtidos não devem ser tomados como verdade absoluta, mas sim consolidar as próximas etapas a serem seguidas na realização de novos trabalhos.

Considerando a necessidade de prosseguir/aprofundar estudos neste campo, lista-se a seguir sugestões para trabalhos futuros:

- análise laboratorial e caracterização dos materiais empregados na confecção das argamassas;
- análise laboratorial dos agentes biodeterioradores atuantes sobre os revestimentos;
- acompanhamento de desempenho e de trabalhos de manutenção das mesmas edificações, com produção de novos registros e acompanhamento da evolução da degradação com o tempo;
- estabelecer a padronização de tabelas que apontem níveis de degradação por meio de índices numéricos de gravidade do dano, podendo ser utilizadas para outros casos;
- desenvolvimento de medidas preventivas específicas para cada anomalia encontrada, executáveis periodicamente, apresentando soluções técnicas definidas de acordo os condicionantes climáticos.

❧

# REFERÊNCIAS

❧

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ricardo de. **Manifestações Patológicas em prédio escolar: uma análise qualitativa e quantitativa**. 2008. 204p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Practice for Developing Accelerated Test to Aid Prediction of the Service Life off Building Components and Materials**. E 632-82 (Reapproved 1996). Annual Book of ASTM Standards, section 14, v.1402, Philadelphia, 1998.

ANGELO, Ana Margarida Vieira. **Análise das patologias das estruturas em concreto armado do estádio Magalhães Pinto – Mineirão**. 2004. 439p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Guia básico da utilização do Cimento Portland**. 7 ed. São Paulo, 2003, 28p. (BT-106).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674/1999** – Manutenção de Edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118/2004** – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7175/2003** – Cal Hidratada para Argamassas. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200/1998** – Execução de Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584/1995** – Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529/1995** – Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749/1996** – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755/1996** – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817/1997** – Placas cerâmicas para revestimentos - classificação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818/1997** – Placas cerâmicas para revestimentos – especificação e ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037/1998** – Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081/2004** – Argamassa colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1/2013** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2/2013** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

AUTODESK. **Software Analysis Ecotect**, 2012.

BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. **Produção de Revestimentos Cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. São Paulo, EPUSP-PCC, 2001.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. **O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico**. In: Congresso Iberoamericano y VIII Jornada “Técnicas de Restauración e Conservación Del Patrimônio”, 2009. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 20 p.

BAUER, Elton. **Sistemas de Revestimentos de Argamassa**. P. 7 – 14 (in Bauer, Elton, 1994 – Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades). Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005.

BAUER, Roberto José falcão; RAGO, Fabiola. Expansão por Umidade de Placas Cerâmicas para Revestimento. **Revista Cerâmica Industrial**. São Carlos, São Paulo, V. 5, n. 3, 2000.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em <

[http://www.cgu.gov.br/AreaAuditoriaFiscalizacao/Arquivos/FinanciamentoExternoECOoperacao/Legislacao/Lei\\_8666.pdf](http://www.cgu.gov.br/AreaAuditoriaFiscalizacao/Arquivos/FinanciamentoExternoECOoperacao/Legislacao/Lei_8666.pdf)> Acesso: 11 de abril de 2013.

BRITO, Jorge de; NETO, Natalia. Buildings envelope anomalies: Validation of an inspection and diagnosis system for anomalies in natural stone cladding. **Construction and Building Materials**, Elsevier, v. 30, 224-236, 2012.

BROWN, G. Z; DEKAY, M. (trad. SALVATERRA, A. F. da S.) **Sol, Vento & Luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 2009. 176p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009.

CHEW, M. Y. L; TAN, S. S.; KANH, K. H. Contribution Analysis of Maintainability Factors For Cladding Facades. **Architectural Science Review**, v. 48, n. 3, 215-227, 2005.

CHING, Francis D. K. ; ADAMS, Cassandra. **Técnicas de construção ilustradas**; trad. Luiz Augusto M. Salgado – 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CINTRA, Carlos Roberto Godoi. **A utilização na ISO 6241 na avaliação de Edificações Escolares, através dos métodos e técnicas da APO – Avaliação Pós-ocupação – O Caso das “Escolas de Cara Nova” de Mogi das Cruzes**. 2001. 142p. Dissertação (Mestrado) – Escola Federal de Engenharia de Itajubá (EFEI), Itajubá, 2001.

COSTA, Luís Gustavo Gonçalves. **Cronidas: elaboração da base de dados para auxílio em representação de mapa de danos**. 2010. 263 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

COSTA e SILVA, Angelo Justa da. **Método para gestão das atividades de manutenção de revestimentos de fachada**. 2008. 239p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COSTA JÚNIOR, Milton Paulino da. **Avaliação pós-ocupação e manutenção estratégica de escolas públicas**. 2001. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

CUNHA, E. G. da (Org.). **Elementos de Arquitetura de Climatização Natural: método projetual buscando a eficiência das edificações**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006.

EMBRAPA. **Banco de Dados Climáticos do Brasil: Balanço Hídrico para o Município de Belém**, 2003.

ESCRIBANO, J. Pathology of light facades. **Journal of Building Appraisal**. Palgrave Macmillan,, V. 5, n. 2, 149-159, 2009.

FALORCA, Jorge; MENDES SILVA, J.A.R. A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover. **Construction and Building Materials**. Elsevier, V. 23, n. 10, 3248-3257, 2009.

FERREIRA, José Freire da Silva; DE ASSIS, Alberto Luiz Rubim; COUCEIRO FILHO, Armando Diogo. **Espaço Acadêmico da UFPA**. UFPA.PCU.ETA, 1979.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. 2 ed. São Paulo: Pini, 2009.

FLORES-COLEN, Inês; BRITO, de Jorge. A system approach for maintenance budgeting of buildings facades based on predictive and preventive strategies. **Construction and Building Materials**. Elsevier, V. 24, n. 9, 1718-1729, 2010.

GAKLIK, Émille Schmidt. **Jardim Histórico do Palacete Dr. Astrogildo de Azevedo: mapeamento de manifestações patológicas e métodos de limpeza**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GASPAR, Pedro; BRITO, Jorge de. Mapping defect sensitivity in external mortar renders. **Construction and Building Materials**, Elsevier, v. 19, 571-578, 2005.

GHIGO, Jean Marc. Are there biofilm-specific physiological pathways beyond a reasonable doubt. **Research in Microbiology**, Elsevier, v. 115, 1-8, 2003.

GOMES, Maria Manuela Marques Soares Ribeiro Veloso. **A Reabilitação de equipamentos escolares públicos como componente de regeneração urbana**. 2007. 184p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2007.

GRANATO, José Eduardo. **Patologias das construções**. Notas de aula, 2004.

GRULLÓN PEÑA, Manuel Ramón. **Estudo da fissuração associada à retração em argamassas para reparo em estruturas de concreto**. 2004. 120p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GUIMARÃES, José Eptácio Passos. **A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**. Pini, 2002.

JÂCOME, Carlos da Cruz; MARTINS, João Guerra. **Identificação e tratamento de patologias em edifícios**. Série Reabilitação. 1ªed. 119p. 2005.

KIHARA, Yushiro; CENTURIONE, Sérgio Luiz. **O Cimento Portland**. P. 295 – 322 (in Isaia, Geraldo Cechella, 2005 – Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações – vol. 1). Rio Grande do Sul, 2005.

LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações). **Software Analysis SOL-AR 6.2**.

LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. 185p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LOURENÇO, Paulo B; LUSO, Eduarda; ALMEIDA, Manuela G. Defects and moisture problems in buildings from historical city centres: a case studying in Portugal. **Building and Environment**, V. 41, 223-234, 2006.

MACIEL, Luciana Leone; BARROS, Mércia M. S. Botura; SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998. (Projeto EPUSP/SENAI).

MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABBATINI, Fernando Henrique. **Tecnologia e Projetos de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo, n. 246, 1999. (BT/PCC/246).

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo. Pini, 2008.

MORAIS, Ana Isabel Barbosa. **Soluções de reabilitação de fachadas com revestimento em ladrilhos cerâmicos**. 2007. 170p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2007.

MOURA, Cristiane Borges. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. 2007. 234p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia civil - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MÜLLER, Siomara Ribeiro. **Histórico do campus e as patologias das fachadas dos prédios voltados para Avenida Roraima – UFSM**. 2010. 120p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

NASCIMENTO, Cicerino Cabral do. **Clima e morfologia urbana em Belém**. Belém: UFPA, NUMA, 1995.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **Tecnologia da Conservação e da Restauração - materiais e estruturas: um roteiro de estudos**. Salvador, EDUFBA, ABRACOR, 2002.

PAES, Isaura Nazaré Lobato; GONÇALVES, Sérgio Ricardo de Castro. **Dos momentos iniciais pós-aplicação ao desenvolvimento da aderência**. P. 42 – 50 (in Bauer, Elton, 1994 – Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades). Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade do Processo**: a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995, 286p.

PEREIRA, Priscila Souza. **Programa de Manutenção de Edifícios para as unidades de atenção primária à saúde da cidade de Juiz de Fora**. 2011. 109p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

PEREIRA, Luciana Manzoni. **Avaliação das Patologias e da Biodeterioração na Biblioteca Central Da UFSM**. 2012. 126p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PETRUCCI, Helena Maria Cabeda. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PEZZATO, Leila Maria. **Patologias no sistema revestimento cerâmico**: um estudo de casos em fachadas. 2010. 162 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismos - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PICANÇO, Marcelo de Souza. **Arenito Zeolítico com propriedades pozolânicas adicionadas ao Cimento Portland**. 2011. 88p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em geologia e geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

RESENDE, Maurício Marques. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios**: limpeza de revestimentos cerâmicos. 2004. 224p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

RICHTER, Cristiano. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda**: uma análise da confiabilidade e da conformidade. 2007. 180p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RODRIGUES, M. Fernanda S.; TEIXEIRA, José M. C.; CARDOSO, José C. P. Buildings envelope anomalies: A visual survey methodology. **Construction and Building Materials**, Elsevier, v. 25, 2741-2750, 2011.

SILVA, Armando Filipe. **Manifestações Patológicas em Fachadas com Revestimento Argamassados**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SHOHET I, M; ROSENFELD, Y; PUTERMAN, M.; GILBOA, E. **Deterioration patterns for maintenance management**: a methodological approach. P. 1666–1678. (In: 8th

International Conference on Durability of Building Materials and Components). Vancouver: 1999.

SILVA, A.; BRITO, J. de; GASPAR, P. L;. Service life prediction model applied to natural stone wall claddings (directly adhered to the substrate). **Construction and Building Materials**, Elsevier, v. 25, 3674-3684, 2011.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais. **Placas Cerâmicas para revestimento**. 24p. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TAGUCHI, Mário Koji. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. 2010. 87p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TERRA, Ricardo Curi. **Levantamento de Manifestações Patológicas de Fachadas das edificações da Cidade de Pelotas**. 2001. 133p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

THOMAZ, Ércio. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade da Construção**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2001.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos: Recomendações básicas**. Centro de estudos avançados da conservação integrada – CECI. Olinda, Pernambuco, 2009, vol. 43. 23p.

TORRACA, Giorgio. **Porous building materials: materials science for architectural conservation**. Rome: ICCROM, 1981.

TORRES, Ariela da Silva. **Corrosão por cloretos em estruturas de concreto armado: uma meta-análise**. 2011. 186p. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

VALES, Hélder Alexandre Martins. **Metodologia da manutenção de edifícios – mobiliário incorporado na construção (MIC)**. 2011. 188p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011.

❧  
APÊNDICES  
❧



## APÊNDICE A

# Fichas de Identificação de Danos



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BIBLIOTECA CENTRAL  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

FICHA:  
 F - 01 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

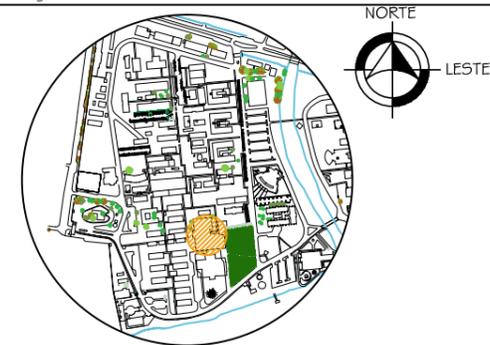
DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A

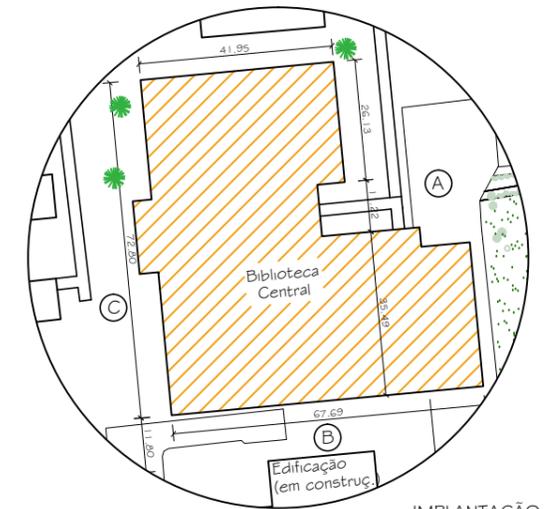


- CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO**
- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM
- DANOS ENCONTRADOS**
- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- (X) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (9) MACRO-ORGANISMOS
- (X) (4) UMIDADE ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO) ( ) (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO

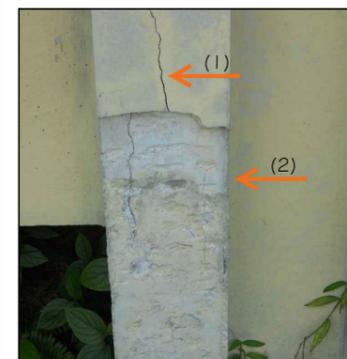
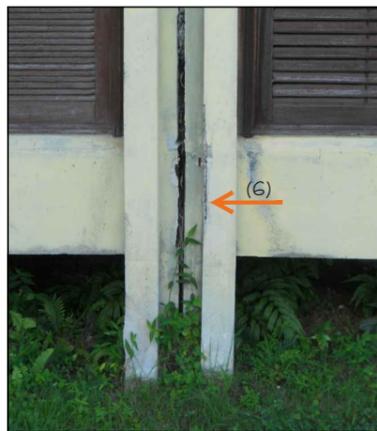


PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

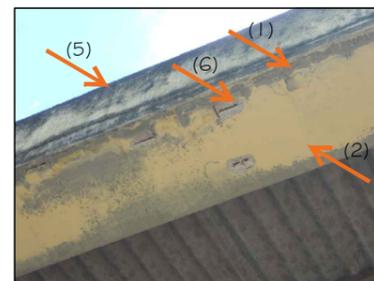


IMPLANTAÇÃO SEM ESCALA

FACHADA B



FACHADA C



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BIBLIOTECA DE GEOCIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 02 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



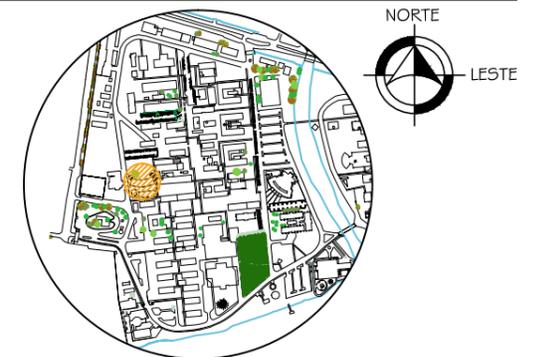
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

DANOS ENCONTRADOS

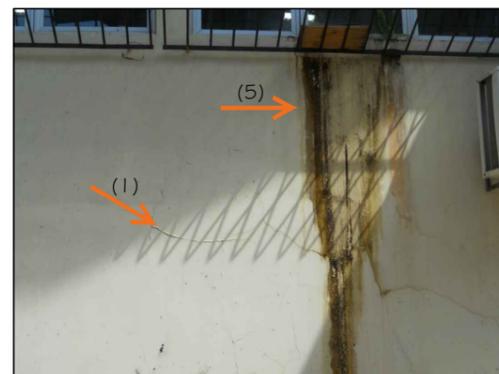
- (1) FISSURA / TRINCAS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO
- (3) EFLORESCÊNCIA
- (4) UMIDADE
- (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES)
- (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- (8) VEGETAÇÃO
- (9) MACRO-ORGANISMOS
- (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO

