

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIE CRISTIE FARIA FRAZÃO

**PATOLOGIAS RELACIONADAS ÀS COBERTURAS: ESTUDO
DE CASO EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE
SOCIAL NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

JULIE CRISTIE FARIA FRAZÃO

**PATOLOGIAS RELACIONADAS ÀS COBERTURAS: ESTUDO
DE CASO EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE
SOCIAL NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a Dr^a Vera Lúcia Barradas Moreira

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

PATOLOGIAS RELACIONADAS ÀS COBERTURAS: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR

por
Julie Cristie Faria Frazão

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 19h do dia 25 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Fabiana Goia R. de Oliveira
(UTFPR)

Prof. Me. Adalberto R. de Oliveira
(UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Barradas Moreira
(UTFPR)
Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por sonharem comigo e estarem ao meu lado na realização de cada conquista, me amando e me apoiando em todos os dias de suas vidas.

Ao meu namorado pelo amor, carinho e companheirismo, e principalmente, por me inspirar a todo momento com sua calma e coragem.

Aos meus amigos pela força, suporte e pelos ótimos momentos compartilhados.

Aos meus familiares que me apoiaram e sempre torceram por mim.

À instituição e aos professores que fizeram parte desta caminhada e, em especial, à minha orientadora pelo apoio na elaboração deste trabalho.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram com o meu crescimento e com a minha formação.

RESUMO

FRAZÃO, Julie C. F. Patologias relacionadas às coberturas: estudo de caso em edificações unifamiliares de interesse social na cidade de Campo Mourão – PR. 2015. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

A busca constante pela qualidade nos setores da construção civil faz com que estudos acerca das patologias sejam realizados para que as causas de ocorrência das mesmas sejam identificadas e corrigidas, e principalmente, para que sejam elaborados procedimentos que evitem seu surgimento, já que representam gastos com reformas não previstas, atraso no cronograma de obra e acréscimo no orçamento estimado. O presente trabalho utilizou-se da metodologia da Norma de Inspeção do IBAPE (2012) para vistoriar edificações de um conjunto habitacional de cunho social da cidade de Campo Mourão – PR em busca de identificar as principais patologias que se relacionam com o sistema de cobertura. Os problemas que acometeram um maior número de habitações foram manchas de infiltração na alvenaria por problemas de vedação das cumeeiras e ligações mal executadas, nós excessivos, flechas e quebras de algumas peças de madeira da estrutura de cobertura. Após a análise das possíveis causas e dos procedimentos adotados no canteiro para sanar os problemas encontrados e evitar outros danos, foram classificadas quanto aos riscos que representavam ao meio ambiente, ao patrimônio e ao usuário e através desse estudo, pôde-se determinar quais os procedimentos poderiam ser adotados para a correção das patologias e como evitar a sua ocorrência. Apurou-se que o método empregado pela Construtora A foi adequado para sanar as deficiências e que a melhor maneira de evitar o surgimento das mesmas seria por meio do planejamento sistêmico das atividades a serem realizadas no canteiro.

Palavras chave: Construção civil. Patologia. Planejamento.

ABSTRACT

FRAZÃO, Julie C. F. Pathologies related to the roof: a case study in single-family buildings of social interest in the city of Campo Mourao - PR. 2015. 53 f. Final Dissertation (Graduation) – Bachelor's Degree in Civil Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

The constant search for quality in the sectors of construction requires that studies about pathologies are carried out in order to investigate the causes of their appearance and how to correct them, and especially, to develop procedures that avoid their emergence, as they represent additional costs with unplanned repairs, to develop procedures that avoid the appearance, as they represent expenses not planned reforms, delay in work schedule and increase in the estimated budget. This work was used the methodology of IBAPE Inspection Standard (2012) to inspect the construction of a housing complex of social nature in the city of Campo Mourao - PR aiming to identify the main pathologies that relate to the roof system. The problems which affected a large number of dwellings are infiltration stains on the brickwork caused by sealing problems of ridges and bonds that were not correctly executed, excessive nodes in the timbers, deflections and breakage of some pieces of wood of the roof structure. After analysing the possible causes and the procedures used in construction to fix the problems encountered and avoid other injuries, were classified according to the risks that they represent to the environment, to property and to the user and through this study, it was possible to determine which procedures could be adopted to correct the pathology and how to prevent its occurrence. It was found that the method employed by the construction company A was adequate to fix the diseases and that the best way to avoid the appearance of them would be through systematic planning of the activities to be carried out on construction site.

Key words: Civil Construction. Construction Pathology. Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre o PIB do Brasil e o PIB da construção civil	14
Figura 2 - Desempenho da construção ao longo do tempo.....	17
Figura 3 - Custo de manutenção em função do tempo	18
Figura 4 - Peças de concreto da cumeeira.....	28
Figura 5 - Parede manchada pela infiltração de água da chuva pela cumeeira	29
Figura 6 - Fissura e falhas de aderência na argamassa aplicada lateralmente na cumeeira (à direita) e a localização do problema destacado em vermelho (à esquerda)	30
Figura 7 - Espaço entre as peças de concreto	31
Figura 8 - Serviço de colocação da manta de alumínio sendo executado	32
Figura 9 - Aplicação da manta líquida	33
Figura 10 – Exemplo de ligação executada com chapa de dente estampado	35
Figura 11 - Chapa com dentes expostos.....	35
Figura 12 - Peça da estrutura de madeira partida	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 JUSTIFICATIVA.....	11
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
4.1 PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
4.1.1 O cenário da construção civil no Brasil.....	13
4.1.2 Conceitos gerais.....	14
4.1.3 Normas de desempenho, qualidade e inspeção	19
4.2 PATOLOGIAS EM COBERTURA	21
5 MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	24
5.1.1 Determinação do nível de inspeção	25
5.1.2 Listagem de verificação.....	25
5.1.3 Definição das prioridades	25
5.1.4 Classificação e análises das anomalias e falhas quanto ao grau de risco e recomendações técnicas pertinentes.	26
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	27
6.2 UMIDADE NAS PAREDES	28
6.2.1 Possíveis causas.....	29
6.2.2 Procedimentos adotados.....	31
6.3 MADEIRA DA ESTRUTURA DE COBERTURA	33
6.3.1 Nó na madeira.....	34
6.3.2 Ligações mal executadas	34
6.3.3 Tesouras treliçadas	36
6.3.4 Procedimentos adotados.....	37
6.5 CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS QUANTO AO GRAU DE RISCO.....	37

6.5.1 Classificação das patologias nas madeiras da estrutura de cobertura.....	37
6.5.2 Classificação das patologias relacionadas à infiltração de água na cumeeira .	38
6.6 DEFINIÇÃO DAS PRIORIDADES	39
6.7 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS	40
6.7.1 Recomendações técnicas feitas à patologia relacionada a madeira da estrutura de cobertura	40
6.7.2 Recomendações técnicas feitas à patologia relacionada a infiltração.....	41
7 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO A	50
ANEXO B	51
ANEXO C	52

1 INTRODUÇÃO

Com o setor da construção civil em foco, o grau de importância dada à qualidade dos produtos utilizados e nos serviços prestados aumentou, assim, a satisfação do cliente passou a ser uma condição primordial dentro das organizações. Diretamente ligado a isso, tem-se o surgimento das patologias, com suas causas relacionadas à má qualidade dos produtos empregados, à desqualificação da mão-de-obra atuante, à falta de realizações periódicas de manutenções, deficiências no planejamento, entre outros.

Segundo Helene (1992), Patologia das Construções pode ser definida como sendo um ramo da engenharia que estuda a origem dos defeitos até o diagnóstico e tratamento do problema.

Disponíveis no Brasil para auxiliar os profissionais do setor, as normas técnicas sobre desempenho das edificações, manutenções, perícias e inspeções, possuem diretrizes que devem ser seguidas a fim de que o desempenho esperado pelas edificações seja mantido.

Portanto, o estudo das manifestações patológicas faz-se necessário para que suas causas sejam analisadas, a fim de verificar quais são os melhores tratamentos que podem ser executados e o que pode ser feito em futuros empreendimentos para que sejam evitadas.

O sistema de cobertura é um dos sistemas que compõe as edificações e, assim como qualquer um deles, está passível de sofrer com as patologias, e considerando que sua integridade é de suma importância para o desempenho de outros elementos que fazem parte da construção, analisar as manifestações patológicas que ali surgem é de grande importância.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Pesquisar e analisar, através de um estudo de caso, quais as patologias relacionadas a construção dos sistemas de cobertura de unidades de um conjunto habitacional de interesse social, em um canteiro de obras na cidade de Campo Mourão – PR, na busca por ações que possibilitem o correto reparo e que evitem a sua ocorrência.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar as unidades a serem estudados e colher informações necessárias para a análise, como projetos e registros fotográficos, por meio de visitas a campo, identificando as patologias e os problemas por elas causados no restante da edificação.
- Realizar inspeção visual conforme a metodologia indicada na Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012).
- Apontar as patologias encontradas, relacionando-as com medidas que possibilitem sua correção.
- Relacionar as causas dessas patologias e propor medidas que evitem a sua ocorrência.

3 JUSTIFICATIVA

Devido ao crescimento econômico brasileiro da última década, o setor da construção civil ganhou maior visibilidade no mercado. Houve a criação, pelo governo federal, do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que proporcionou o planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura. Outro detalhe foi a criação do programa Minha Casa, Minha Vida, objetivando sanar o déficit de moradias do país, focando na construção de habitações populares.

Dentro desse contexto de alta da indústria da construção civil, houve também maior preocupação, por parte das empresas e profissionais do ramo, em oferecer a seus clientes serviços e produtos de qualidade.

Considerando que a falta de qualidade, tanto dos serviços prestados quanto dos materiais utilizados e a mão-de-obra desqualificada atuando no mercado, contribui para a insatisfação dos clientes e para o surgimento de patologias, o estudo das mesmas faz-se importante.

Essas patologias, segundo Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), podem ser consideradas como sendo o estudo das modificações das condições físicas e/ou funcionais causadas por anomalias ou falhas nas edificações. Quando surgem, acarretam em diminuição do desempenho do sistema e uma das maneiras de se evitar que o desempenho fique abaixo do nível mínimo requerido é através da realização de manutenções periódicas, que ocorrem tanto na fase de pré-construção quanto na de pós-construção. É importante considerar que conforme o tempo de vida da edificação passa, o custo das manutenções que são realizadas só tendem a crescer.

Considerando que a eficiência do sistema de cobertura tem influência no desempenho geral da edificação, protegendo os demais elementos da deterioração ao se manter estanque e cumprindo importante papel ao contribuir para o conforto termoacústico da edificação, manter sua integridade é de grande importância.

Visando minimizar grandes investimentos financeiros para sanar as manifestações patológicas, é interessante que as manutenções previstas sejam realizadas e as patologias, logo que identificadas, sejam analisadas e sofram de imediato a devida intervenção.

Para tal, é necessário que haja estudos acerca das patologias e suas causas para que os processos de recuperação sejam elaborados e principalmente para que medidas preventivas sejam adotadas em empreendimentos futuros e confirmem assim maior qualidade às habitações.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

4.1.1 O cenário da construção civil no Brasil

O crescimento econômico brasileiro da década passada impactou, direta e positivamente, o setor da construção civil, que sofreu expansão e ganhou maior visibilidade no mercado. Criado em 2007, pelo Governo Federal da época, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) contribuiu significativamente para que isso ocorresse, promovendo a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país. Logo em seus primeiros quatro anos de funcionamento, gerou um número recorde de empregos, sendo 8,2 milhões de postos de trabalho criados, conforme dados divulgados no site oficial do governo.

Uma das medidas adotadas pelo Governo Federal foi a criação do programa Minha Casa, Minha Vida, um programa de habitação social voltado para famílias de baixa renda, que possibilitou que, até dezembro de 2014, fosse entregue 1,87 milhão de moradias, assim como consta no 11º Balanço do PAC 2 (segunda edição do programa).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a construção civil foi o setor que mais gerou postos de trabalho formais, entre 2002 a 2012, com um crescimento de 155% entre esses dez anos, atingindo 2,8 milhões de trabalhadores com carteira assinada.

De acordo com dados divulgados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil foi responsável, em 2012, por 5,7% da composição do PIB total do Brasil. Conforme a Figura 1, a seguir, é possível notar a relação que o PIB da construção civil tem com o PIB do Brasil, nos anos analisados, entre 2004 a 2014, com os valores representando uma variação em porcentagem.

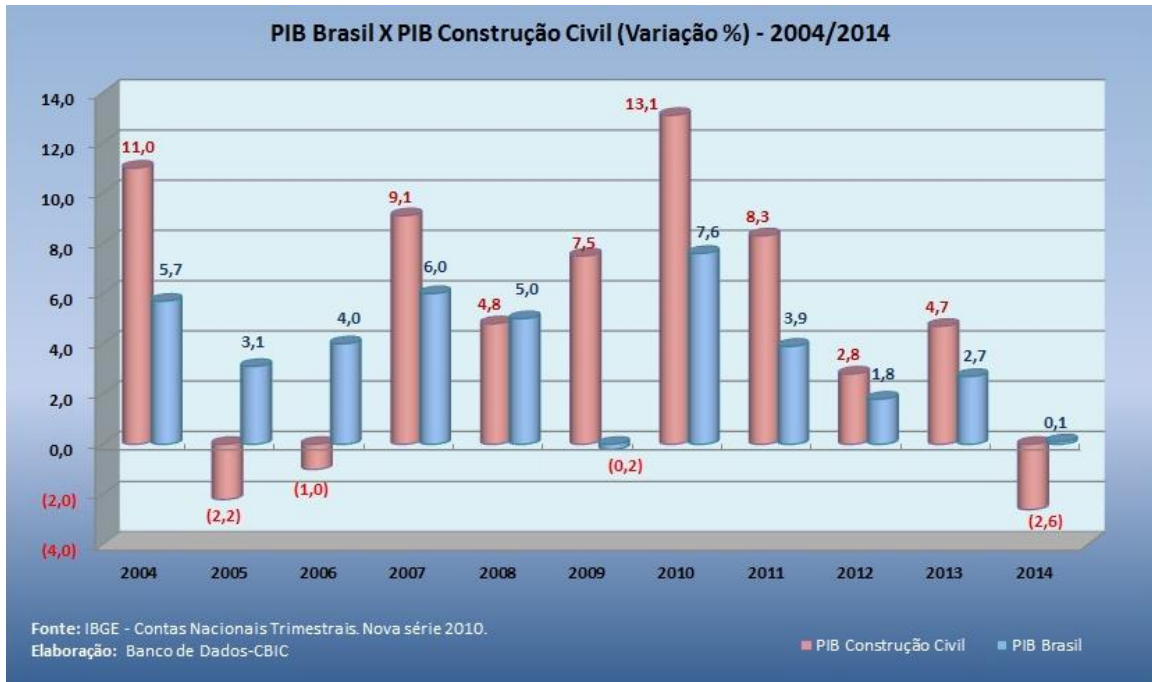


Figura 1 - Relação entre o PIB do Brasil e o PIB da construção civil
Fonte: IBGE (2010)

Portanto, é notável a importância da participação da indústria da construção para o Brasil, tanto em relação a geração de emprego quanto na geração de renda e participação no PIB brasileiro, sendo considerada um dos alicerces da economia do país.

Com o setor em alta, empresas e profissionais liberais do ramo voltaram sua atenção para a qualidade dos materiais utilizados, dos serviços prestados, e do planejamento, a fim de oferecerem a seus clientes o que há de melhor no mercado para se manterem em destaque frente a seus concorrentes.

Segundo Garrafoli (2010), a qualidade é definida de forma subjetiva por meio da observação de cada indivíduo, influenciada por diversos fatores, como: cultura, modo de pensar, tipo de produto ou serviço prestado, e também, pelas necessidades e expectativas de cada um. Assim, o cliente passou a ser o foco dentro das organizações e a sua satisfação passou a ser uma condição primordial para que elas sobrevivessem diante da competitividade do mercado.

4.1.2 Conceitos gerais

Patologia (derivado do grego *Pathos*, que significa doença; e *logus*, que significa estudo) pode ser definida como sendo o estudo das doenças em geral, e é um termo utilizado tanto nas áreas médicas como nas áreas das engenharias. Para Helene (1992), a Patologia das Construções pode ser definida como sendo um ramo da engenharia que estuda desde a origem dos defeitos até o diagnóstico e o tratamento do problema.

E segundo Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), isso pode ser entendido como sendo o estudo das modificações das condições físicas e/ou funcionais produzidas pelas anomalias construtivas ou falhas nas edificações.

Conforme Saldanha (2012), as anomalias são consideradas os vícios construtivos, causadas tanto na fase de concepção do projeto como por causa do material ou execução; e são classificadas como:

- Endógenas: quando os vícios são de projeto, material ou ocorrem na execução da própria edificação;
- Exógenas: quando os danos são causados por fatores externos à edificação, provocados por terceiros;
- Naturais: quando os danos são causados pelos fenômenos (previsíveis ou imprevisíveis) da natureza;
- Funcionais: quando os danos são provenientes da degradação, originária do uso ou causados pelo término da vida útil de elementos ou sistemas.

Já as falhas são vícios de manutenção, relacionadas à procedimentos e operações; e podem ser classificadas da seguinte maneira:

- De planejamento: quando são oriundas de falhas no programa de manutenção e manuais apresentados, ou especificações inadequadas;
- De execução: quando as falhas são oriundas dos procedimentos, incluindo o uso inadequado de materiais;
- Operacionais: quando são provenientes dos registros e controles técnicos mal feitos;
- De gestão: quando as falhas estão associadas à desvios de qualidade e custo.

Segundo Roméro e Ornstein (2003), embora uma parcela significativa dos problemas tenha relação com a etapa de projeto - vide os países desenvolvidos como a Bélgica, a Inglaterra, a Alemanha e a Dinamarca, apresentarem uma porcentagem que varia de 36% a 49% de patologias encontradas durante a

ocupação decorrentes de falhas de projeto – ainda são poucas as empresas que conhecem ou implementam programas de qualidade nessa etapa, estando mais voltados à execução e fabricação de materiais que visem o aumento da produtividade da mão-de-obra e reduzam do desperdício.

A fim de prezar pela qualidade final da edificação e evitar o surgimento de manifestações patológicas, os colaboradores envolvidos em todas as fases da obra podem adotar algumas atitudes que contribuem para tal. Na fase de projeto, devem contar com que os profissionais responsáveis nessa área trabalhem de forma conjunta, a fim de elaborarem projetos detalhados e compatibilizados, evitando-se que serviços sejam improvisados e executados em desconformidade com normas e técnicas já estudadas e aprovadas. Na fase de execução, é importante que se tenha trabalhadores capacitados e dispostos a realizarem serviços considerados de qualidade e conforme descritos em projeto. É também interessante ressaltar que a utilização de materiais de qualidade também influencia no resultado final da edificação, portanto, devem-se empregar na execução, materiais que foram fabricados de acordo as normas específicas em vigência e que passaram por controles tecnológicos, como vistorias e acompanhamento de qualidade. Na fase de operação, é imprescindível que um manual de utilização tenha sido elaborado e seja seguido pelo usuário, a fim de que o propósito da edificação seja mantido e as manutenções previstas sejam realizadas.