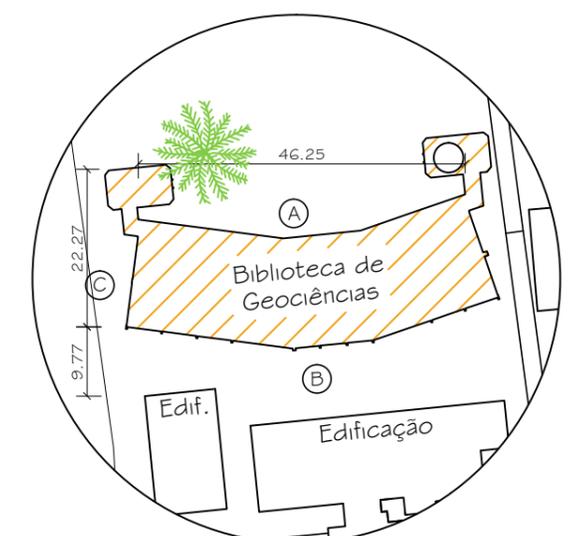


PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

FACHADA B



FACHADA C



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - GINÁSIO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 03 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



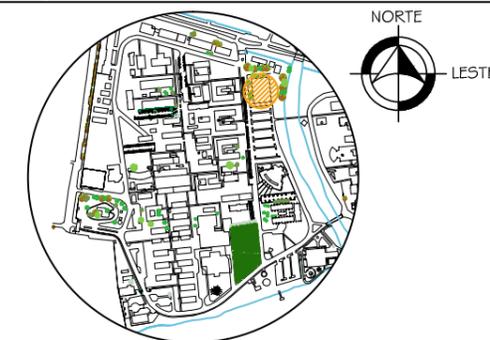
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

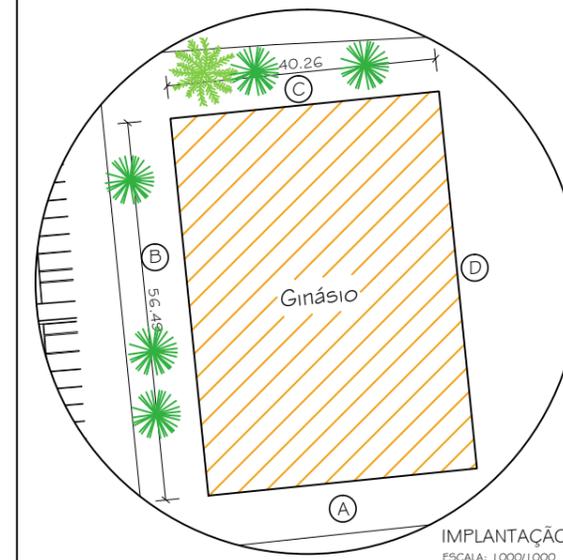
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - REITORIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

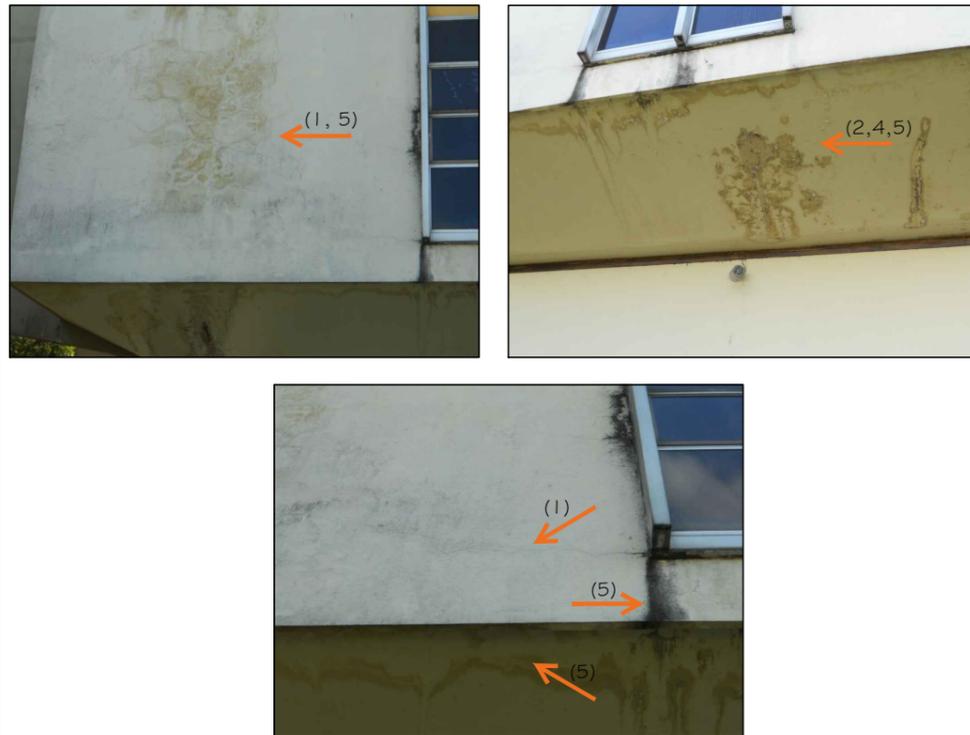
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 04 / 33

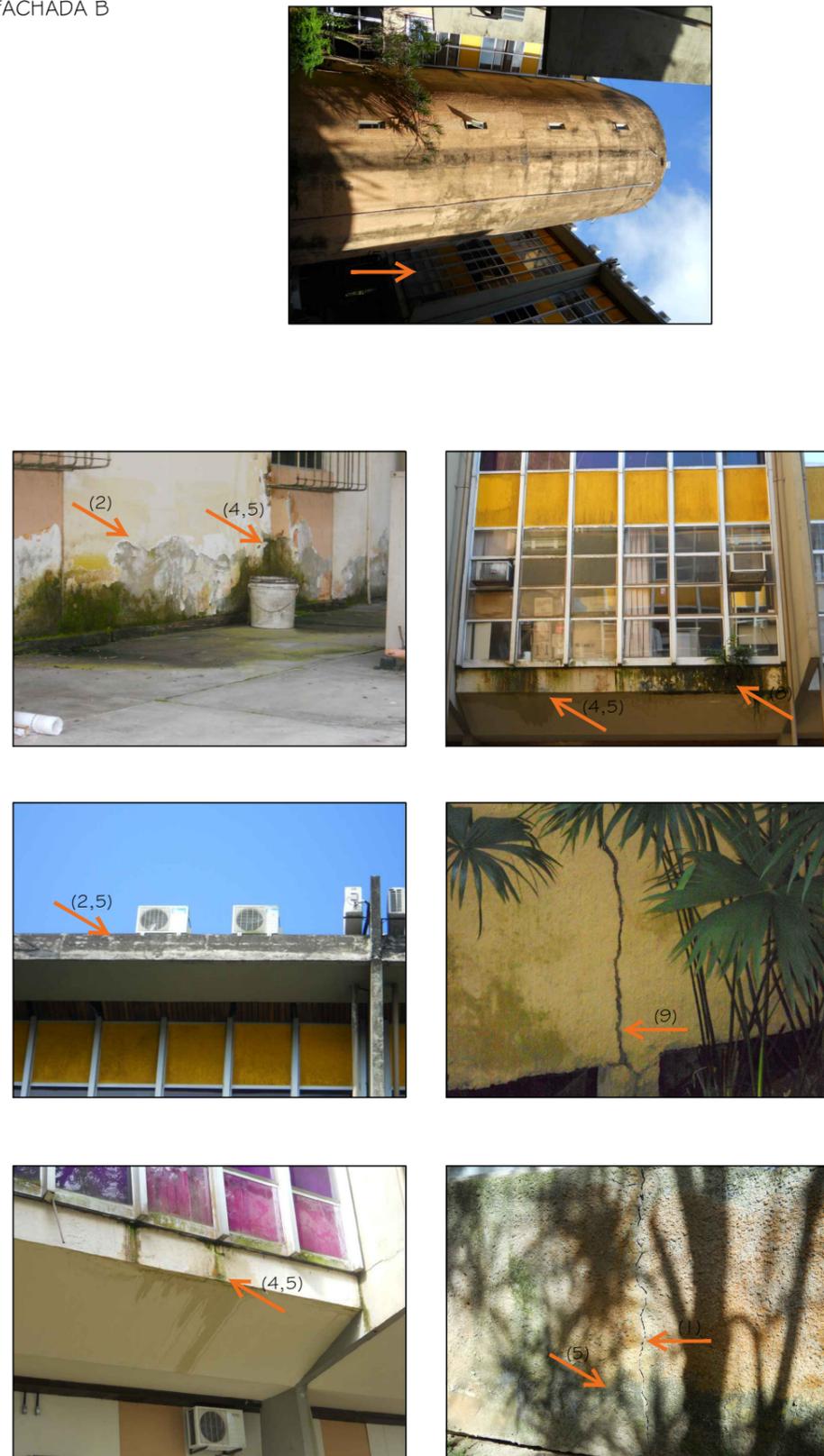
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



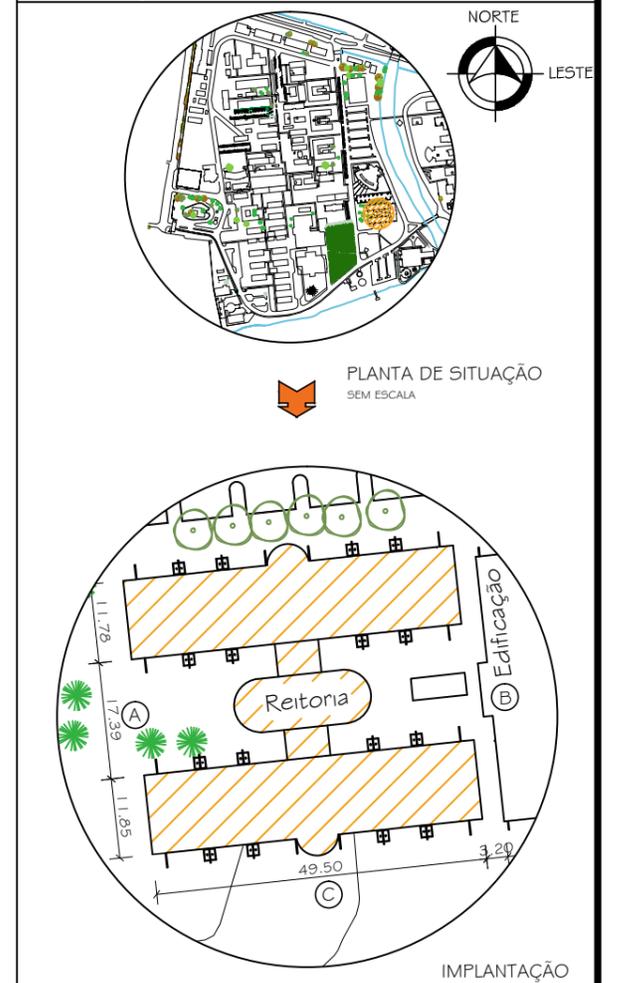
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM ( ) REGULAR (X) RUIM

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



FACHADA C



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BLOCO B  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

FICHA:  
 F - 05 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



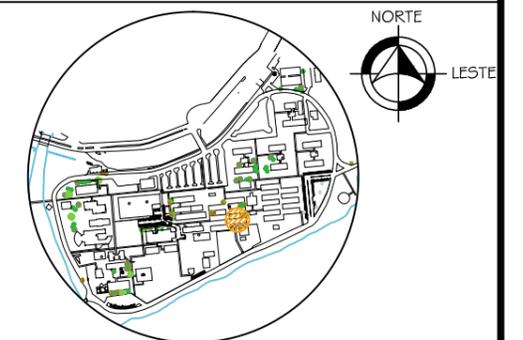
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS  
 - MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO  
 - CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

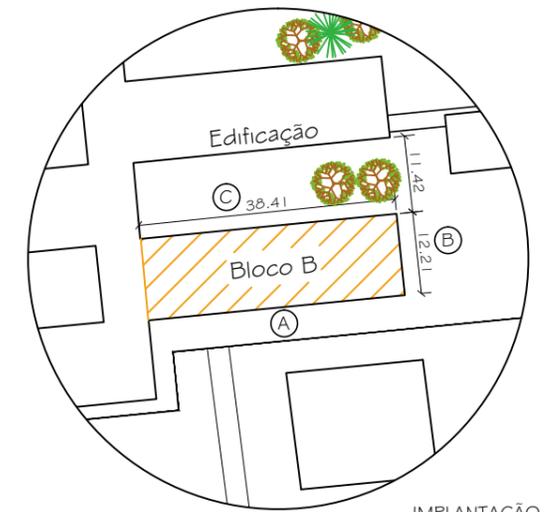
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS  
 ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS  
 ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 (X) (5) MANCHAS (COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS  
 (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL

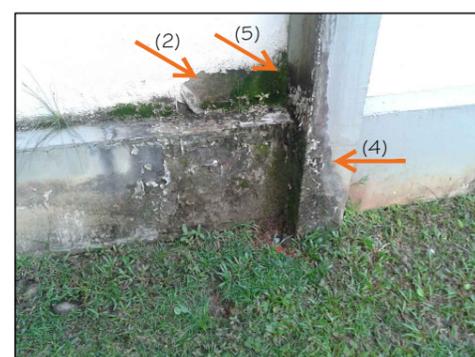


PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

FACHADA C



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BLOCO D  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

FICHA:  
 F - 06 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



FACHADA C



CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS  
 - MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO  
 - CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

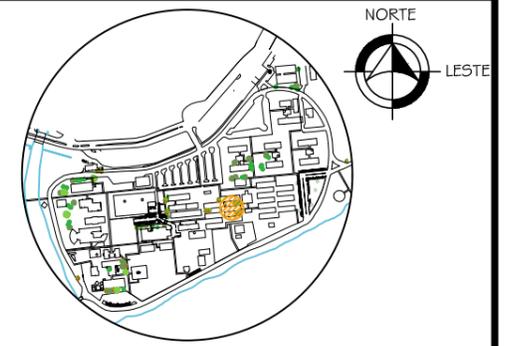
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÇÕES/GRIFITES DESORDENADOS  
 (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS  
 ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 ( ) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS  
 ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

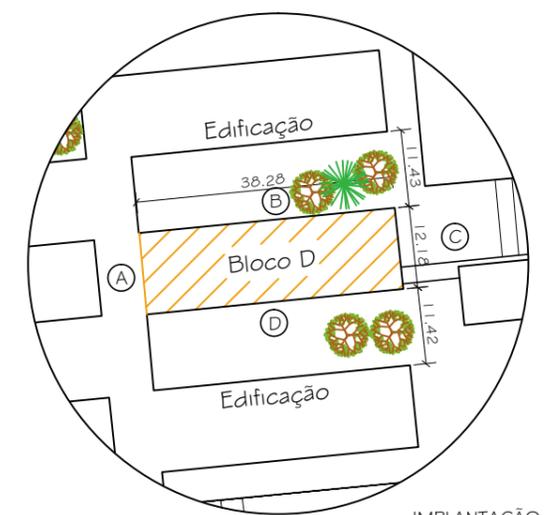
FACHADA C



LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1/000/1/000

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BLOCO E  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

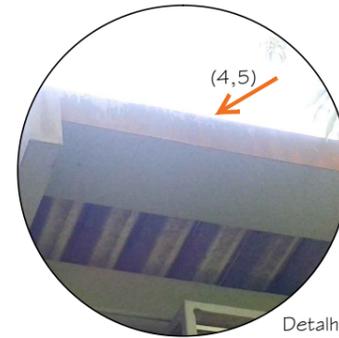
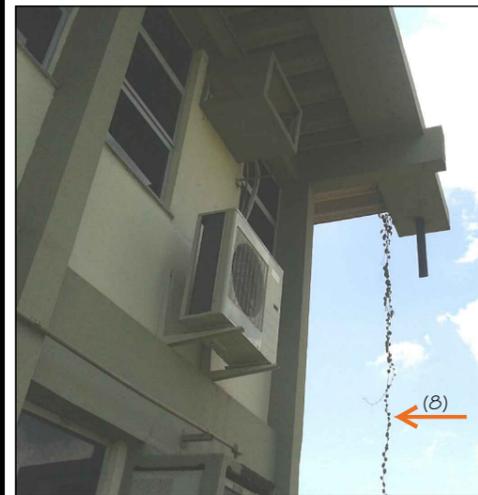
FICHA:  
 F - 07 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A

CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO



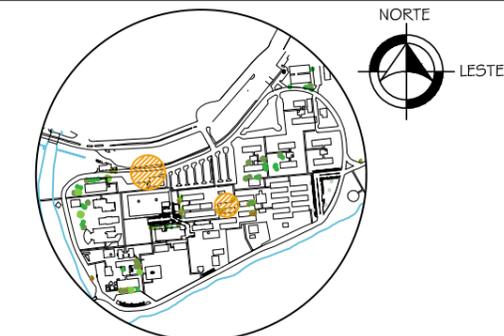
- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS  
 - MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO  
 - CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÕES/GRIFITES DESORDENADOS  
 ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS  
 ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 (X) (5) MANCHAS (COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS  
 (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)



LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL

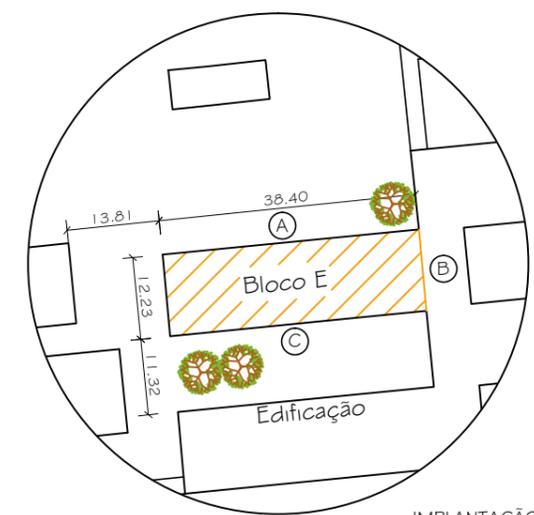


PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

FACHADA B



FACHADA C



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO TECNOLÓGICO (ITEC)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 08 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



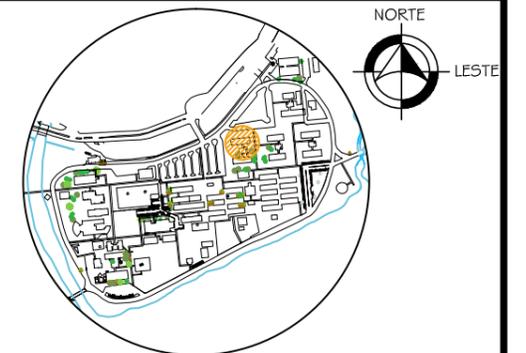
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- CATEGORIZAÇÃO: ( ) BOM (X) REGULAR ( ) RUIM

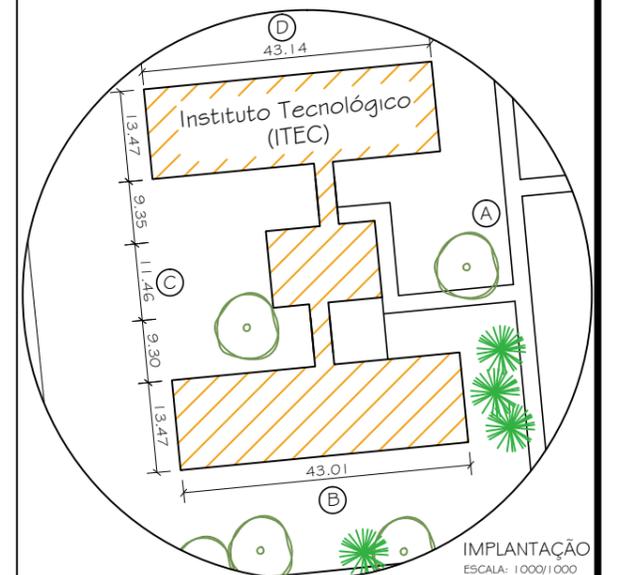
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

FACHADA C



FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

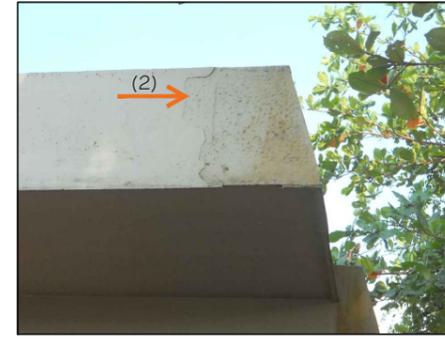
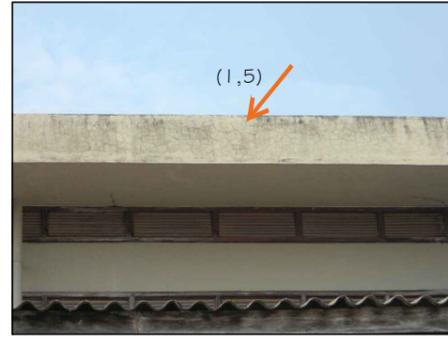
FICHA: F - 09 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A

CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

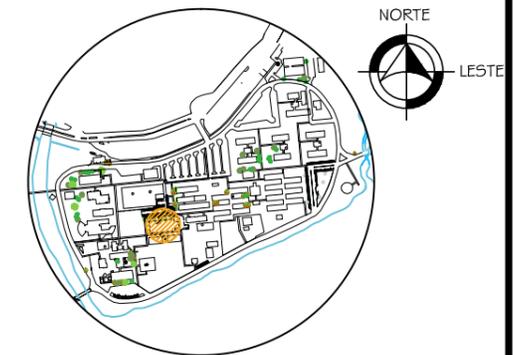


- IDADE:  
 RECENTES  
 INTERMEDIÁRIAS  
 ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO:  
 REVEST. CERÂMICO  
 REVEST. EM ARGAMASSA  
 CONCRETO ARMADO

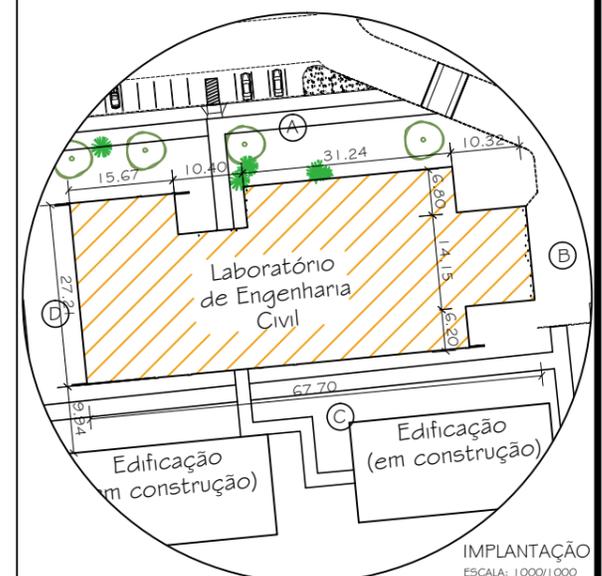
DANOS ENCONTRADOS

- (1) FISSURA / TRINCAS  
 (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO  
 (3) EFLORESCÊNCIA  
 (4) UMIDADE  
 (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA/SUJIDADES)  
 (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHÕES/GRAFITES DESORDENADOS  
 (8) VEGETAÇÃO  
 (9) MACRO-ORGANISMOS  
 (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 (12) OUTROS

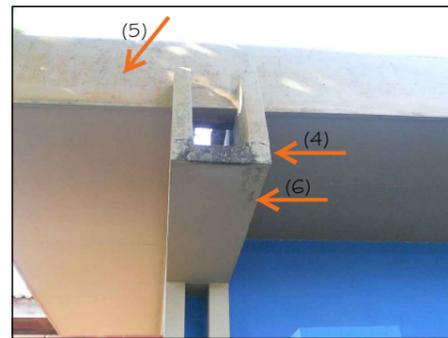
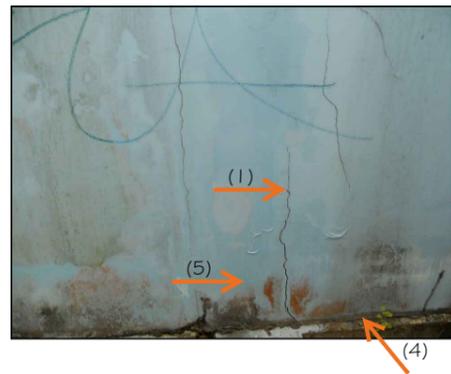
LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



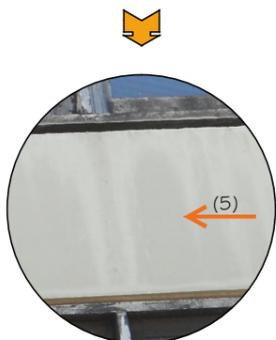
PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000



FACHADA B



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
AGO-OUT/2013

FICHA:  
F - 10 | 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA C

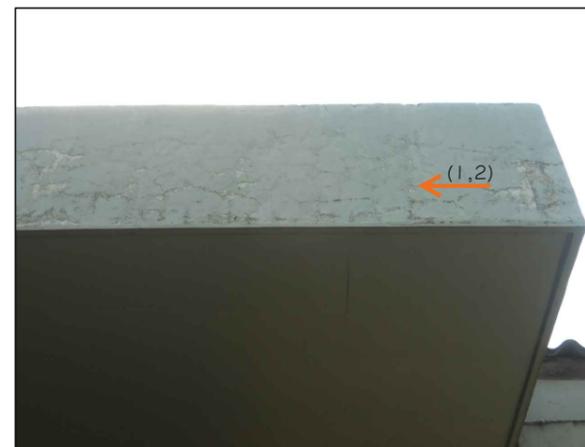
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| ( ) RÉCENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| ( ) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| (X) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

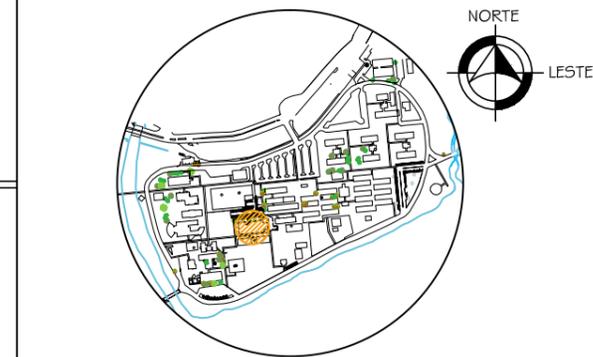
DANOS ENCONTRADOS

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                       | <input type="checkbox"/> (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS  |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO       | <input checked="" type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO             |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                      | <input checked="" type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS      |
| <input checked="" type="checkbox"/> (4) UMIDADE                                 | <input type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO              |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) | <input checked="" type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)              | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                          |

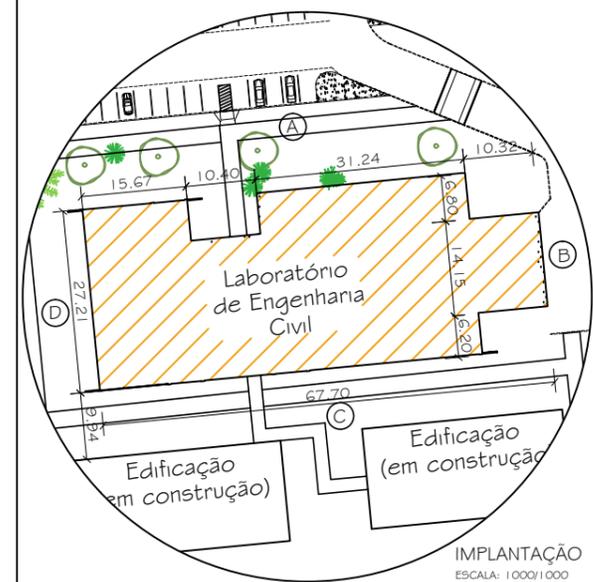
LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



FACHADA D



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

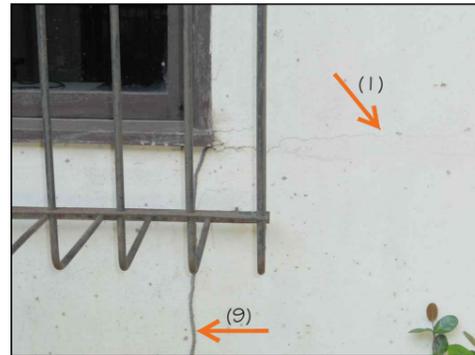
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F-11-33

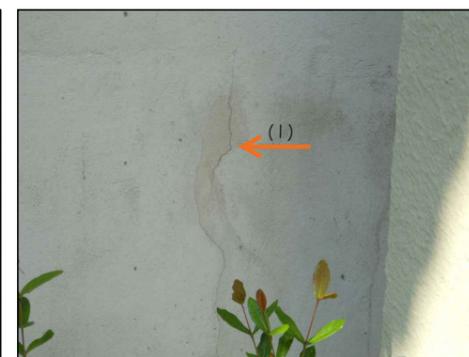
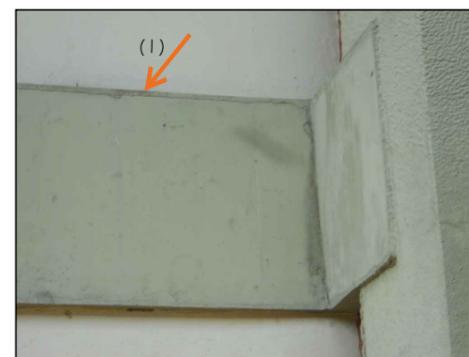
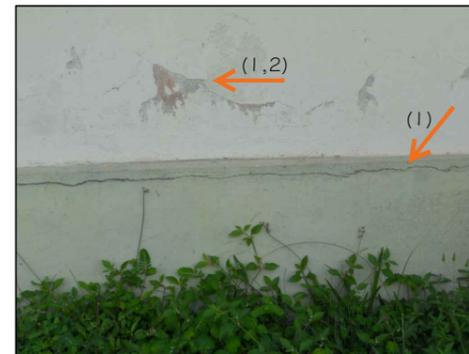
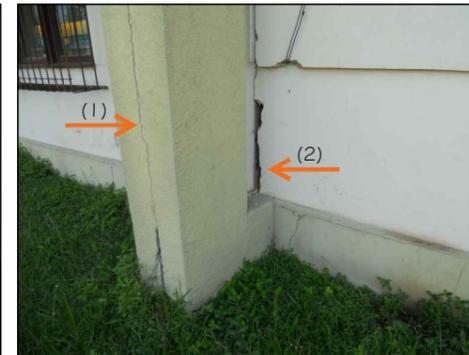
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



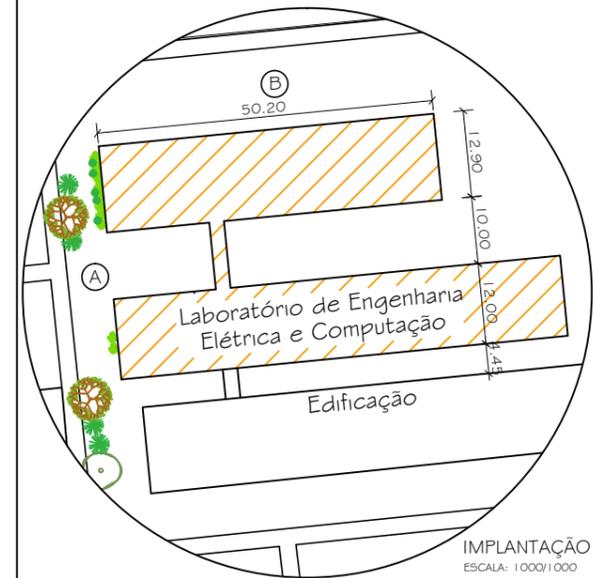
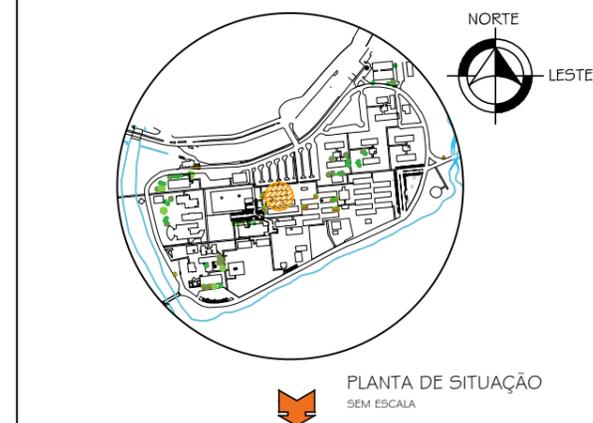
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RÉCENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS (X) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (1) FISSURA / TRINCAS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO
- (3) EFLORESCÊNCIA
- (4) UMIDADE
- (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES)
- (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHÕES/GRIFITES DESORDENADOS
- (8) VEGETAÇÃO
- (9) MACRO-ORGANISMOS
- (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