Conforme a NBR 15575:2013, desempenho é o comportamento apresentado pela edificação e seus sistemas durante o uso, e está relacionado às manutenções realizadas e à vida útil do edifício. Sendo vida útil considerada como sendo o período de tempo em que uma edificação e seus sistemas constituintes se prestem às atividades para as quais foram projetadas, considerando a correta manutenção realizada conforme descrito nos manuais de uso, operação e manutenção e sua periodicidade. Como pode ser observado na Figura 2 abaixo, a realização de manutenções são importantes para melhorar o nível de desempenho apresentado pela edificação, já que conforme sua vida útil diminui, ele só tende a cair.

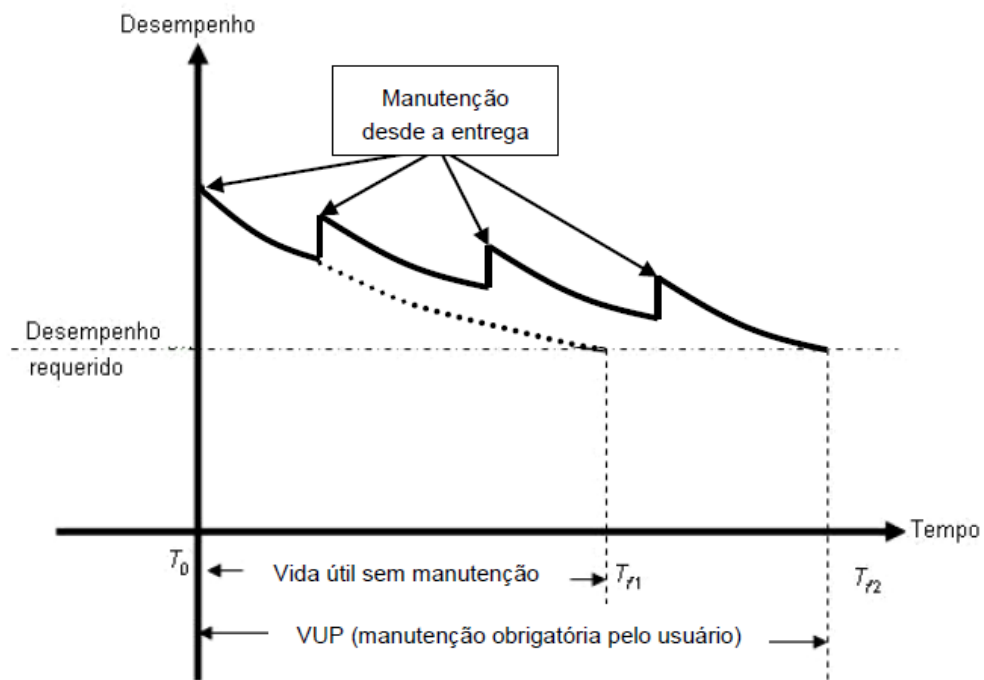


Figura 2 - Desempenho da construção ao longo do tempo
Fonte: NRB 15575:2013

Considerando que quando as falhas e anomalias surgem, o desempenho e a segurança das edificações ficam comprometidos e geram insatisfação ao usuário, quando não for possível evitá-las, é importante que se faça uma rápida intervenção nas mesmas, já que em alguns casos, as manifestações patológicas podem surgir através de outra já existente, além do fato de que manutenções realizadas tardiamente são mais custosas para quem for realizá-las, conforme ilustra a Figura 3 a seguir, na qual é possível observar que o custo de manutenção cresce segundo uma progressão geométrica.

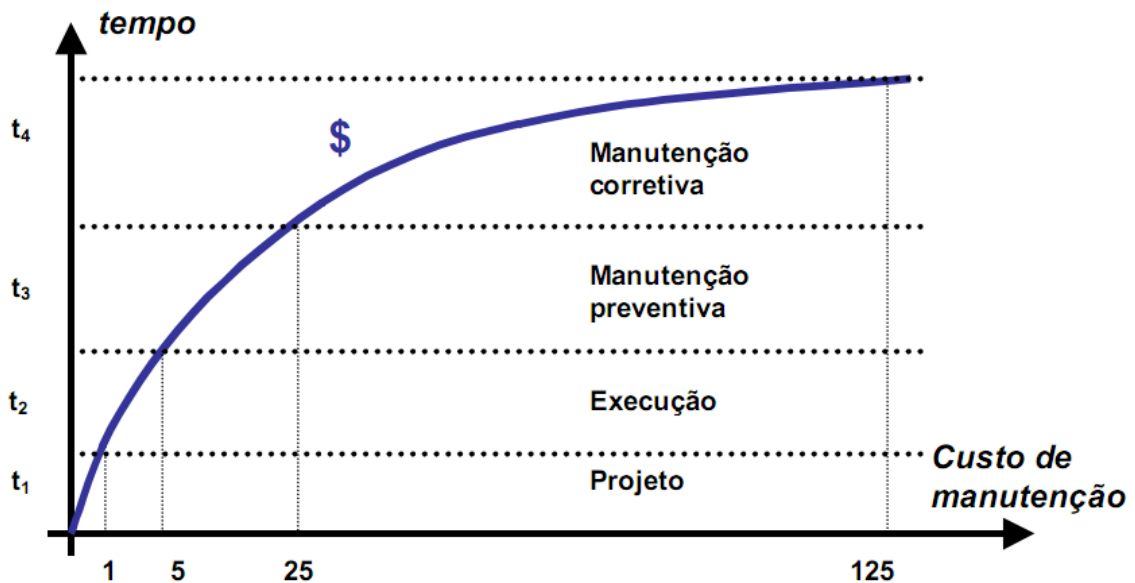


Figura 3 - Custo de manutenção em função do tempo
Fonte: CEB – Comitê Euro-Internacional Du Béton, apud Helene (1992)

Outro fator a ser considerado, conforme consta na NBR 5674:2012, é que sob o ponto de vista econômico e ambiental, é inviável e inaceitável, respectivamente, considerar como produtos descartáveis as edificações, isso exige, portanto, que manutenções periódicas sejam realizadas.

Considera-se manutenção o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade de funcionamento da edificação e suas partes constituintes de atender as necessidades e a segurança dos usuários (NBR 5674:2012), e podem ser realizadas tanto na fase de pré-construção como na de pós-construção.

A manutenção preditiva, segundo Nour (2003), utiliza de alguns procedimentos de inspeção para detectar defeitos que, em geral, são difíceis de serem descobertos a olho nu, em algum elemento ou componente que, se não sofrer nenhuma intervenção, poderá gerar futuramente a necessidade de uma manutenção corretiva. Segundo o autor, um exemplo de manutenção preditiva é o uso da inspeção ultrassônica em vigas metálicas, com o intuito de investigar possíveis fissuras, falhas ou descontinuidade do material, que poderiam significar algum risco.

Vinculadas à manutenção preditiva, há as manutenções preventivas e corretivas, que ocorrem na fase de pós-construção, com o objetivo de evitar e corrigir, respectivamente, falhas ou anomalias que venham a surgir na edificação, de acordo com Saldanha (2012).

Portanto, o estudo das manifestações patológicas objetiva determinar as causas, para que seja possível elaborar processos de recuperação e manutenção da construção e facilitar na adoção das medidas preventivas em futuros empreendimentos.

4.1.3 Normas de desempenho, qualidade e inspeção

Disponível no Brasil, com o objetivo de auxiliar os profissionais do ramo, tem-se as normas que tratam de questões referentes à qualidade, desempenho e inspeção na construção civil. A NBR 5674:2012 (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção), estabelece os requisitos para a gestão do sistema de manutenção das edificações, incluindo meios para preservar as características originais da edificação e meios para prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes.

A NBR 15575:2013 (Edificações habitacionais – Desempenho) estabelece requisitos e critérios de desempenho que são aplicáveis às habitações, que podem ser avaliadas como um todo, ou para a avaliação de um ou mais sistemas da edificação. É dividida em seis partes que abordam os requisitos gerais, os sistemas estruturais, os sistemas de pisos, os sistemas de vedações verticais internas e externas, os sistemas de cobertura e os sistemas hidrossanitários.

Há também a NBR 14037:2014 (Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos), que tem como objetivo estabelecer os requisitos mínimos para elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos no manual de uso, operação e manutenção, o qual deve ser elaborado pelo construtor.

Outra norma referente ao assunto é a NBR 13752:1996 (Perícias de engenharia na construção civil), que tem como objetivo fixar as diretrizes básicas, conceitos, critérios e procedimentos relacionados às perícias, as quais tem, por sua vez, a função de estabelecer o grau de detalhamento das atividades e do laudo a serem desenvolvidos.

Para determinar a realização periódica de inspeções em edificações, com o objetivo de aferir as condições de estabilidade, segurança e manutenção, foi criado, em 2011, o Projeto de Lei do Senado N° 491. Essa inspeção deve ser registrada em Laudo de Inspeção Técnica de Edificação (LITE), elaborado conforme as normas técnicas aplicáveis.

Já o Decreto N° 2.181, de 1997, dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Defesa do Consumidor (SNDC) e estabelece as normas gerais de aplicação das sanções administrativas previstas na Lei N° 8.078 de 1990. Esta última, estabelece normas de proteção e defesa do consumidor.

Segundo Shebalj, as inspeções prediais são elaboradas por profissionais especializados e circunstanciadas por Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), conforme o critério baseado na análise do risco. Este, por sua vez, consiste em classificar as anomalias detectadas quanto a seu grau de urgência, analisando fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança e funcionalidade. Para se determinar o grau de urgência de uma anomalia em uma edificação é necessário considerar os níveis da inspeção realizada, que são classificados quanto a complexidade da inspeção, a profundidade da análise feita e quanto ao número de profissionais envolvidos. Os três níveis, conforme as Normas de Inspeção do IBAPE, são:

- Nível 1: a inspeção deve ser elaborada por profissional habilitado em uma especialidade, considerando-se uma edificação com baixa complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos.

- Nível 2: considerando-se uma edificação com média complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, a inspeção deve ser elaborada por profissional habilitado em uma ou mais especialidades.

- Nível 3: nesse caso, o trabalho pode ser intitulado como auditoria técnica, considerando seu alto grau de complexidade técnica, de manutenção e operação.

Dessa forma, é possível classificar o grau de urgência de uma anomalia ou falha encontrada em uma edificação, considerando os riscos oferecidos aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio. As três possíveis classificações são:

- Crítico: quando houver perda excessiva de desempenho e funcionalidade, comprometendo a vida útil da edificação, e quando oferecer riscos à saúde e segurança das pessoas e ao meio ambiente.

- Regular: quando houver perda parcial de desempenho e funcionalidade, sem causar prejuízo às operações dos sistemas da edificação.

- Mínimo: quando oferecer riscos de causar pequenos prejuízos estéticos e houver baixo ou nenhum comprometimento do valor do imóvel.

A partir da inspeção realizada, é possível, conforme a classificação determinada, elaborar recomendações técnicas a fim de indicar as medidas corretivas e preventivas que farão parte do plano de manutenção (Shebalj).

4.2 PATOLOGIAS EM COBERTURA

Conforme a NBR 15575:2013 define, um sistema de cobertura é um conjunto de elementos que são dispostos no topo da construção com a função de assegurar às águas pluviais estanqueidade e proteger os demais elementos da edificação da deterioração por agentes naturais, além de contribuir de maneira positiva para o conforto termoacústico do local.

Assim como qualquer outro sistema que compõe uma edificação, o sistema de cobertura também está passível de sofrer com as manifestações patológicas que possam surgir durante a vida útil da mesma, comprometendo assim, seu nível de desempenho requerido. Infiltração, problemas na madeira, peso extra das telhas, falta de acompanhamento da execução e mão de obra não qualificada são algumas das possíveis causas de surgimento de problemas em estruturas de cobertura feitas de madeira.

A cobertura, por estar sempre exposta às condições climáticas adversas, deve, como propósito principal, manter-se estanque, para impedir que alguns dos seus elementos entre em contato com as águas pluviais. Tratando-se de cobertura feita de estrutura de madeira, esse é um requisito básico para o bom desempenho de suas funcionalidades, já que a madeira, por ser um material que apresenta comportamento higroscópico, isto é, suas dimensões e seu teor de umidade são altamente influenciáveis pela umidade do meio em que está inserido, poderá sofrer com o inchamento ou retração de suas peças.

Porém, essa é uma característica indesejável na madeira, principalmente por se tratar de estrutura, que é um sistema que requer maior estabilidade. Um erro que

pode ser cometido ao empregar a madeira na construção é utilizá-la sem a devida secagem, que é um processo muito importante para garantir a qualidade do produto. Para Bonduelle, as vantagens desse processo são: aumento da resistência mecânica da peça, redução das variações dimensionais, redução dos riscos de ataques por fungos, entre outros.

A infiltração ocorre quando o sistema de cobertura não possui sua impermeabilização feita de maneira correta ou quando, por algum motivo, ela deixou de agir e passou a abrir espaço para a percolação da água. De acordo com a NBR 9575 (2010), impermeabilização é definida como sendo um conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), compostos por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação prejudicial dos fluidos, dos vapores e da umidade. Para Deutsch (2011), impermeabilizar, nas edificações, superfícies horizontais e verticais, é prevenir a penetração da água em seus elementos estruturais e arquitetônicos.

Segundo Storte (2014), a importância da impermeabilização nos processos construtivos não se dá apenas pelas questões estéticas devido ao aparecimento de infiltrações, mas por ser uma questão de segurança, já que evita a deterioração da estrutura, minimiza a geração de resíduos provenientes de reformas precoces, impede os problemas de saúde relacionados a umidade e evita, em alguns casos, o colapso de estruturas.

Um problema que pode ocorrer e que facilita a entrada da água numa edificação é o surgimento de trincas e rachaduras, que segundo Watanabe (apud Santos 2013), pode estar relacionado com as intervenções que ocorrem no entorno da construção, como por exemplo, construções de prédios na vizinhança ou obras de infraestrutura, que são geradores de vibrações e trepidações.

Outro fator que pode ser determinante nos vazamentos, segundo Souza (2008), é o caimento inadequado do telhado, que acontece quando os ângulos limites das telhas não estão de acordo. Esses ângulos são influenciados por diversos fatores, tais como: sistema de fixação das peças, sistema de encaixe das peças, impermeabilidade das telhas, entre outros.

As patologias relacionadas à umidade numa edificação, segundo Ramalho et al (2014), são: a formação de manchas, bolores (mofos), e o surgimento de trincas e fissuras. Sendo que as causas dessas umidades são relacionadas com as ineficiências de projetos, a má qualidade dos materiais empregados no canteiro de

obras, as falhas na execução dos serviços e a má utilização do imóvel pelo usuário, e prejudicam os subsistemas, os componentes e os elementos em qualquer obra.

Em se tratando sobre a telha, e no caso de sua incapacidade de manter a estrutura de cobertura estanque, surge a opção de argamassar as juntas. Nesse caso, a sobrecarga correspondente a inclusão desse novo material provoca deformações, que não estavam previstas, na estrutura de madeira. Essas deformações podem ainda agravar o problema da falta de estanqueidade do sistema.

Conforme Klein (1999), um fator que contribui no surgimento das patologias é a má qualidade da mão-de-obra envolvida. Considerando que pequenos erros de execução possibilitam o surgimento de manifestações patológicas, é necessário que haja acompanhamento da execução dos serviços, e que esse acompanhamento seja realizado por pessoas que tenham conhecimento técnico sobre o assunto, a fim de direcionar os métodos de execução em cada etapa realizada para minimizar as chances desses problemas surgirem.

Para Storte (2014), profissionais habilitados na atividade de impermeabilização possuem condições de analisar a necessidade de cada área atingida e identificar o produto mais adequado para o caso. Dessa maneira, segundo ele, os problemas oriundos de especificações incorretas, produtos inadequados e da mão-de-obra desqualificada, podem ser evitados.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Através de um estudo de caso e tendo como objeto de estudo habitações de interesse social, foi adotada a inspeção visual para a identificação das patologias e conforme a metodologia indicada na Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012), houve a classificação das manifestações patológicas recorrentes de acordo com seu grau crítico para que fossem feitas as recomendações técnicas pertinentes.

A metodologia foi aplicada na cidade de Campo Mourão, no estado do Paraná, no canteiro de obras de um conjunto habitacional de uma construtora da região responsável pela construção de unidades habitacionais pelo programa do Governo Federal, Minha Casa, Minha Vida. Para que fosse resguardada a identidade da construtora, ela foi identificada no trabalho como Construtora A.

O método indicado pela Norma do IBAPE, empregado na inspeção, foi adaptado para a realização deste estudo a fim de simplificar o entendimento do leitor quanto as patologias analisadas. Outra questão a ser considerada é que pelo fato do presente trabalho ter finalidades acadêmicas, a inspeção não foi realizada por um profissional legalmente habilitado pelos conselhos indicados em Norma, portanto, a utilização de certos documentos não foram pertinentes.

5.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para a coleta e análise de dados, foram utilizados registros fotográficos, projeto arquitetônico das edificações e informações obtidas com os responsáveis pela construção acerca do aparecimento das patologias, da frequência com que surgiram no canteiro de obras, de quais as possíveis causas destas se manifestarem e quais os procedimentos adotados para a correção; a metodologia da Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE (2012) foi utilizada, de forma adaptada pelos motivos já citados, para nortear esse estudo, aplicado às 800 unidades do conjunto habitacional.

Para a realização das análises, a pesquisa dividiu-se nas etapas descritas entre os itens 5.1.1 e 5.1.4, deste capítulo.

5.1.1 Determinação do nível de inspeção

Essa inspeção foi classificada como “Inspeção de Nível 1”, por se tratar de edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas, além do que, as edificações estudadas são casas térreas e não possuem nenhum tipo de automação em seus sistemas construtivos. Representa uma análise dos sistemas e elementos vistoriados, com a identificação de suas falhas e anomalias aparentes, com a classificação dos problemas encontrados quanto ao grau de risco que oferecem à segurança dos usuários, ao patrimônio e ao meio ambiente.

Conforme o nível de inspeção estabelecido para este trabalho, não foram necessárias a realização de testes, medições ou ensaios por ocasião das vistorias.

5.1.2 Listagem de verificação

A Norma do IBAPE, utilizada como base para o estudo, recomenda que a vistoria realizada seja sistêmica e que abranja diversos sistemas construtivos e seus elementos, como, pelo menos: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos e internos, esquadrias, elevadores, climatização, exaustão mecânica e ventilação, coberturas, telhados, combate a incêndio e SPDA.

Como a pesquisa é relacionada ao sistema de cobertura das edificações, foi considerado na vistoria apenas os elementos que interfiram e que estejam relacionados a este sistema em todas as unidades habitacionais.

5.1.3 Definição das prioridades

Para definir as prioridades, a norma utilizada indica alguns métodos que podem ser apropriados e utilizados. Para este trabalho, definiu-se a utilização da listagem de criticidade, decorrente da Inspeção Predial, na qual foram analisados alguns fatores de risco ao meio ambiente, ao usuário e ao próprio patrimônio, e classificados de acordo com o nível de urgência que as patologias devem ser tratadas.