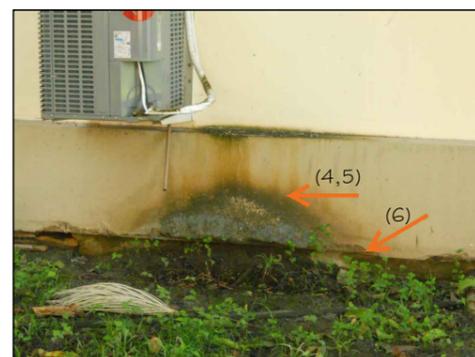
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 12 | 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA D



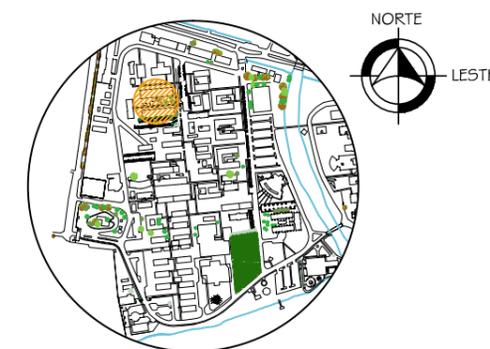
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| ( ) RÉCENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| (X) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| ( ) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

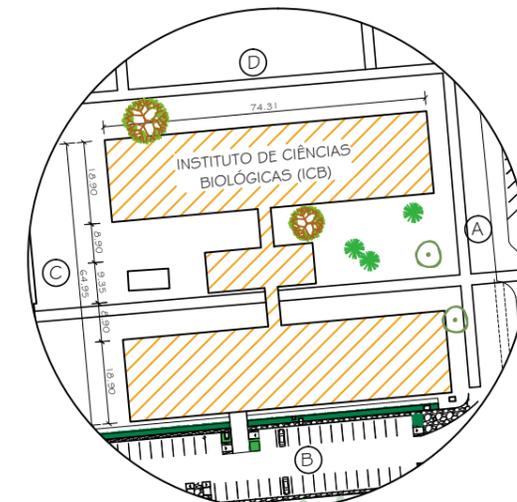
DANOS ENCONTRADOS

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                       | <input type="checkbox"/> (7) PICHÇÕES/GRIFITES DESORDENADOS   |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO       | <input checked="" type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO             |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                      | <input checked="" type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS      |
| <input checked="" type="checkbox"/> (4) UMIDADE                                 | <input checked="" type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO   |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) | <input checked="" type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)              | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                          |

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO SEM ESCALA

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 13 | 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA B

FACHADA C

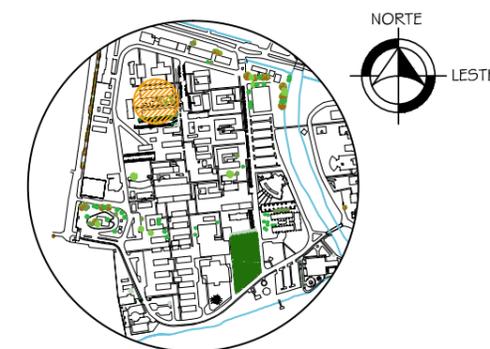
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| ( ) RÉCENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| (X) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| ( ) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

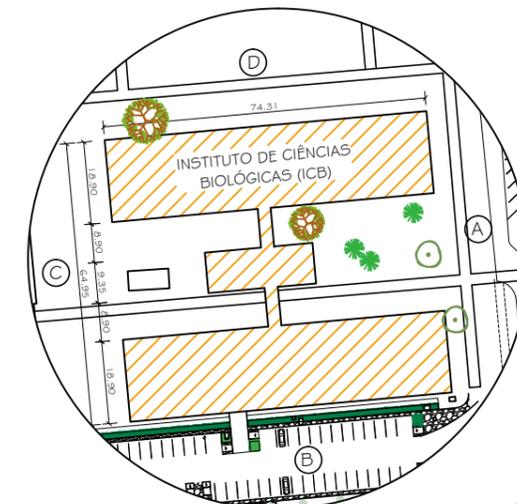
DANOS ENCONTRADOS

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                       | <input type="checkbox"/> (7) PICHÇÕES/GRFITES DESORDENADOS    |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO       | <input checked="" type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO             |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                      | <input checked="" type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS      |
| <input checked="" type="checkbox"/> (4) UMIDADE                                 | <input checked="" type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO   |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) | <input checked="" type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA |
| <input checked="" type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)              | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                          |

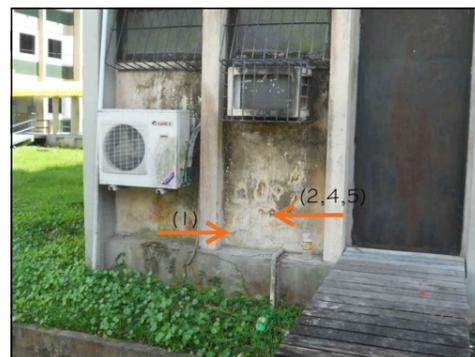
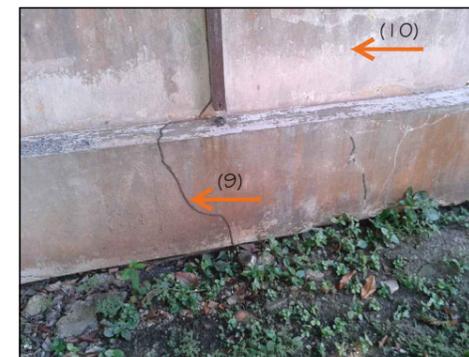
LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO SEM ESCALA



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS (ICEN)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 14 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



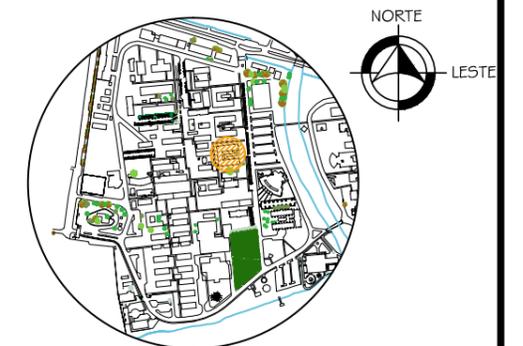
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RÉCENTES (X) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

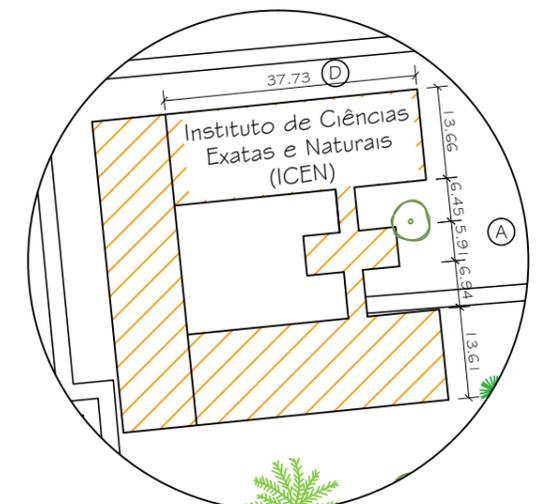
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) (12) OUTROS
- (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOFÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 15 | 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A

CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

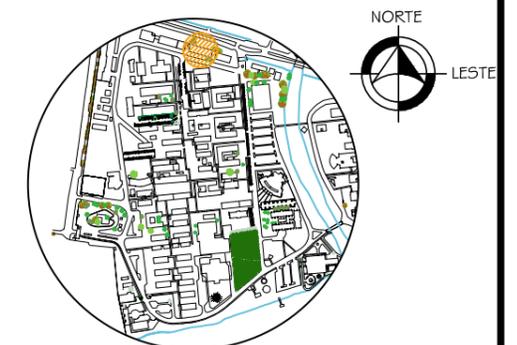
- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| ( ) RECENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| (X) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| ( ) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

DANOS ENCONTRADOS

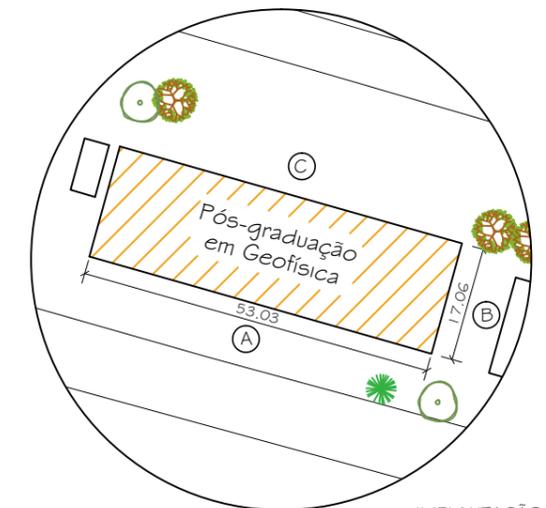
- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                        | <input type="checkbox"/> (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS  |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO        | <input checked="" type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO             |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                       | <input type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> (4) UMIDADE                                  | <input type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO              |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) | <input checked="" type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA |
| <input type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)                          | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                          |



LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

FACHADA B



FACHADA C



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - PREFEITURA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 16 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



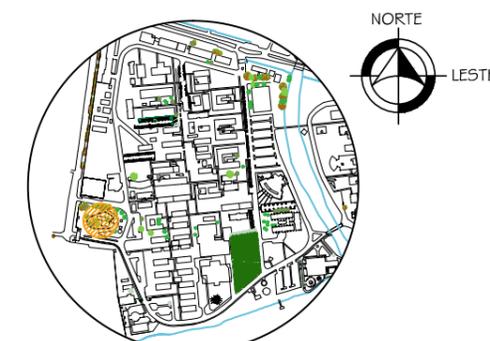
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

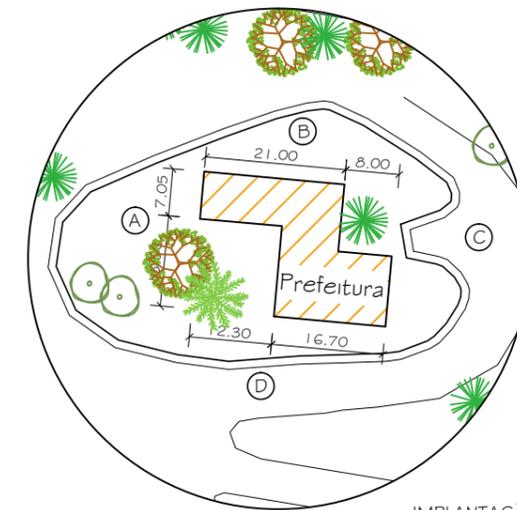
DANOS ENCONTRADOS

- (1) FISSURA / TRINCAS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO
- (3) EFLORESCÊNCIA
- (4) UMIDADE
- (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES)
- (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (8) VEGETAÇÃO
- (9) MACRO-ORGANISMOS
- (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - FACULDADE DE ARTES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFFa

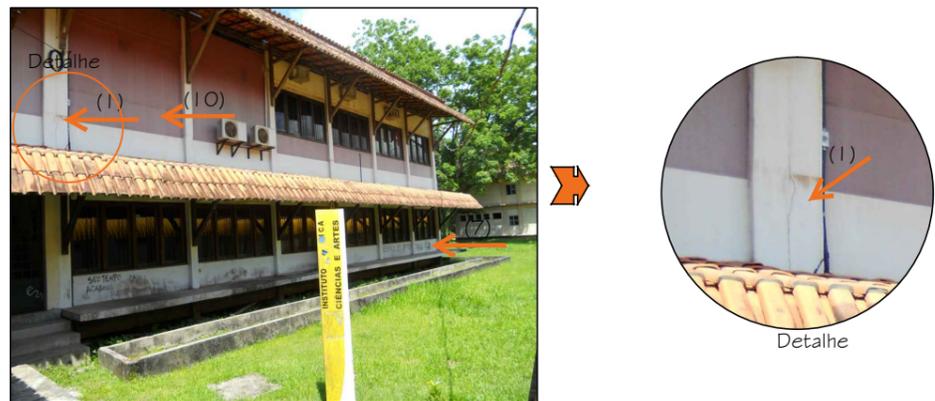
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 17 | 33

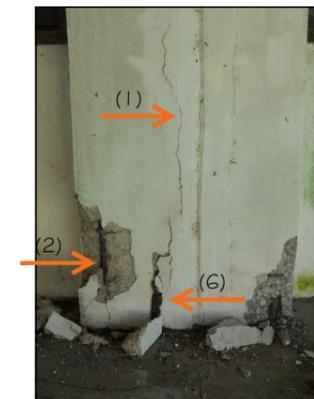
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

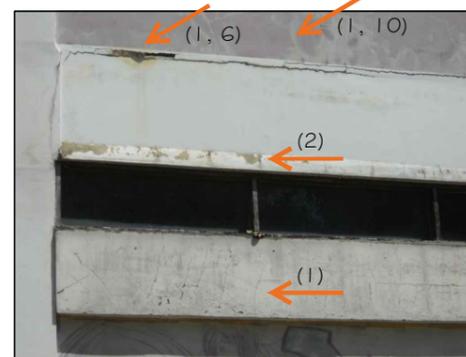
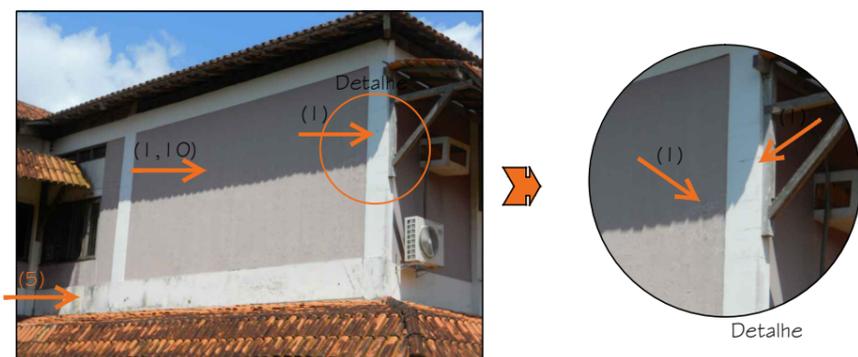
FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



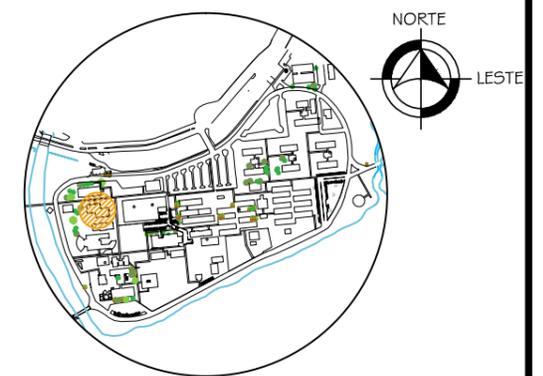
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE:
  - ( ) RECENTES
  - (X) INTERMEDIÁRIAS
  - ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO:
  - ( ) REVEST. CERÂMICO
  - (X) REVEST. EM ARGAMASSA
  - (X) CONCRETO ARMADO

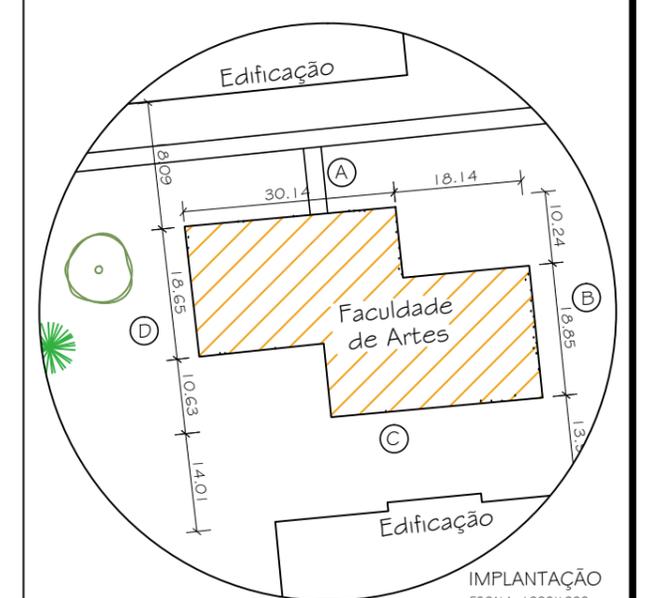
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS
- (X) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA
- (X) (4) UMIDADE
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ BIOLÓGICA/SUJIDADES)
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (X) (7) FICHAÇÕES/GRIFITES DESORDENADOS
- (X) (8) VEGETAÇÃO
- (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- ( ) (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INCUBADORA DE EMPRESAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