5.1.4 Classificação e análises das anomalias e falhas quanto ao grau de risco e recomendações técnicas pertinentes.

Essa etapa consistiu na classificação dos problemas encontrados em anomalias ou falhas de acordo com a origem da causa, e posteriormente, analisou-se o grau de risco que era apresentado ao usuário, ao meio ambiente e ao próprio patrimônio e através disso, definiu-se as recomendações técnicas relacionadas ao tratamento e/ou correções, com base nas análises de possíveis causas das patologias.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

As edificações estudadas tiveram o início de sua construção no ano de 2014 e pertencem a um conjunto habitacional de interesse social no qual cada casa possui 36,20 m² de área útil, sendo constituídas internamente de dois quartos, banheiro, sala e cozinha. Foram executadas em alvenaria pelo método convencional com a utilização de blocos cerâmicos, sobre fundações em estacas. A cobertura foi executada em estrutura treliçada de madeira de Pinus, ligadas por conectores metálicos conhecidos como chapas de dentes estampados. O telhado é duas águas e revestido por telhas de concreto, com teto executado em forro de PVC.

Através de visitas a campo em todas as unidades do conjunto habitacional, foi identificado que ocorreram os seguintes problemas relacionados ao sistema de cobertura:

1. Parede de alvenaria úmida por causa de infiltração de água da chuva pelas cumeeiras; e
2. Problemas na estrutura de madeira da cobertura (peças de madeira quebradas, ligações mal executadas, flechas e nós nas treliças).

A Tabela 1, apresenta os dados fornecidos pela construtora A sobre a frequência com que cada problema ocorreu nas unidades habitacionais.

Tabela 1 - Frequência da ocorrência de problemas relacionados às coberturas nas unidades habitacionais

Patologia Identificada	Descrição do Problema	Unidades atingidas (%)
Problemas na estrutura de cobertura	Quebra de peças de madeira	0,61
	Ligações mal executadas, nós e flechas nas peças da treliça	24,27
Infiltração de água da chuva pela cumeeira	Parede central paralela à cumeeira úmida	45

Através de informações obtidas com os responsáveis pela obra sobre a frequência com que essas problemas surgiram, pode-se perceber que a questão da infiltração foi a mais preocupante em termos de unidades atingidas.

6.2 UMIDADE NAS PAREDES

Foi constatado que a umidade nas paredes das edificações, em 50% das casas, onde o sistema de cobertura já estava pronto, acometeu 90% das mesmas. A água, ao infiltrar nas edificações pelas peças de concreto da cumeeira (identificada na Figura 4 a seguir), caía no forro de PVC, e ao encontrar qualquer mínima abertura, se infiltrava no interior das casas, escorrendo pelas paredes, manchando a alvenaria, e em alguns casos, empoçando no piso. Segundo o catálogo do fabricante das telhas empregadas, devem ser considerados 3 fatores relacionados ao seu desempenho. O primeiro deles é que as peças de concreto não devem apresentar vazamentos ou formação de gotas na sua face interior, sendo aceito uma absorção de água de cada telha menor ou inferior a 10% e o aparecimento de manchas de umidade. Segundo, a carga de ruptura à flexão aos 28 dias de idade, para cada peça, não deve ser inferior a 240 Kgf. E por fim, deve ser considerando o transporte do material, pois as telhas possuem uma tolerância de quebras de até 2% da carga, por essa porcentagem não constituir em falta de conformidade do produto com normas de qualidade.



Figura 4 - Peças de concreto da cumeeira

A parede atingida pela umidade foi a que passava paralelamente a cumeeira, no centro da construção, destacada em vermelho, conforme indicado no projeto arquitetônico do Anexo A. O Anexo B mostra a sobreposição do projeto arquitetônico da cobertura sobre a planta baixa da edificação, onde a cumeeira é representada por uma linha amarela. A alvenaria, ao permanecer úmida, pode sofrer com diversos tipos de patologias, como: perda de aderência dos revestimentos, destacamento da pintura de sua base, bolhas na pintura, mofo (bolor), manchas, entre outros. Nesses casos, como foram identificados os problemas rapidamente, as edificações apresentaram somente manchas de infiltração, conforme ilustra a Figura 5 abaixo.



Figura 5 - Parede manchada pela infiltração de água da chuva pela cumeeira

6.2.1 Possíveis causas

Algumas possibilidades podem ser consideradas como causa do surgimento dessa patologia nas edificações, de acordo com o responsável técnico da obra. A primeira delas é a argamassa de assentamento das peças de cumeeira que não estava apresentando o desempenho esperado em relação a aderência no material, no caso, nas peças de concreto, em alguns pontos, e a partir desse problema, podem ter surgido pequenos vãos na argamassa por onde a água da chuva se infiltrou. Esse problema de aderência pode ter surgido por causa da qualidade da argamassa utilizada ou por questões de má utilização da mesma. Outro material, a ser considerado, em termos de qualidade, é a telha de concreto, que pode ser

afetada tanto no momento do transporte da carga como no da execução do telhado, sofrendo alteração em algumas de suas características e apresentando pequenas quebras que tornariam o encaixe das peças irregular, facilitando a entrada da água da chuva no sistema.

Outro ponto a ser observado é a execução do serviço de montagem do sistema de cobertura que ocorreu em um período do ano com elevadas temperaturas, sendo um dos fatores externos que pode ter influenciado no tempo em aberto da argamassa. De acordo com o Guia Para Revestimentos Cerâmicos do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, as altas temperaturas provocam uma rápida evaporação de água que diminui o intervalo entre a aplicação da argamassa e a formação de uma película que impede sua aderência em outros materiais. Esse problema de aderência pode ter facilitado a entrada de água pelo sistema, além do que, as altas temperaturas podem ter provocado pequenas fissuras na argamassa pela retração do material devido a rápida secagem. A Figura 6, a seguir, ilustra, à direita, uma fissura encontrada na argamassa de assentamento na lateral da peça de cumeeira e pequenas falhas de aderência do material no concreto e, à esquerda, uma foto da localização do problema, destacado em vermelho.



Figura 6 - Fissura e falhas de aderência na argamassa aplicada lateralmente na cumeeira (à direita) e a localização do problema destacado em vermelho (à esquerda).

Outra questão, que foi analisada, é que quando os serviços de pavimentação das ruas do conjunto habitacional estavam começando, os serviços de execução do sistema de cobertura já haviam sido concluídos. Segundo o responsável pela execução dos serviços, a utilização dos rolos compactadores no solo no entorno dessas edificações podem ter, por meio da elevada vibração que fazem quando estão sendo operados, ocasionado fissuras na massa de assentamento das peças de cumeeira ao movimentar as mesmas. A Figura 7, abaixo, mostra a fissura que surgiu na argamassa, abrindo espaço entre as peças de concreto.



Figura 7 - Espaço entre as peças de concreto

Esse problema pode ainda ter sido agravado pela má execução do serviço, tanto no momento de preparação da argamassa de assentamento, quanto no momento do uso (desrespeito ao tempo em aberto do material recomendado pelo fabricante). Perturbações das peças de cumeeira pelos próprios executores do serviço, logo após a aplicação da argamassa, também podem ter contribuído para o surgimento dos espaços entre as peças, abrindo caminho para a percolação da água no sistema de cobertura.

6.2.2 Procedimentos adotados

Como dito anteriormente, o problema de infiltração de água da chuva pela cumeeira dos telhados foi o que recebeu maior atenção por parte dos responsáveis pela execução dos serviços. Como grande parte das edificações em que o sistema de cobertura já estava pronto sofreu com esse problema e teve suas paredes internas afetadas, foi decidido que todas as casas passariam por intervenções para a correção do problema e prevenção nos casos em que ele ainda não havia se manifestado.

O primeiro passo dado foi a utilização de faixas de manta de alumínio na linha da cumeeira, numa posição que ficasse abaixo das peças de concreto, fixadas com argamassa. Esse serviço foi executado em metade das casas do canteiro de obras, por elas estarem, na época, ainda sem as peças de concreto da cumeeira assentadas com argamassa. Essa atividade de prevenção está ilustrada na Figura 8 a seguir.



Figura 8 - Serviço de colocação da manta de alumínio sendo executado

Após a execução desse método, foi constatado que a busca de outra solução deveria ser feita para que fosse aplicada na outra metade das casas, em que as peças de concreto da cumeeira já haviam sido colocadas, e que estavam sendo atingidas pela infiltração.

Como essas peças já estavam no lugar e o sistema de cobertura já estava todo pronto, a equipe buscou uma alternativa para que a atividade de correção da causa da patologia nessas casas não fosse trabalhosa a ponto de levar os colaboradores envolvidos a desencaixar todas essas peças para a colocação da manta por baixo, levando um tempo muito longo para a execução do serviço, tornando-o inviável.

A segunda opção, então, foi a aplicação, a frio, de uma manta líquida de base asfáltica em todos os vãos entre as peças da cumeeira já encaixadas e assentadas. Esse procedimento de reparo foi aplicado a todas as outras casas do canteiro de obras. A Figura 9, abaixo, ilustra o trabalho de reparo sendo executado nas cumeeiras com a aplicação da manta líquida.



Figura 9 - Aplicação da manta líquida

6.3 MADEIRA DA ESTRUTURA DE COBERTURA

Um dos elementos que sofreu com serviços de intervenção, nas edificações estudadas, foi a madeira de algumas partes da estrutura treliçada de cobertura. Cerca de 24% das casas do canteiro de obras do conjunto habitacional da Construtora A foram submetidas a intervenções de prevenção quando foram observados que alguns nós na madeira, ligações mal executadas e tesouras com simplificações no método de cálculo de dimensionamento que apresentaram flechas poderiam futuramente causar danos ao sistema.

6.3.1 Nó na madeira

Os nós, comumente encontrados nas peças de madeira, são características naturais do crescimento e observados em grandes quantidades em madeira de Pinus, porém, além de esteticamente não agradarem alguns dos consumidores, possuem grande influência na queda de resistência mecânica da peça.

Após a montagem da estrutura de cobertura, foram observados alguns nós em pontos críticos, como por exemplo, próximos das ligações, causando instabilidades nas mesmas. Outro ponto que se tornou frágil e instável com a presença dos nós foram os meios de vãos das peças de madeira, também considerados críticos por serem um local onde há maior esforço na estrutura.

6.3.2 Ligações mal executadas

As ligações da estrutura de cobertura das edificações estudadas estão exemplificadas no Anexo C e foram executadas com conectores de chapas de dentes estampados (CDE), que são chapas metálicas com pequenos dentes em toda sua área utilizados para fixação desta nas peças de madeira a serem unidas. Para o emprego das mesmas, existem especificações de procedimentos que indicam como esse serviço deve ser executado para que cumpram com sua função. Um ponto importante a ser levado em consideração é que os dentes devem penetrar uniforme e totalmente nas peças de madeira para que a ligação seja corretamente executada e alcance o desempenho esperado, e foi exatamente esse um dos pontos críticos encontrados.

Foi observado que algumas ligações apresentaram problemas pelo fato de os conectores não terem sido devidamente executados ao não ter seus dentes cravados totalmente nas madeiras a serem ligadas, e que algumas delas tiveram influência de nós de modo a prejudicar o desempenho da mesma.

Na Figura 10 a seguir é possível observar uma chapa de dente estampando sendo empregada em uma ligação estrutural do sistema de cobertura.

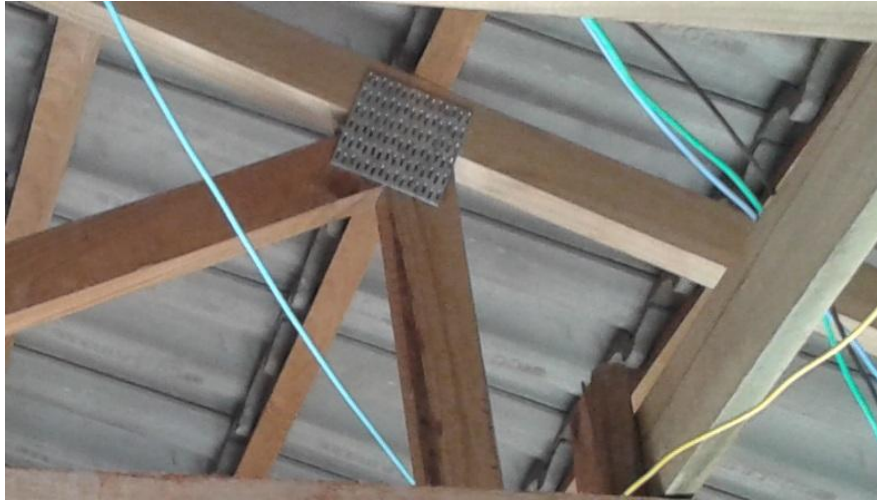


Figura 10 – Exemplo de ligação executada com chapa de dente estampado

Abaixo, na Figura 11, é possível observar uma chapa de dentes estampados executada em uma região da madeira onde havia um nó. Esse canto da madeira se partiu deixando expostos dentes da chapa utilizada, impedindo que toda sua área estivesse em contato e cravada na madeira.



Figura 11 - Chapa com dentes expostos

6.3.3 Tesouras treliçadas

Ao ser feito o dimensionamento da estrutura de cobertura, foi admitido que as treliças seriam três vezes apoiadas, considerando que as três paredes paralelas a cumeeira (duas externas e uma central) serviriam de base para a estrutura. Porém, as treliças foram espaçadas umas das outras de forma que uma delas, ao ser executada, ficou bi-apoiada, já que a parede central da edificação não se estende por todo o comprimento da casa, conforme é possível visualizar no projeto arquitetônico no Anexo A

A treliça, ao trabalhar num vão maior para o qual foi dimensionada, sofreu com deformações (flechas) que, posteriormente, poderiam desencadear em outros problemas, como a quebra de algumas peças, o que de fato ocorreu em 0,61% das edificações. A Figura 12 ilustra uma peça de madeira da estrutura que sofreu com a quebra. Deve ser levado em consideração também que para a execução de estruturas de coberturas é recomendada a utilização de madeiras nobres, tais como: garapeira e cambará (COSTA, APSAN E MEDEIROS, 2009). Porém, as coberturas das residências analisadas foram executadas com Pinus, que é um tipo de madeira mais comumente usada em estruturas secundárias do telhado, com função apenas de sustentação das telhas.



Figura 12 - Peça da estrutura de madeira partida

6.3.4 Procedimentos adotados

Cerca de 24% das edificações que estavam sendo executadas pela Construtora A sofreram com intervenções preventivas em sua estrutura de cobertura com o objetivo de que o surgimento de futuras patologias e o gasto com possíveis reformas fossem evitados.

O procedimento adotado foi o reforço da estrutura, na qual foram acrescentados uma pequena ripa de madeira em cada lado dos pontos em que as flechas e os nós excessivos foram consideradas de risco pelos responsáveis da execução. Quanto às ligações mal executadas, optaram apenas por reforçá-las apertando as chapas de dentes estampados daquelas que se apresentaram frouxas.

Já as peças de madeira que sofreram com a quebra tiveram que ser substituídas para correção do problema. Como essa substituição ocorreu após a montagem da estrutura de cobertura, foi necessário que escoras fossem postas nas treliças durante o procedimento de troca, para que as outras partes do sistema não fossem prejudicadas.

6.5 CLASSIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS QUANTO AO GRAU DE RISCO

6.5.1 Classificação das patologias nas madeiras da estrutura de cobertura

Os problemas relacionados às madeiras da estrutura de cobertura são não conformidades consideradas como sendo anomalias. Nesse caso, foi descartado considerá-las falhas por não estarem relacionadas à manutenções, descartando a relação das causas das manifestações patológicas com: procedimentos, execução, e controle de qualidade dos serviços de manutenção.

Além de classificá-las como anomalias, por serem originárias da própria edificação, como irregularidades internas relacionadas a projeto, execução, material, ou o conjunto desses itens, pode-se dizer que essas não conformidades são tidas como anomalias do tipo endógenas.

Para a classificação da patologia quanto ao grau de risco, pautado no nível de inspeção realizado na edificação, mais especificamente no sistema de cobertura da mesma, foi necessário observar quais os riscos eram apresentados aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Essas patologias surgiram e foram reparadas quando o imóvel ainda estava em posse da construtora, antes da entrega das casas para os usuários. Levando isso em consideração, pode-se afirmar que os riscos para os moradores foram nulos. As flechas apresentariam apenas um desconforto visual aos mesmos, caso o forro de PVC não tivesse sido colocado. Quanto a quebra das peças, essas representam uma grande perda de desempenho de partes que constituem o sistema. Apesar de poucas casas terem sofrido com esse problema, e não terem sido levadas à ruína, esse é um risco que poderia causar grandes danos para outras pessoas que passassem pelo local, como por exemplo, um funcionário da empresa.

Em relação ao meio ambiente, não foram constatados riscos. Já sobre o valor do imóvel, a quebra de algumas peças de madeira seria o tipo de problema que comprometeria seu valor imobiliário por representar, aos olhos dos usuários, uma possível ruína da estrutura e falta de qualidade do mesmo.

Sendo assim, pode-se afirmar que os problemas constatados nas madeiras constituintes da estrutura do sistema de cobertura podem ser classificados como patologias com Grau de Risco Crítico, considerando que o problema de quebra é um dano irreversível e só seria sanado em caso de substituição das peças.

6.5.2 Classificação das patologias relacionadas à infiltração de água na cumeeira

As patologias causadas pelo problema de infiltração de água da chuva pela cumeeira também não teve nenhuma relação com os procedimentos, execução e controles de qualidade dos serviços de manutenção, sendo assim, são não conformidades consideradas como sendo anomalias, descartando a hipótese de serem tidas como falhas.

Essa patologia teve algumas de suas possíveis causas relacionadas a irregularidades internas, com origens na própria edificação, como por exemplo, em projetos, materiais ou problemas na execução, e por outro lado, também teve sua

ocorrência ligada a fatores externos, portanto, são chamadas de anomalias endógenas e exógenas.

Para classifica-las quanto ao grau de risco apresentado aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, fez-se a mesma análise feita para a patologia classificada anteriormente.

Sobre os riscos causados ao patrimônio, esse é o tipo de patologia que, se não corrigida logo que notada, causará deterioração nas paredes de alvenaria atingidas pela água, causando considerável prejuízo ao morador por comprometer o valor do imóvel, ao possibilitar o surgimento de bolhas na pintura, descolamentos de revestimentos, bolores, entre outros fatores que incluem até a perda de estabilidade. Ao meio ambiente, nenhum dano causado pela patologia estudada foi constatado. Em relação às patologias decorrentes de infiltração de água, vale salientar que merecem sempre atenção para que sofram rapidamente alguma intervenção para correção. Esse tipo de problema afeta diretamente a saúde dos moradores do local, já que o mofo que pode surgir no ambiente úmido pode causar problemas respiratórios e alérgicos como asma, bronquite, rinite, entre outros. Nos piores casos, esse tipo de patologia pode agravar os sintomas de quem já possui essas doenças.

Contudo, não é o tipo de patologia que causaria interdição ou uma possível paralização de suas funções e o estado em que estava alvenaria no momento da vistoria ainda não era considerado irreversível. A partir da análise dos possíveis riscos que a infiltração de água pode causar, pode-se classificar a patologia observada como possuindo um Grau de Risco Regular.

6.6 DEFINIÇÃO DAS PRIORIDADES

Nesse caso, as prioridades foram definidas por meio da listagem decorrente da Inspeção Predial, a partir da classificação das anomalias estudadas quanto ao grau de risco que oferecem ao meio ambiente, ao usuário e ao patrimônio.

Pela recomendação da norma, a ordem de prioridades deve estar disposta de maneira decrescente, sendo assim, foi listado o seguinte:

- Patologia relacionada às madeiras da estrutura de cobertura (Grau de Risco Crítico);
- Patologia relacionada à infiltração de água da chuva pela cumeeira (Grau de Risco Regular).