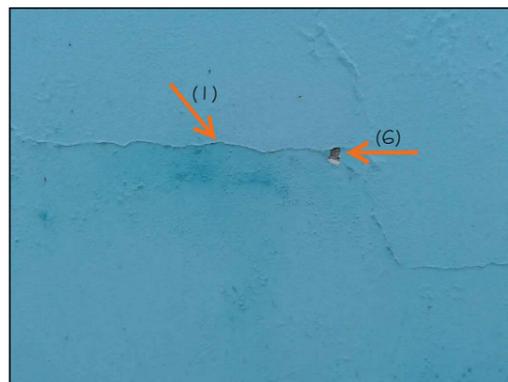
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 18 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



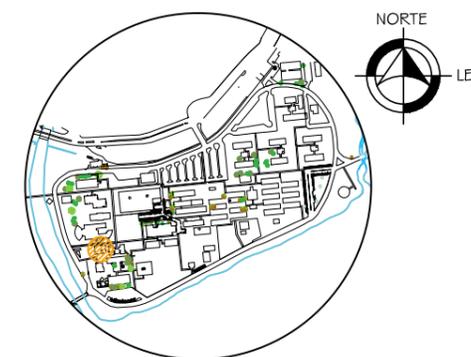
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RÉCENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

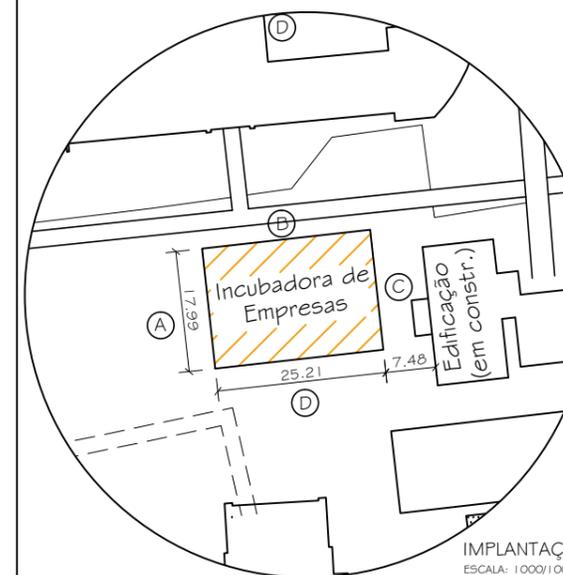
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (8) VEGETAÇÃO
- (3) EFLORESCÊNCIA (9) MACRO-ORGANISMOS
- (X) (4) UMIDADE (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO) (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



FACHADA B



FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE ALIMENTOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 19 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

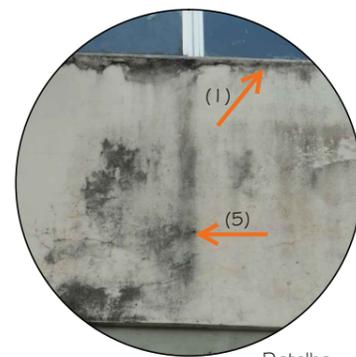
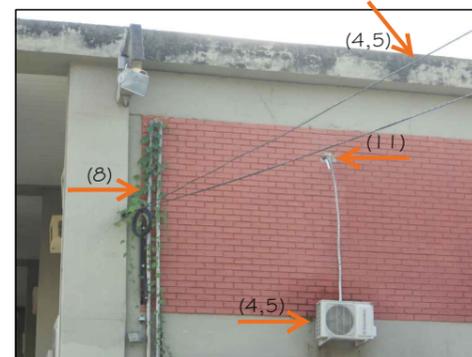
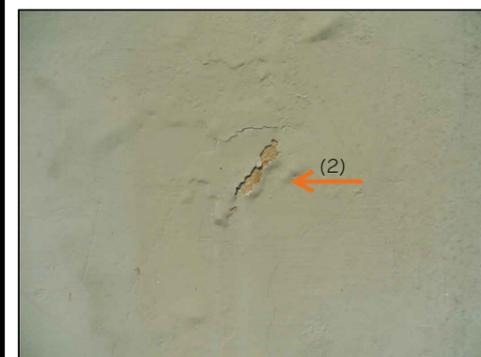
FACHADA A



FACHADA B



FACHADA C



- CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO**
- IDADE: ( ) RÉCENTES (X) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO
- DANOS ENCONTRADOS**
- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (X) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO (ICED)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 20 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



FACHADA C



FACHADA D



CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: ( ) RÉCENTES ( ) REVEST. CERÂMICO (X) INTERMEDIÁRIAS (X) REVEST. EM ARGAMASSA ( ) ANTIGAS (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS  
(2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS  
(3) EFLORESCÊNCIA (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
(X) (4) UMIDADE (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
(X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) (12) OUTROS  
(X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - HOSPITAL BETTINA DE FERRO E SOUZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

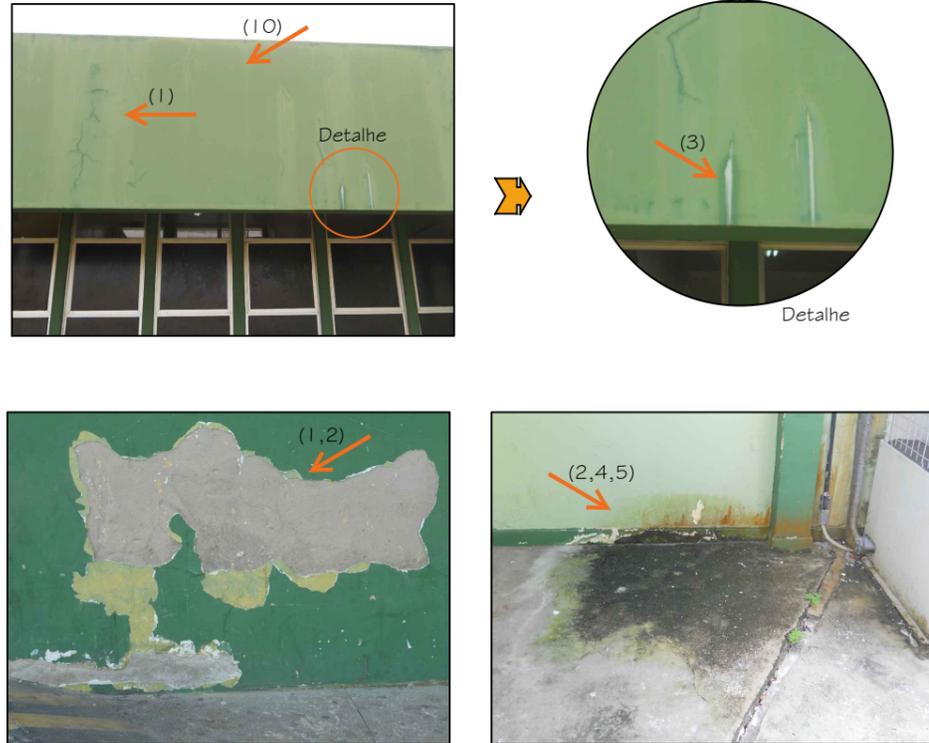
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 21 | 33

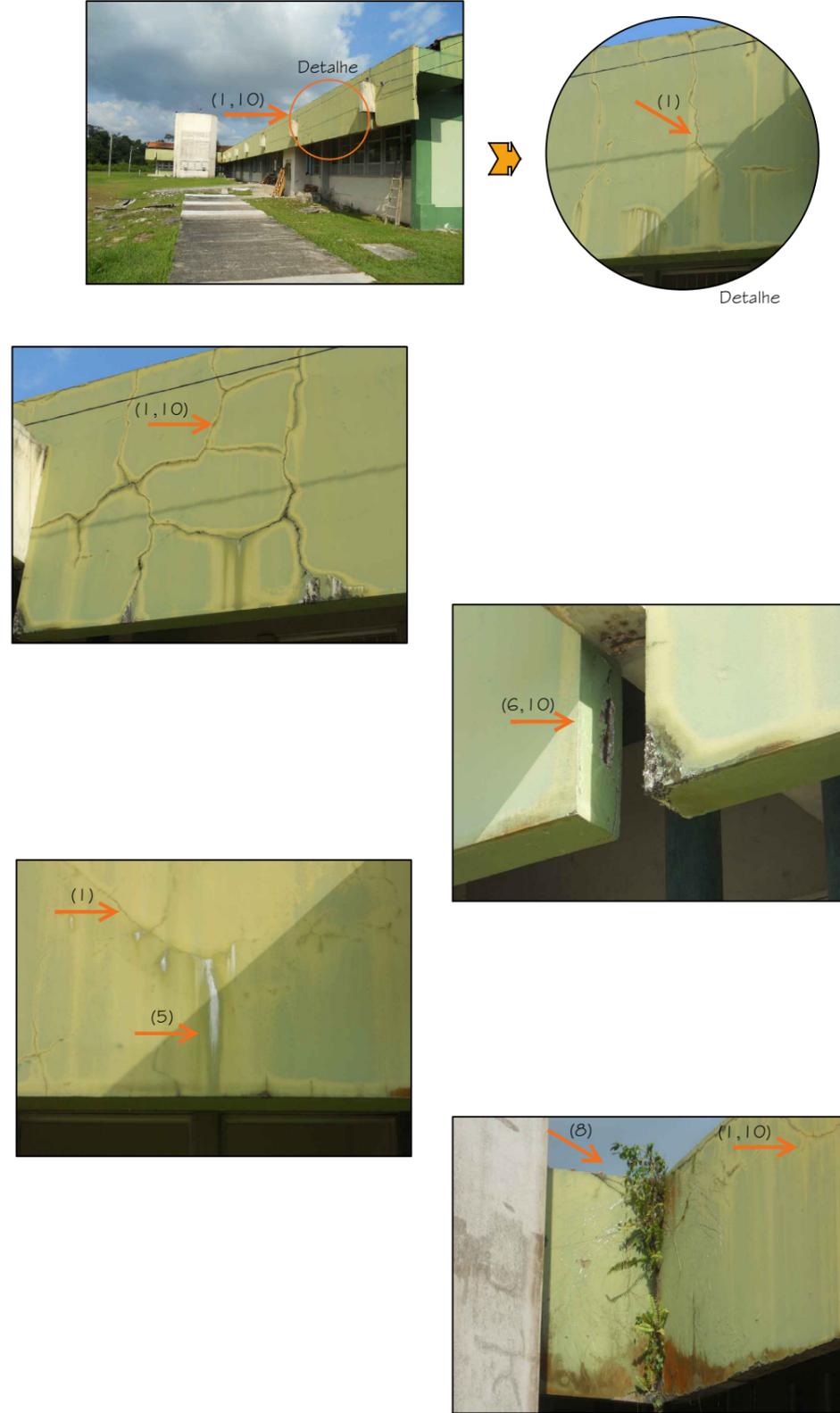
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE:  
 RECENTES  
 INTERMEDIÁRIAS  
 ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO:  
 REVEST. CERÂMICO  
 REVEST. EM ARGAMASSA  
 CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (1) FISSURA / TRINCAS  
 (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO  
 (3) EFLORESCÊNCIA  
 (4) UMIDADE  
 (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES)  
 (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHÕES/GRIFETES DESORDENADOS  
 (8) VEGETAÇÃO  
 (9) MACRO-ORGANISMOS  
 (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR SAÚDE



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 22 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



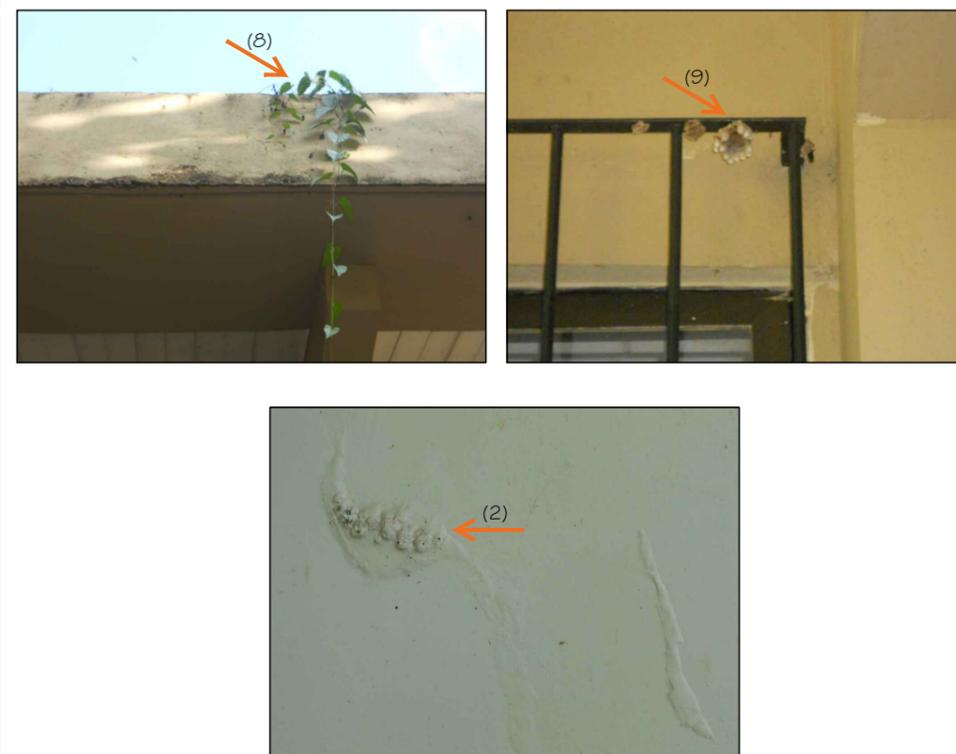
FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| ( ) RÉCENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| (X) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| ( ) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

DANOS ENCONTRADOS

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                        | <input type="checkbox"/> (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS  |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO        | <input checked="" type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO             |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                       | <input checked="" type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS      |
| <input checked="" type="checkbox"/> (4) UMIDADE                                  | <input type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO              |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) | <input checked="" type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA |
| <input type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)                          | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                          |

LOCALIZAÇÃO - SETOR SAÚDE



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - BLOCO M  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

FICHA:  
 F - 23 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



Detalhe



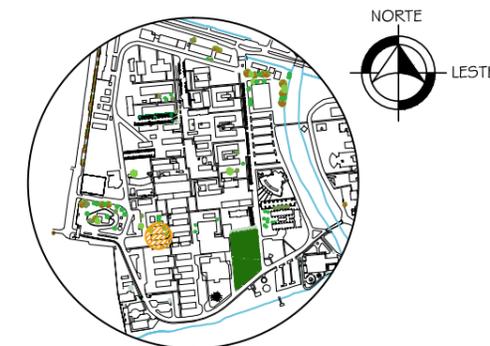
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO ( ) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

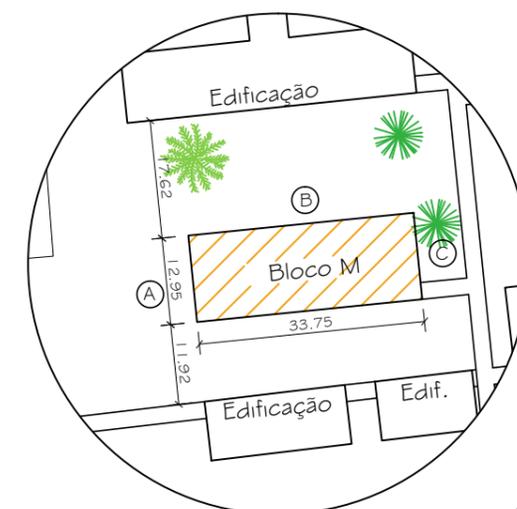
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÇÕES/GRIFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO ( ) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- ( ) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

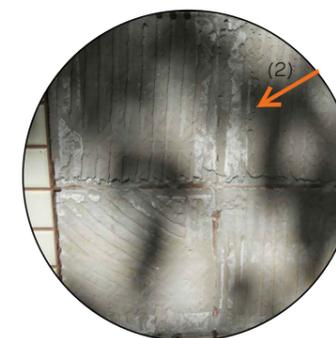


IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

FACHADA B



FACHADA C



Detalhe

Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE QUÍMICA - ENSINO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 24 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