Ao definir as prioridades de cada problema, foi possível atentar-se para as recomendações técnicas que serão feitas a cada uma delas, pensando na urgência em que a mesma precisa ser executada ou não.

6.7 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

A norma sugere que as recomendações técnicas sejam apresentadas de forma simples e clara para que fiquem de fácil compreensão e para que seja possível de serem executadas sem grandes dúvidas e dificuldades.

Para Romero e Ornstein (2003), as terapias preventivas, em geral, costumam estar relacionadas com a fase de projeto, e as corretivas costumam estar associadas à execução da obra, uso e manutenção.

6.7.1 Recomendações técnicas feitas à patologia relacionada a madeira da estrutura de cobertura

Uma das recomendações técnicas que podem ser feitas nesse caso para evitar o surgimento de patologias e o retrabalho de algumas atividades é sobre o recebimento da madeira. Por mais que haja garantia de inspeção do material por parte do fornecedor é necessário que haja um maior controle de qualidade no recebimento da madeira no canteiro de obras e uma classificação antes de empregá-las na construção para que as peças que possuam muitos nós ou deformidades sejam descartadas no uso em estruturas. Outra recomendação relacionada ao emprego da madeira se dá em relação ao tipo de material escolhido para a execução do serviço. Por se tratar de um material que possui grande variabilidade de espécies com diferentes características, tais como,

trabalhabilidade, propriedades físicas e mecânicas, é necessário que a escolha do tipo da madeira seja adequada em relação ao serviço no qual a peça será empregada para a obtenção da qualidade no resultado final das edificações e para o melhor aproveitamento das peculiaridades que cada tipo de madeira oferece.

Outro detalhe é que um serviço tão importante quanto a execução de uma estrutura, como no caso a de cobertura, deve ser feito por profissionais treinados e que saibam lidar com o método escolhido para ser empregado em sua construção. Nas edificações estudadas, optou-se pela utilização de ligações feitas por chapas de dentes estampados, um serviço que deve ser feito em atendimento aos procedimentos de execução indicados, para não acarretar em nenhum problema futuramente. Nos casos em que a construtora opte por utilizar treliças pré-montadas com o mesmo tipo de ligação, deve-se avaliar as peças e as ligações no momento do recebimento das mesmas.

Além do treinamento do colaborador responsável por essa etapa, seria interessante que esse serviço fosse acompanhado por outros funcionários para que fosse possível manter um controle de qualidade sobre as atividades realizadas, objetivando sempre serviços de qualidade que evitem o desperdício de material e de tempo com o retrabalho em correções de patologias.

Em se tratando de correção das patologias que afetaram esse sistema, pode-se dizer que, para que não houvesse necessidade de uma nova intervenção, que resultaria em gastos de tempo e dinheiro e para que fosse evitado o risco da estrutura entrar em ruína, o ideal seria a troca das peças afetadas. Peças de madeira quebradas, lascadas em pontos importantes como ligações, ou impróprias para o uso dos conectores de chapa de dentes estampados deveriam ser substituídas por peças que estejam em condições adequadas para o uso em estrutura.

6.7.2 Recomendações técnicas feitas à patologia relacionada a infiltração

Para que não ocorram mais esse tipo de patologia nas construções, algumas recomendações técnicas podem ser feitas. A primeira delas é a análise de todo o cronograma com cada etapa especificada para que seja observada a influência que

os serviços podem ter entre si, de modo que seja possível remanejar alguns deles evitando que hajam transtornos e possíveis surgimentos de patologias por esse motivo, como é o caso da utilização do rolo compactador na pavimentação nas proximidades ter afetado a argamassa de assentamento das peças de cumeeira pela vibração, ocasionado pequenas fissuras por onde a água da chuva pode ter infiltrado e ocasionado manchas na alvenaria.

Outro ponto que deve ser observado é a influência das variações climáticas nos processos de execução dos serviços e nos materiais que são utilizados. Baixíssimas temperaturas, dias de chuvas intensas, ou como ocorreu nesse caso, períodos de elevadas temperaturas, podem ser determinantes para o sucesso e desempenho da edificação como um todo. Esse fator deve receber atenção dos responsáveis na obra e, devem ser previstos com a maior antecedência possível, para que permita os executores de também remanejar esses serviços caso seja necessário.

Para que os procedimentos sejam realizados da maneira correta é necessário que os colaboradores que desempenharão tal função entendam a importância de cada etapa a ser executada e as cumpram com rigor. Para que isso ocorra, é necessário que eles passem por treinamentos e tenham seus serviços aperfeiçoados constantemente, tendo sempre a consciência de sua importância e a de seus serviços como sendo um dos elos de toda a cadeia construtiva na qual está inserido, podendo ser considerados como sendo um dos responsáveis pelo sucesso da construção.

Nesse caso, o correto planejamento e execução dos serviços que seriam realizados evitariam o surgimento da umidade nas paredes internas à edificação provenientes de problemas no sistema de cobertura. Considerando que a patologia já havia surgido, para que fossem corrigidas, então, seria necessário atuar na causa do problema. Portanto, o recomendado seria realizar intervenções diretamente na cobertura, vedando as fissuras existentes na argamassa de assentamento das peças de cumeeira, vedando as juntas existentes entre cada peça da mesma, ou até mesmo, retirando a argamassa afetada e refazendo o serviço, devendo ser analisada a relação custo/benefício para a escolha do método a ser empregado. A partir do momento em que a passagem de água do meio externo para o interno da edificação cessasse, a mancha de infiltração da alvenaria seria eliminada com uma camada de tinta para correção apenas estética e não voltaria a aparecer. Se o

problema for identificado rapidamente, a mancha não se transforma em mofo, o qual exige uma limpeza e tratamento com produtos específicos.

.

7 CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados nesse trabalho, pode-se concluir que no conjunto habitacional da Construtora A em questão, as patologias relacionadas com o sistema de cobertura das edificações que tiveram maior impacto em termos de retrabalho foram: as manchas de infiltração na parede central paralela às cumeeiras das casas e as peças da estrutura de cobertura de madeira que sofreram com nós excessivos, ligações mal executadas, flechas e quebras.

Em relação as recomendações técnicas referentes à correção dos problemas identificados, pode-se dizer que estão de acordo com os procedimentos que foram adotados pela construtora, que optou pela utilização da manta de alumínio em 50% das casas e nas outras 50%, pela manta líquida de base asfáltica, que vedaram os elementos da cumeeira, identificados como a causa dos problemas de infiltração, impedindo a entrada de água no sistema. Sobre as quebras de algumas peças, ligações mal executadas, nós excessivos e flechas em alguns pontos da estrutura de cobertura, a construtora também agiu de forma adequada ao fazer a substituição das peças necessárias e o reforço das ligações e pontos considerados prejudicados.

Acerca da prevenção desse tipo de patologia nas habitações, pode-se dizer que o planejamento, de uma forma geral, evitaria o surgimento de uma parcela considerável de casos, já que grande parte das possíveis causas analisadas então ligadas a essa fase construtiva. A etapa de planejamento dos serviços, suas interações, do período do ano e da situação climática em que ocorrerão, e do sistema de recebimento e escolha do material que será adotado pela empresa é de suma importância para que as etapas seguintes fluam e possam ser realizadas de maneira adequada.

Considerando que as patologias, quando identificadas ainda em fase de execução da construção, devam sofrer com intervenções corretivas para que seja feita a entrega da habitação ao consumidor final cumprindo os requisitos mínimos de qualidade, é necessário que haja, por parte das construtoras e profissionais envolvidos, maior atenção em relação à qualidade dos serviços que podem ser empregados, objetivando a prevenção desses problemas, já que o surgimento de patologias acarretam, em geral, em retrabalho, atrasos no cronograma da obra, custos extras decorrentes das correções a serem executadas que utilizarão de mão-

de-obra e material que não estavam previstos no orçamento, entre outros prejuízos que podem afetar tanto a construtora quanto o usuário final.

Sendo assim, para manter a qualidade, a segurança, a vida útil e o desempenho esperado das edificações, é de suma importância a realização de trabalhos que estudem as patologias, suas causas e meios de prevenção, para que forneçam subsídios aos profissionais da construção civil nas ações tomadas, para que estes ajam de maneira preventiva e planejem todas as etapas constituintes do processo construtivo, não apenas do sistema de cobertura mas de todos os sistemas que compõem as edificações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

BONDUELLE, Ghislaine M. Notas de aula no curso de graduação de engenharia industrial madeireira. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/SECAGEM%20DE%20MADEIRAS.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2015.

BRASIL. Ministério de Planejamento. **Sobre o PAC**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>>. Acesso em: 9 mai. 2015.

BRASIL. **11º Balanço do PAC 2**. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/divulgacao-do-balanco>>. Acesso em: 9 mai. 2015.

BRASIL. **Em dez anos, emprego formal no Brasil cresce 65,7%**. 2013. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/11/em-dez-anos-emprego-formal-no-brasil-cresce-65-7>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

BRASIL. Projeto de Lei do Senado nº 491, de 19 de agosto de 2011. **Diário do Senado Federal**. Poder Legislativo, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Decreto nº 2181, de 20 de março de 1997. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 1997.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – **Participação (%) do PIB da Construção Civil no PIB total do Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.cbicda.com.br/media/anexos/1.3_Sala_de_Imprensa_1.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2015.

COSTA, Danilo; APSAN, Deborah; MEDEIROS, Edson G. Saiba onde usar cada tipo de madeira. **Casa.com.br**. São Paulo: Editora Abril. 19 jun. 2009. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/saiba-onde-usar-cada-tipo-de-madeira>>. Acesso em: 26 nov. 2015.

DEUTSCH, Simone F. **Perícias de engenharia: a apuração dos fatos**. São Paulo: Leud, 2011.

GARRAFOLI, Natal J. **Qualidade na Construção Civil**. Portal VGV, 2010. Disponível em: <<http://portalvgv.com.br/site/qualidade-na-construcao-civil-por-natal-jose-garrafoli/>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

GOMIDE, Tito L. F.; FAGUNDES NETO, Jerônimo C. P.; GULLO, Marco A. **Normas Técnicas para Engenharia Diagnóstica em Edificações**. São Paulo: Pini, 2009.

Guia Para Revestimentos Cerâmicos. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02020302_tempo_aberto.htm>. Acesso em: 23 out. 2015.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.

INCOLABELLE – TELHAS DE CONCRETO LEVE. **Catálogo**. 3 p.

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Norma de Inspeção Predial**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/norma_de_inspecao_predial.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2015.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. In: 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Porto Alegre, 1999.

NOUR, Antonio A. **Manutenção de Edifícios: Diretrizes para Elaboração de um Sistema de Manutenção de Edifícios Comerciais e Residenciais**. 2003. 73 p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/afec8c6f865996dd38234d992ad89093.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2015.

RAMALHO, Michele B. et al. Avaliação das Manifestações Patológicas da Umidade de Edificações em Cidades do Vale de Jequitinhonha e Mucuri – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 2014. Minas Gerais. **Anais eletrônicos...** Minas Gerais: ABENGE, 2014. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129193.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.

ROMÉRO, Marcelo de A.; ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação Pós-Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social**. Coleção HABITARE, Porto Alegre. 2003. 293 p.

SALDANHA, Marcelo S. Inspeção Predial no Senado da República – Agora é Projeto de Lei. In: SEMANA OFICIAL DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 69. 2012, Distrito Federal. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.crea-rs.org.br/site/documentos/69SOEA_Brasilia_DF_Inspecao_Predial_22_11_2012.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2015.

SANTOS, Altair. Trincas, Fissuras, Fendas e Rachaduras Exigem Cuidado. **Massa Cinzenta**. Mar. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/trincas-fissuras-fendas-e-rachaduras-exigem-cuidado/>>. Acesso em: 23 out. 2015.

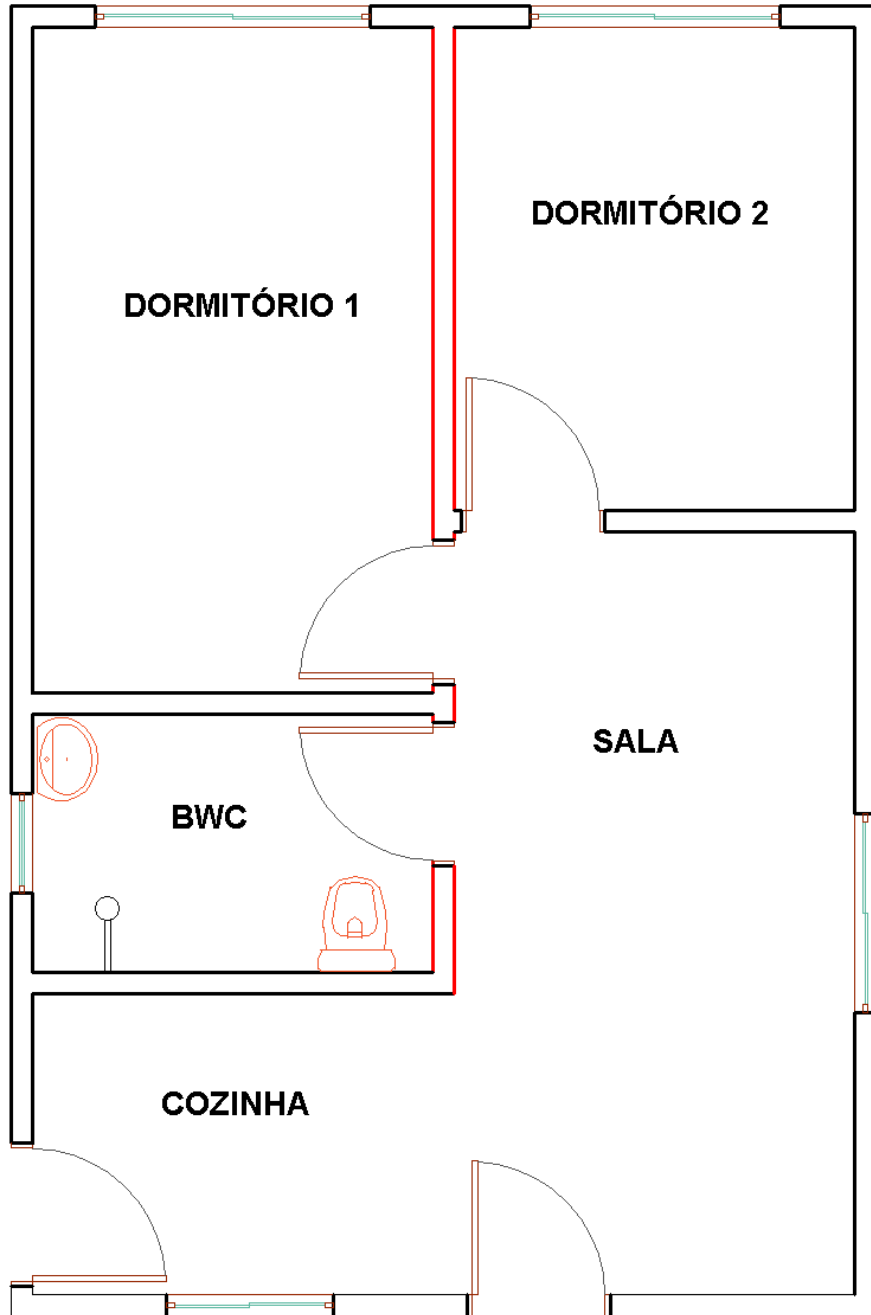
SANTOS, Silmara S. dos. Patologia das Construções. **Revista Especialize On-line IPOG**. Goiania, v.1, n. 7, jul. 2014.

SHEBALJ, Vera Lucia de C. C. **Inspeção e Manutenção Predial**. Paraná: Crea-PR. 30 p.

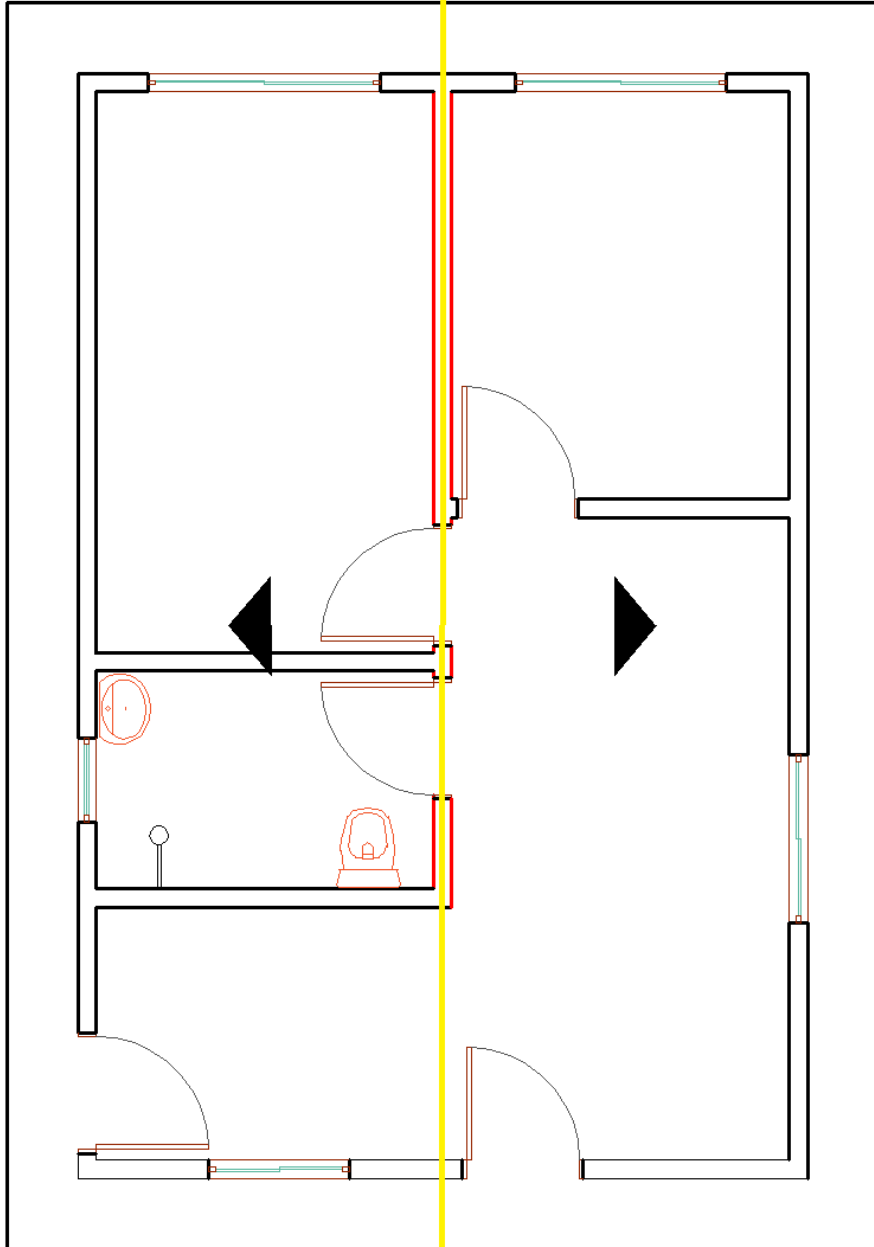
SOUZA, Marcos F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 54 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2015.

STORTE, Marcos. Impermeabilização é Fundamental nos Processos Construtivos. **ABECE Informa**. São Paulo, Ano 18 – N° 104, jul/ago 2014. Disponível em: <http://site.abece.com.br/images/ABECE_104.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.

ANEXO A



ANEXO B



ANEXO C