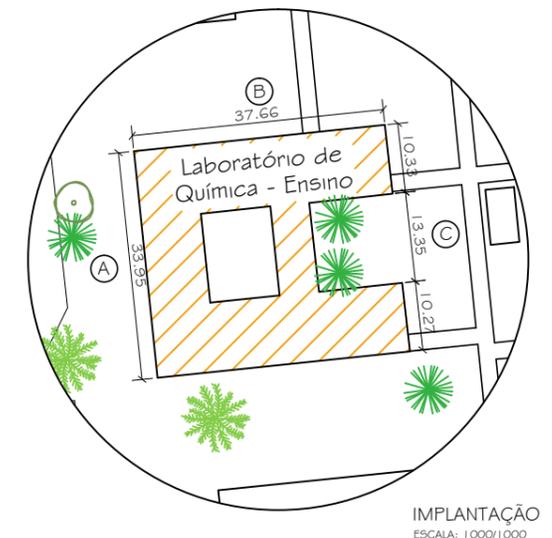
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO ( ) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR BÁSICO



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 25 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

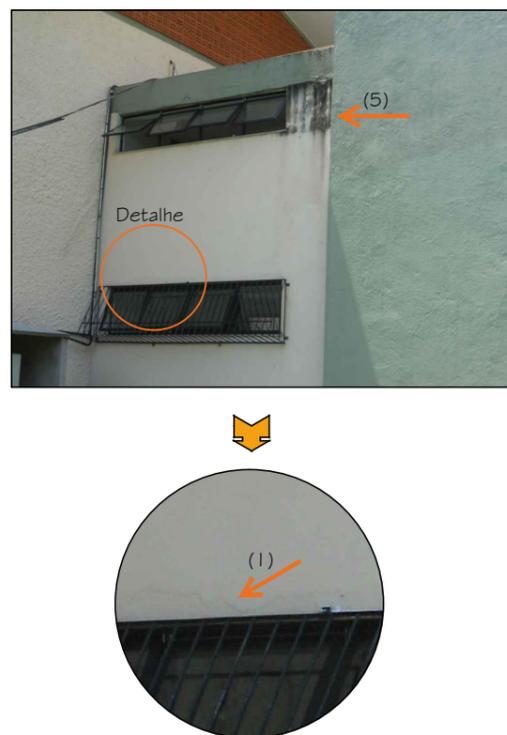
FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



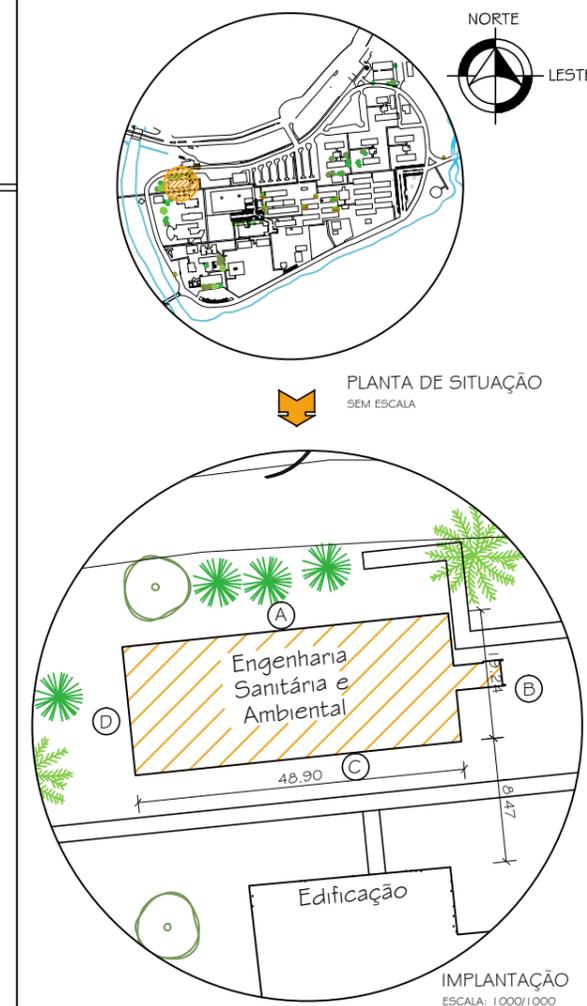
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO ( ) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- ( ) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - ANEXO DO LABORATÓRIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 26 / 33

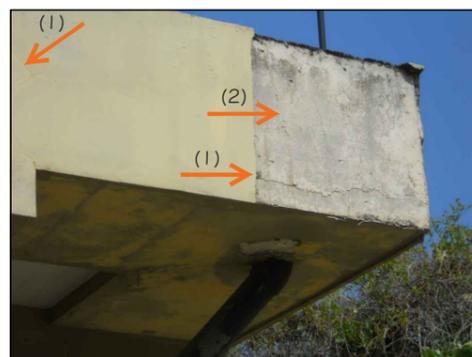
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



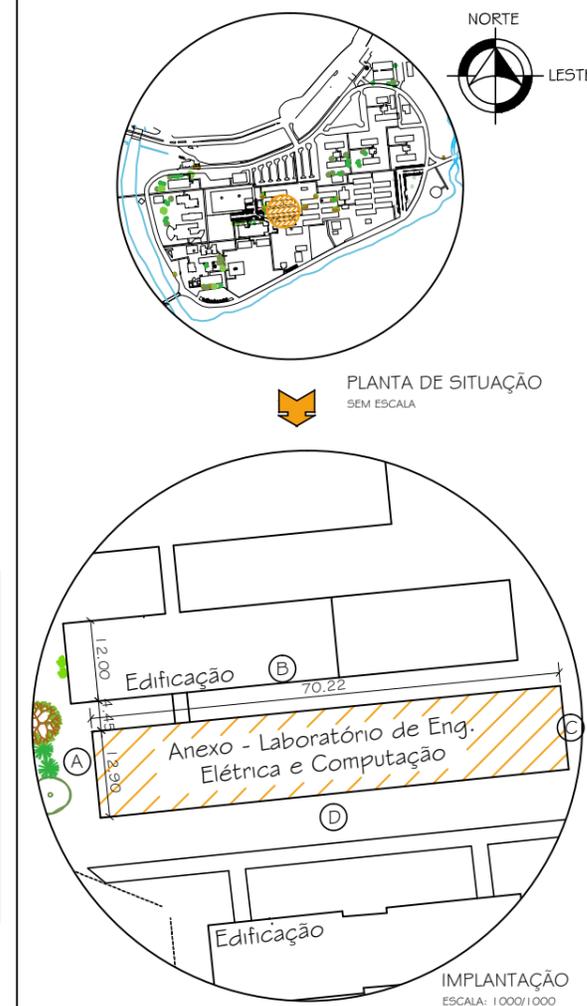
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÕES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - ANEXO DO LABORATÓRIO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 27 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA C



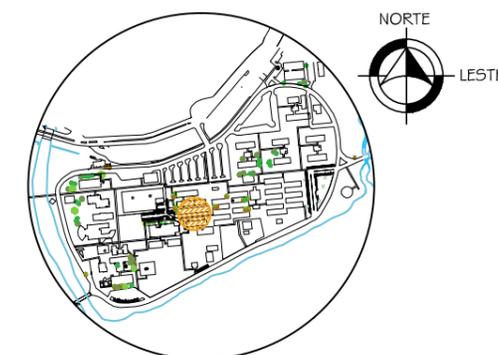
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

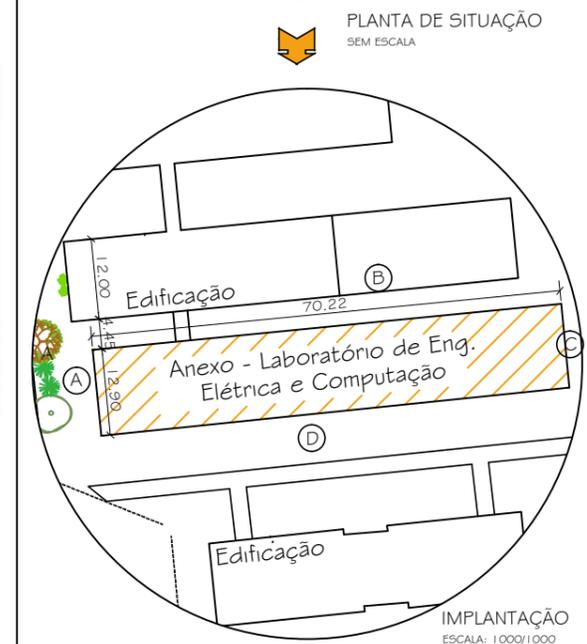
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICAS/SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - INSTITUTO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 28 / 33

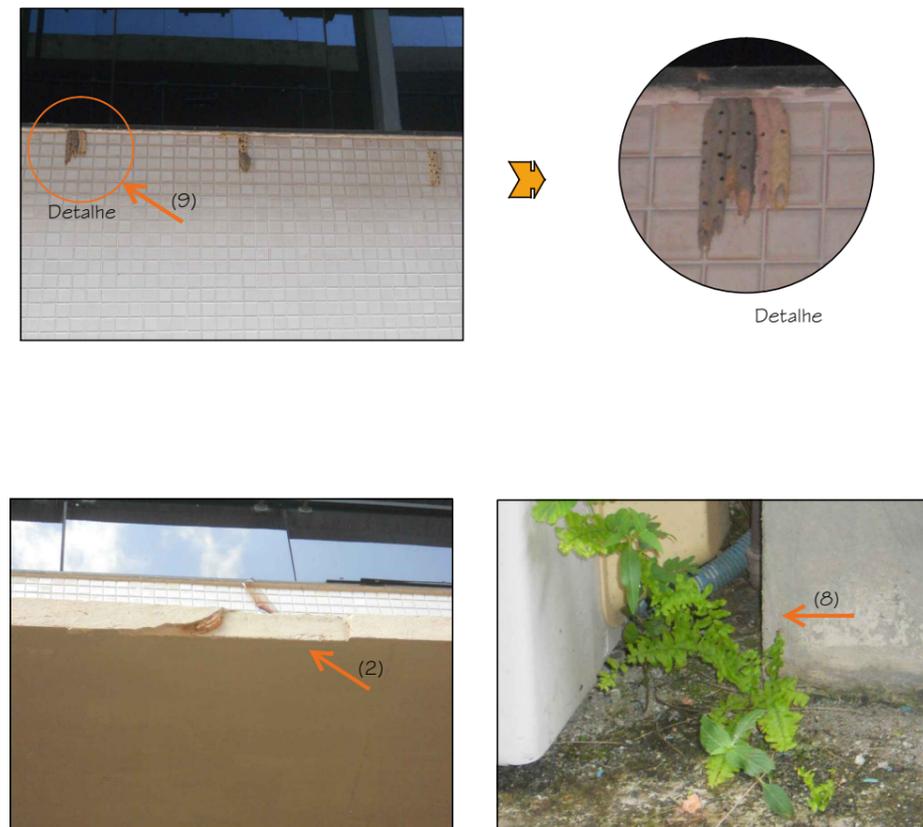
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



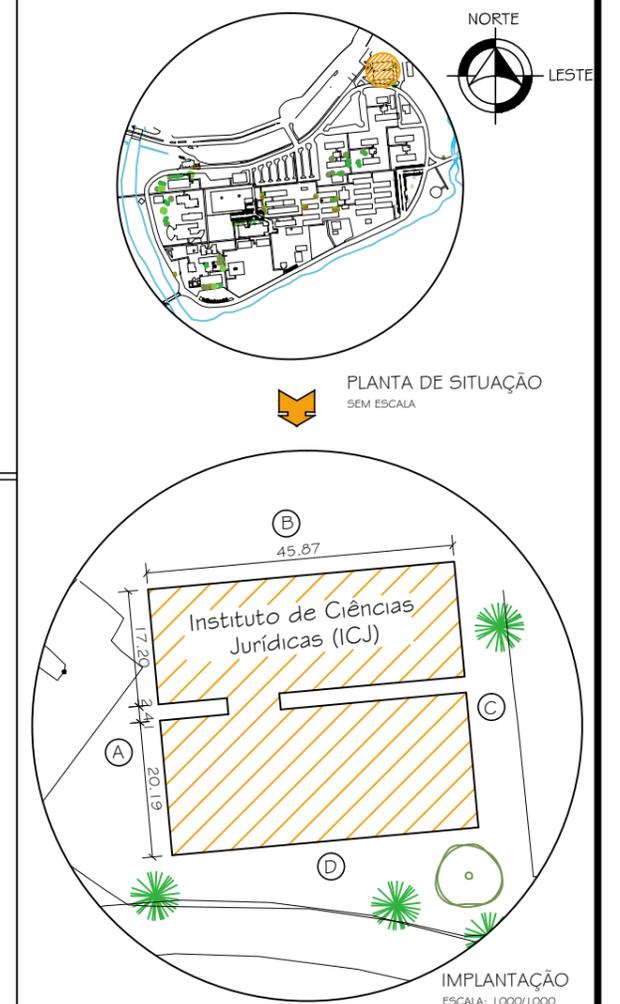
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: (X) REVEST. CERÂMICO ( ) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (X) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- (X) (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - MESTRADO EM QUÍMICA  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
 JULHO-SET/2013

FICHA:  
 F - 29 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



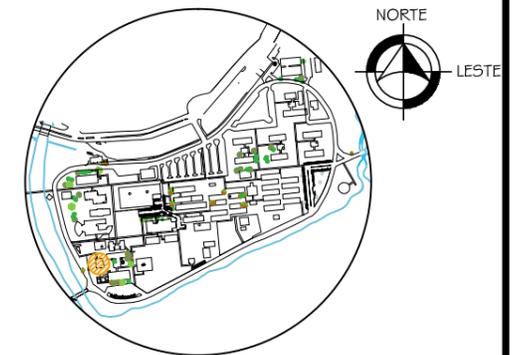
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE:  
 (X) RECENTES  
 ( ) INTERMEDIÁRIAS  
 ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO:  
 ( ) REVEST. CERÂMICO  
 (X) REVEST. EM ARGAMASSA  
 (X) CONCRETO ARMADO

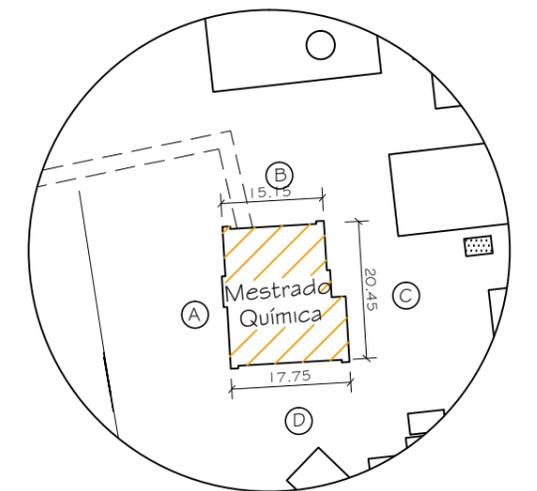
DANOS ENCONTRADOS

- (1) FISSURA / TRINCAS  
 (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO  
 (3) EFLORESCÊNCIA  
 (4) UMIDADE  
 (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES)  
 (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)
- (7) PICHAGÕES/GRAFITES DESORDENADOS  
 (8) VEGETAÇÃO  
 (9) MACRO-ORGANISMOS  
 (10) PERDA DE COLORAÇÃO  
 (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA  
 (12) OUTROS

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1/000/1/000

FACHADA B



FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 30 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA B



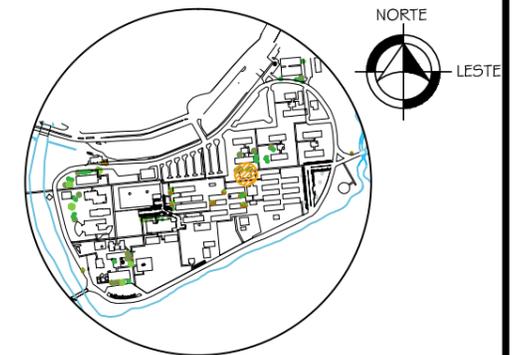
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHAGÕES/GRIFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO ( ) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA/SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR PROFISSIONAL

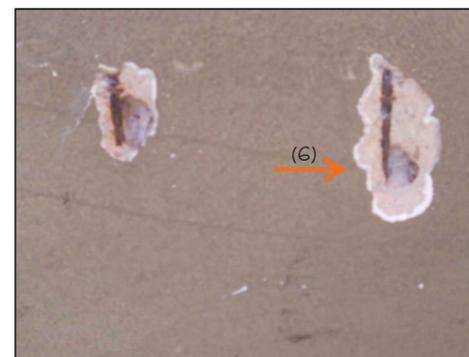
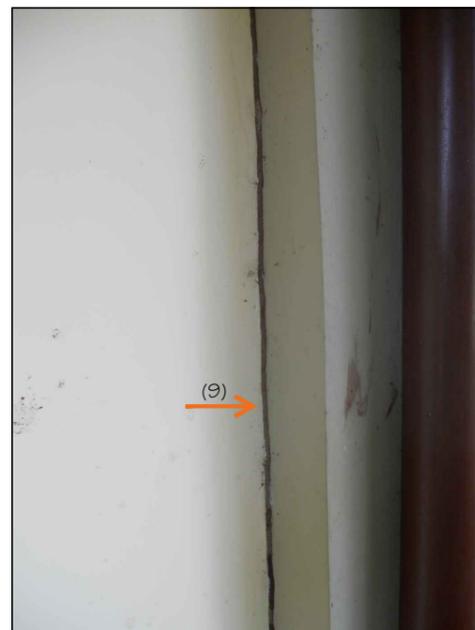


PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1000/1000

FACHADA C



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - FACULDADE DE NUTRIÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 31 | 33

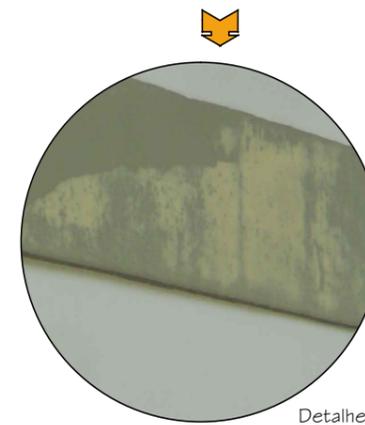
LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A



FACHADA C



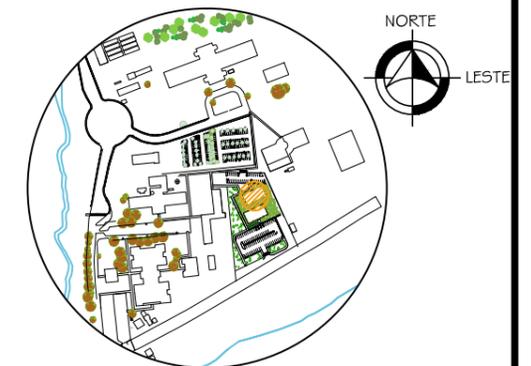
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| - IDADE:           | - MATERIAL ANALISADO:    |
| (X) RECENTES       | ( ) REVEST. CERÂMICO     |
| ( ) INTERMEDIÁRIAS | (X) REVEST. EM ARGAMASSA |
| ( ) ANTIGAS        | (X) CONCRETO ARMADO      |

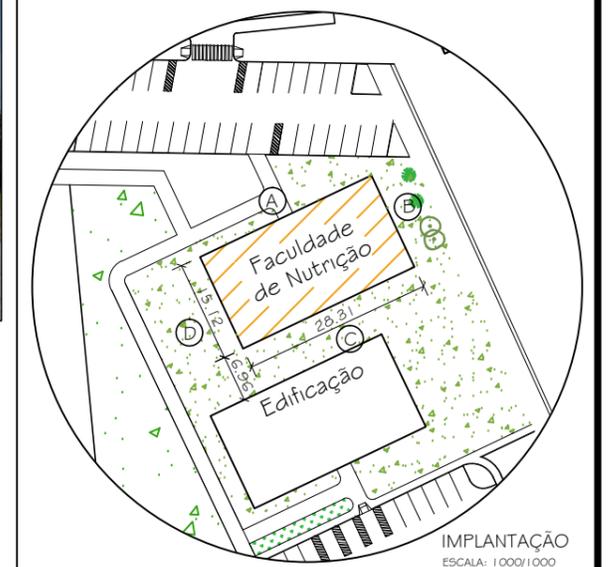
DANOS ENCONTRADOS

- |  |  |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> (1) FISSURA / TRINCAS                        | <input type="checkbox"/> (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS |
| <input checked="" type="checkbox"/> (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO        | <input type="checkbox"/> (8) VEGETAÇÃO                       |
| <input type="checkbox"/> (3) EFLORESCÊNCIA                                       | <input type="checkbox"/> (9) MACRO-ORGANISMOS                |
| <input type="checkbox"/> (4) UMIDADE   | <input type="checkbox"/> (10) PERDA DE COLORAÇÃO             |
| <input checked="" type="checkbox"/> (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) | <input type="checkbox"/> (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA           |
| <input type="checkbox"/> (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)                          | <input type="checkbox"/> (12) OUTROS                         |

LOCALIZAÇÃO - SETOR SAÚDE



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

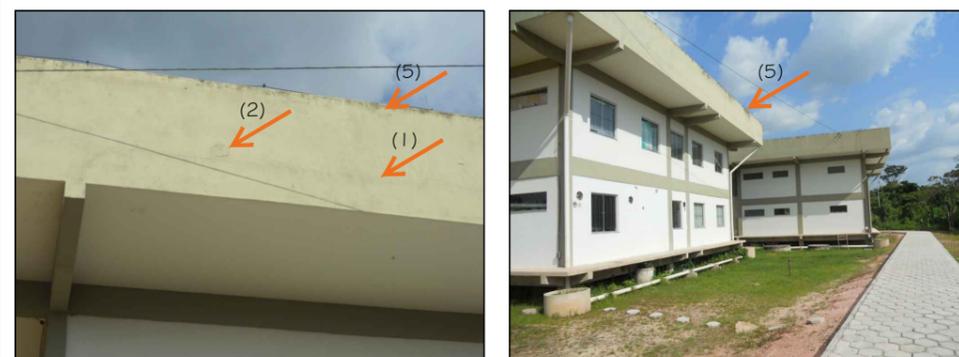


IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1 000/1 000

FACHADA B



FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - LABORATÓRIO DE BIOTECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA: F - 32 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

FACHADA A

FACHADA C

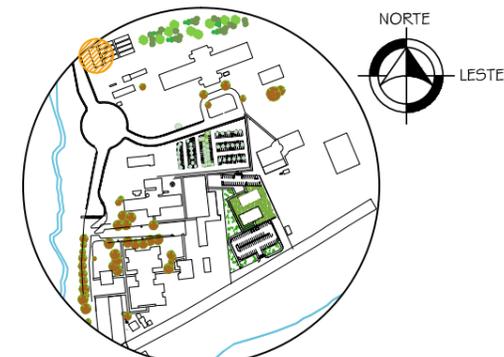
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

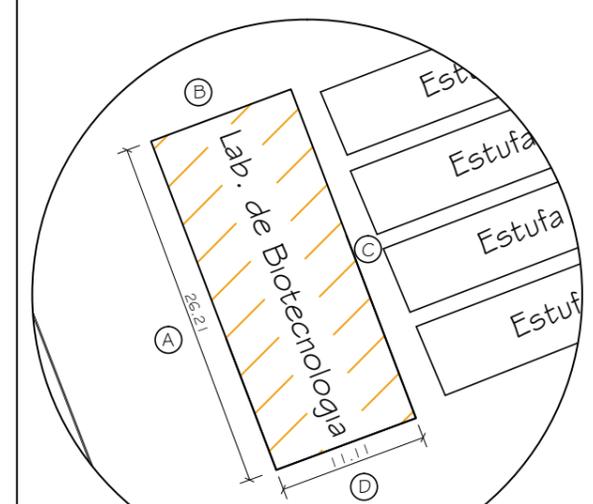
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHÇÕES/GRIFITES DESORDENADOS
- ( ) (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA ( ) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE (X) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- ( ) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

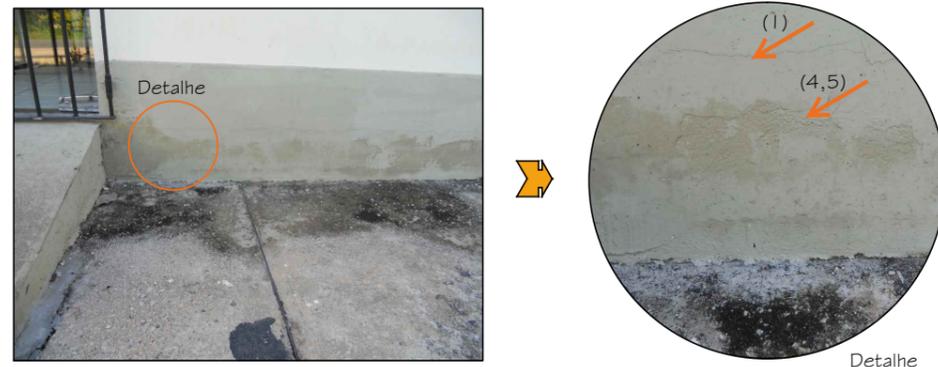
LOCALIZAÇÃO - SETOR SAÚDE



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA

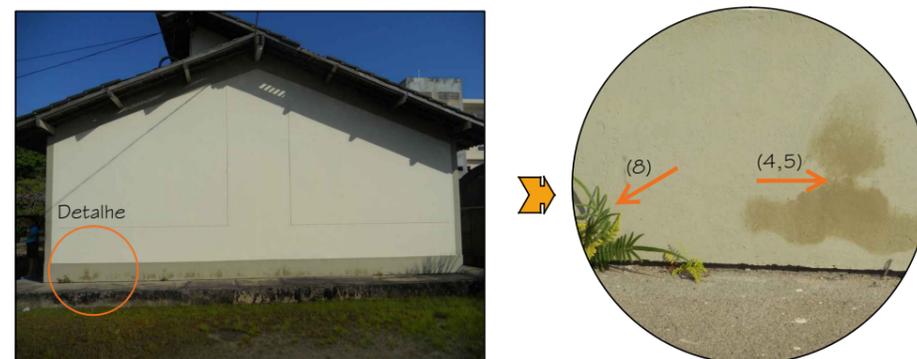
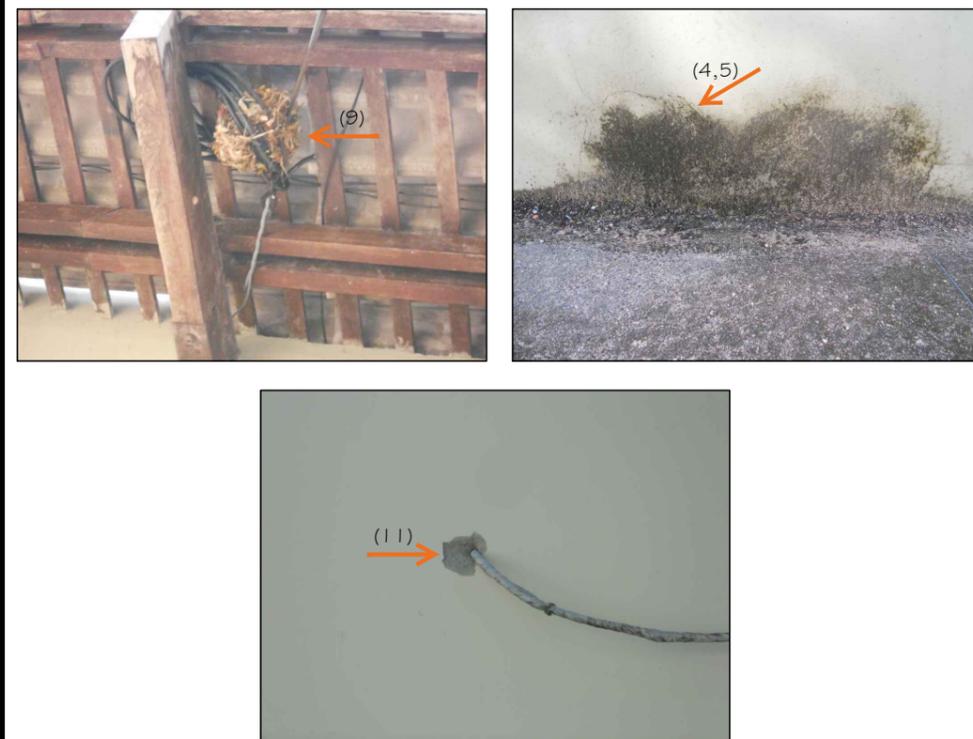


IMPLANTAÇÃO ESCALA: 1/500



FACHADA B

FACHADA D



Formato A3

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS - PAVILHÕES DE SALAS DE AULA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC / UFPa

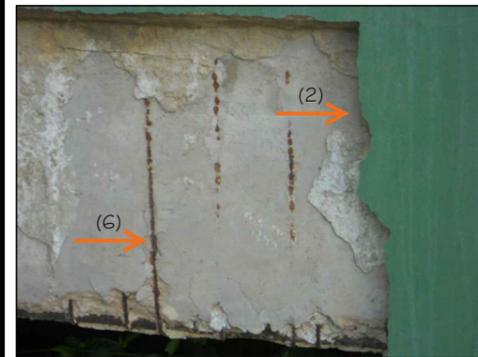
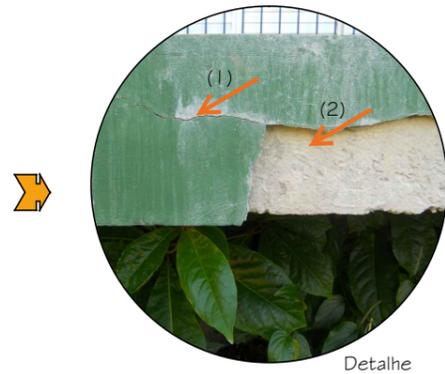
DATA DO LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO :  
JULHO-SET/2013

FICHA:  
F - 33 / 33

LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO

DADOS DE INSPEÇÃO VISUAL

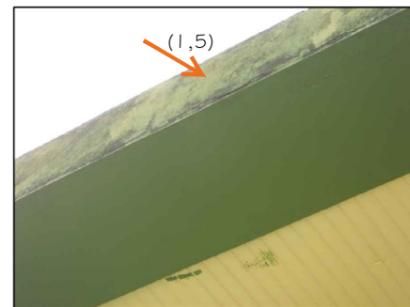
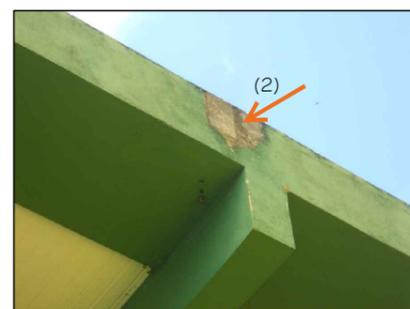
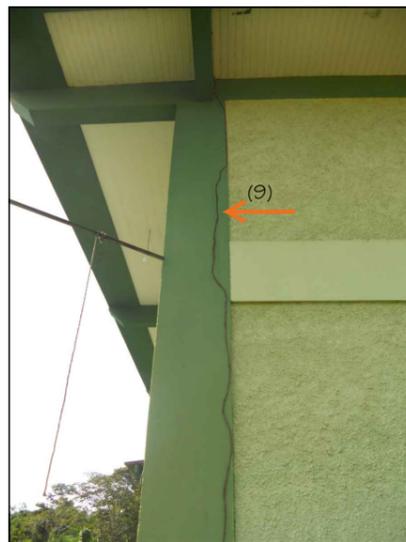
FACHADA A



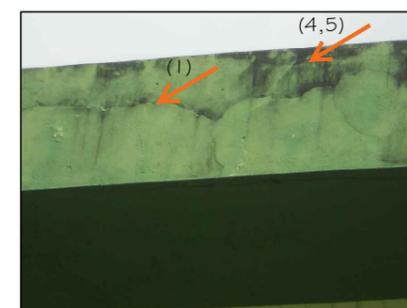
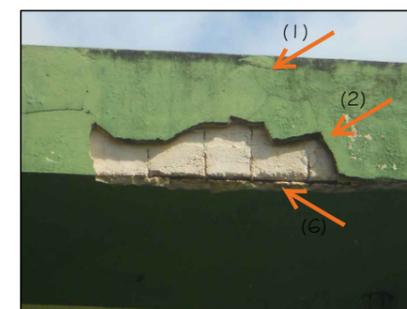
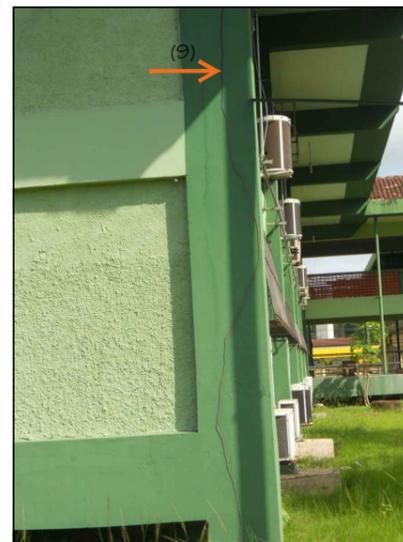
FACHADA C



FACHADA B



FACHADA D



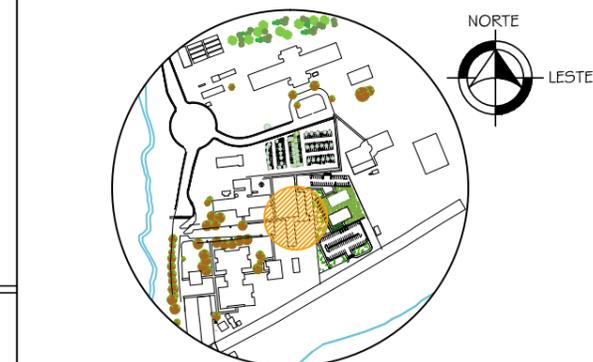
CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- IDADE: (X) RECENTES ( ) INTERMEDIÁRIAS ( ) ANTIGAS
- MATERIAL ANALISADO: ( ) REVEST. CERÂMICO (X) REVEST. EM ARGAMASSA (X) CONCRETO ARMADO

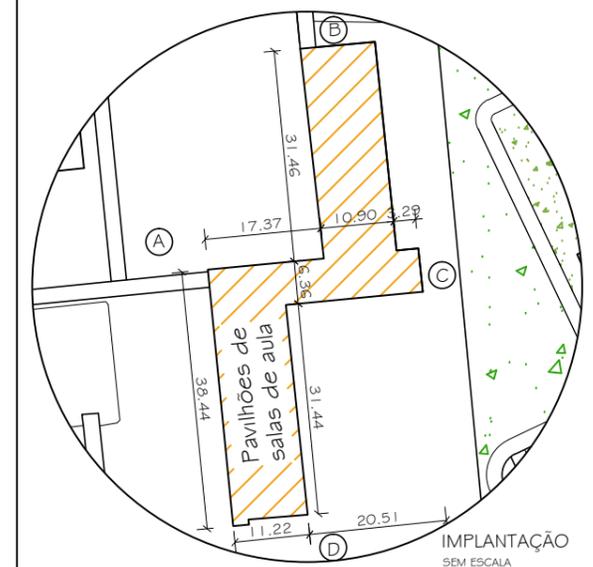
DANOS ENCONTRADOS

- (X) (1) FISSURA / TRINCAS ( ) (7) PICHACOES/GRAFITES DESORDENADOS
- (2) PERDA DE ADERÊNCIA / DESCOLAMENTO (X) (8) VEGETAÇÃO (X) (9) MACRO-ORGANISMOS
- ( ) (3) EFLORESCÊNCIA (X) (10) PERDA DE COLORAÇÃO
- (X) (4) UMIDADE ( ) (11) INTERVENÇÃO INDEVIDA
- (X) (5) MANCHAS (COLONIZ. BIOLÓGICA / SUJIDADES) ( ) (12) OUTROS
- (X) (6) CORROSÃO (CONCRETO ARMADO)

LOCALIZAÇÃO - SETOR SAÚDE



PLANTA DE SITUAÇÃO SEM ESCALA



IMPLANTAÇÃO SEM ESCALA

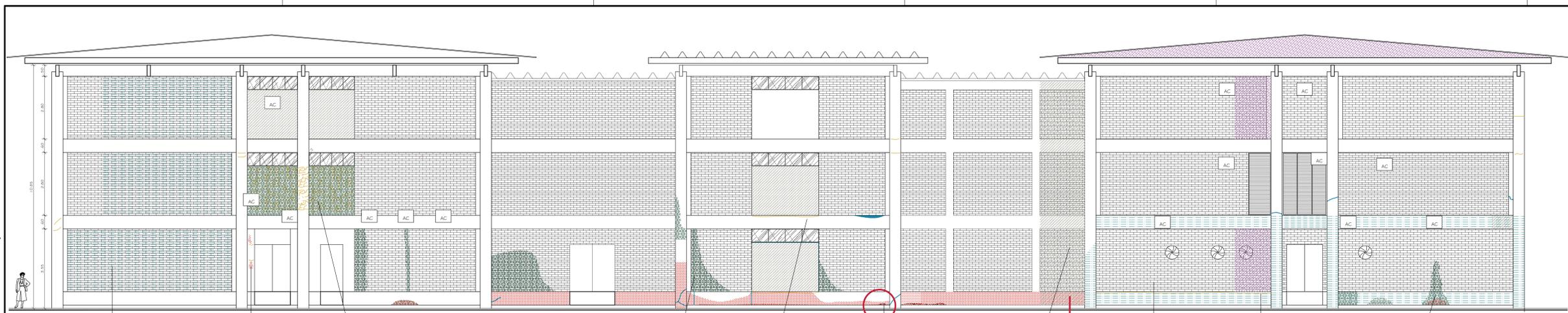
Formato A3



## APÊNDICE B

# Mapas de Danos





**LEGENDA DAS PATOLOGIAS:**

- FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL
- FISSURA MAPEADA
- FISSURA GEGRÁFICA
- DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO
- DESCOLAMENTO EM PLACAS
- UMIDADE
- MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA
- CORROÇÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
- VEGETAÇÃO
- MACRO-ORGANISMOS
- PERDA DE COLORAÇÃO
- INTERVENÇÃO INDEVIDA
- AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS

**INTERVENÇÕES GENÉRICAS:**

- INTERVENÇÃO INDEVIDA
- AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS

OBIS.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

FACHADA A  
ESC.: 1/75

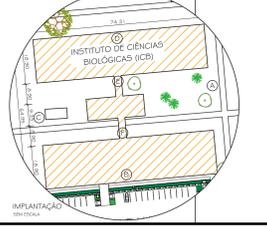
ENSAIO DE ESCLEROMETRIA: PONTO 1

ENSAIO DE DIFRAÇÃO DE RAIO-X

MAPA DE DANOS → FACHADA A  
 LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO E MARCAÇÃO DA EXTENSÃO DOS DANOS  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (F-1.233 & F-1.333)

DATA DO LEVANTAMENTO DOS DANOS:  
 NOV-DEZ2013

MD-01/06



CARVALHO, I. C. Patologias em Fachadas: análise de caso na Universidade Federal do Pará. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.



MAPA DE DANOS → FACHADA B  
 LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO E MARCAÇÃO DA EXTENSÃO  
 DOS DANOS  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (F. 1.233 & F. 1.333)

DATA DO  
 LEVANTAMENTO  
 DOS DANOS  
 NOV-DEZ/2013

MD-02  
 06

FACHADA B  
 ESC.: 1/75



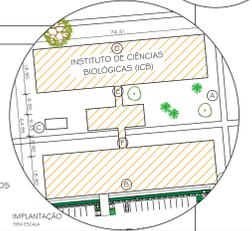
ENSaIO DE ESCLEROMETRIA- PONTO 2

INTERVENÇÕES GÊNICAS:

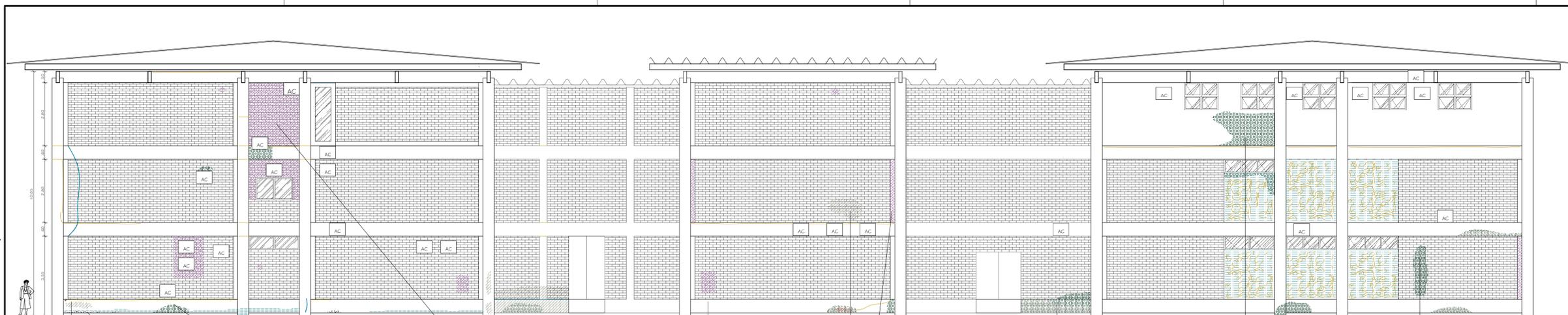
Obs.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM  
 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL                 |  | CORRUSÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO |
|  | FISSURA MAPEADA                               |  | VEGETAÇÃO                                |
|  | FISSURA GEOMÉTRICA                            |  | MACRO-ORGANISMOS                         |
|  | DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO                  |  | PERDA DE COLORAÇÃO                       |
|  | DESCOLAMENTO EM PLACAS                        |  | INTERVENÇÃO INDEVIDA                     |
|  | UMIDADE                                       |  | AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS         |
|  | MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |  |  |



CARVALHO, I. C. Patologia em Fachadas: análise de caso na Universidade Federal do Pará. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.



- LEGENDA DAS PATOLOGIAS:**
- FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL
  - FISSURA MAPEADA
  - FISSURA GEOGRÁFICA
  - DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO
  - DESCOLAMENTO EM PLACAS
  - UMIDADE
  - MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA
  - CORROÇÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
  - VEGETAÇÃO
  - MACRO-ORGANISMOS
  - PERDA DE COLORAÇÃO
  - INTERVENÇÃO INDEVIDA
  - AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS

**INTERVENÇÕES GÊNICAS:**

OBS.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

MAPA DE DANOS → FACHADA C  
 LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO E MARCAÇÃO DA EXTENSÃO DOS DANOS  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (F-1.233 & F-1.333)

DATA DO LEVANTAMENTO DOS DANOS:  
 NOV-DEZ2013

MD-03  
06



FACHADA D

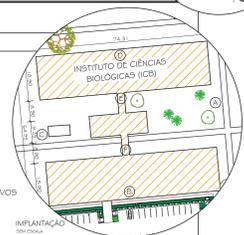


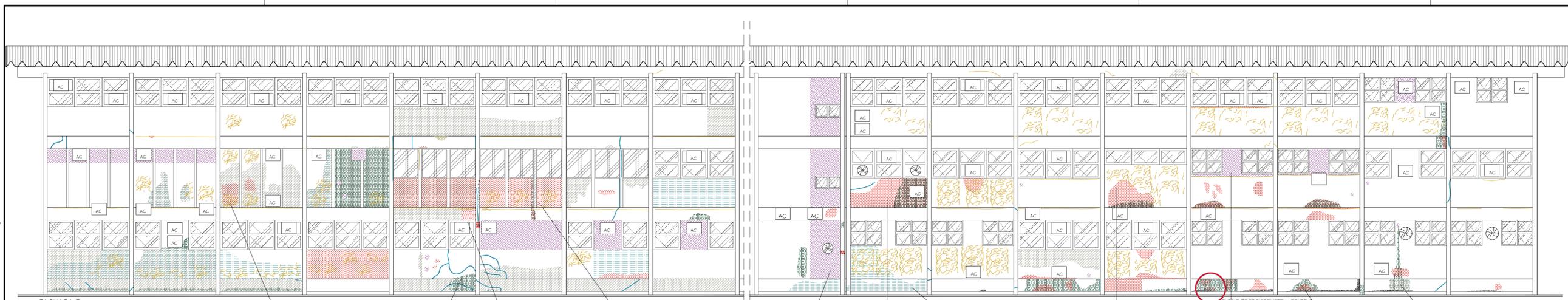
INTERVENÇÕES GÊNICAS:

OBS.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

- |   |  |
|---|--|
| FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL                 | CORROSÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO |
| FISSURA MAPEADA                               | VEGETAÇÃO                                |
| FISSURA GEGRÁFICA                             | MACRO-ORGANISMOS                         |
| DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO                  | PERDA DE COLORAÇÃO                       |
| DESCOLAMENTO EM PLACAS                        | INTERVENÇÃO INDEVIDA                     |
| UMIDADE                                       | AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS         |
| MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |  |





INTERVENÇÕES GÊNICAS:  
 OBS.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

MAPA DE DANOS → FACHADA E  
 LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO E MARCAÇÃO DA EXTENSÃO DOS DANOS  
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (F. 1.233 & F. 1.3/33)

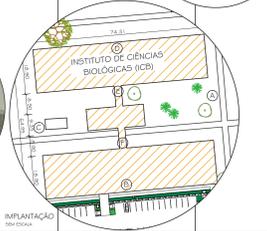
DATA DO LEVANTAMENTO DOS DANOS:  
 NOV-DEZ/2013

MD-05  
 06

FACHADA E  
 650 x 1775

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

	FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL		CORROSÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
	FISSURA MAPEADA		VEGETAÇÃO
	FISSURA GEGRÁFICA		MACRO-ORGANISMOS
	DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO		PERDA DE COLORAÇÃO
	DESCOLAMENTO EM PLACAS		INTERVENÇÃO INDEVIDA
	UMIDADE		AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS
	MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA		



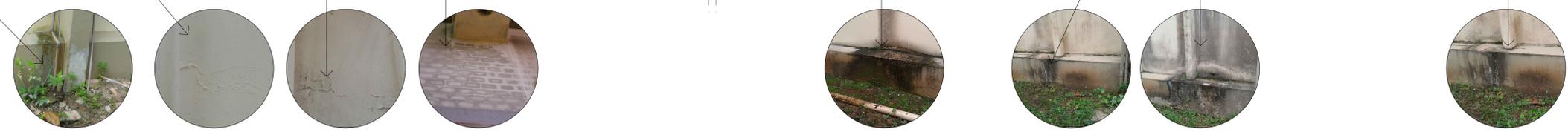
CARVALHO, I. C. Patologia em Fachadas: análise de caso na Universidade Federal do Pará. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.



FACHADA F  
Escala: 1/75

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

	FISSURA VERTICAL / HORIZONTAL		CORROSÃO EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
	FISSURA MAPEADA		VEGETAÇÃO
	FISSURA GEGRÁFICA		MACRO-ORGANISMOS
	DESCOLAMENTO COM EMPOLAMENTO		PERDA DE COLORAÇÃO
	DESCOLAMENTO EM PLACAS		INTERVENÇÃO INDEVIDA
	UMIDADE		AUSÊNCIA DE DANOS SIGNIFICATIVOS
	MANCHAS POR SUJIDADES / COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA		



INTERVENÇÕES GÊNICAS:  
OBS.: AS PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO ESTÃO DESCRITAS NO ITEM 4.3.3 DO CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

MAPA DE DANOS → FACHADA F  
LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO E MARCAÇÃO DA EXTENSÃO DOS DANOS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (F. 1.233 & F. 1.3/33)

DATA DO LEVANTAMENTO DOS DANOS:  
NOV-DEZ/2013

MD-06  
06

IMPLANTAÇÃO  
2013/04

CARVALHO, I. C. Patologias em Fachadas: análise de caso na Universidade Federal do Pará. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2014.

BR

## APÊNDICE C

Modelo – Relatório Técnico

BR

# MODELO - RELATÓRIO TÉCNICO

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1.1 Dados do requerente:

---

---

---

### 1.2 Dados da requerida:

---

---

---

### 1.3 Data da vistoria:

---

### 1.4 Objetivo

A Requerente, verificando o surgimento de patologias na fachada de seu imóvel, contratou profissional técnico habilitado com o propósito de, após identificados os danos e apontadas suas causas, relatar soluções técnicas e planos de recuperação para sanar as patologias visíveis em fachadas do imóvel.

## 2 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

### 2.1 Localização do imóvel

Imóvel localizado na cidade de \_\_\_\_\_, no endereço

---

### 2.2 Características físicas (materiais analisados, tipo de uso, quantidade de pavimento, etc.):

---

---

---

---

### 2.3 Conteúdo do relatório técnico:

- ( ) Vistoria “in loco” das patologias;
- ( ) Medição dos problemas encontrados;
- ( ) Imagens das patologias e suas localizações em planta baixa/elevações;
- ( ) Sugestões para soluções imediatas dos problemas;
- ( ) Quantitativo patológico;
- ( ) Planilha base para orçamento.
- ( ) Outros \_\_\_\_\_

## 3 RECOMENDAÇÕES DE REPARO (separar por patologias, podendo exceder a quantidade de linhas estipuladas a seguir)

---

---

---

---

---

---

