

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO ENGENHARIA CIVIL

LEANDRO MOUZINHO NOGUEIRA

ESTUDO DE INFILTRAÇÃO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: Um estudo de caso
em obra no bairro Cohatrac na cidade de São Luís-MA

São Luís

2024

LEANDRO MOUZINHO NOGUEIRA

ESTUDO DE INFILTRAÇÃO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: Um estudo de caso
em obra no bairro Cohatrac na cidade de São Luís-MA

Monografia apresentada ao Curso de Administração do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. José Átila Matos Aroucha Júnior.

São Luís

2024

LEANDRO MOUZINHO NOGUEIRA

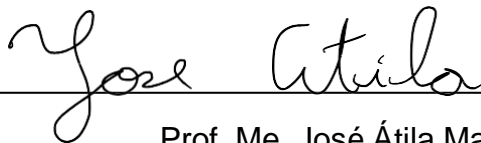
ESTUDO DE INFILTRAÇÃO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: Um estudo de caso
em obra no bairro Cohatrac na cidade de São Luís-MA

Monografia apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como requisito para o grau de bacharel em Engenharia Civil

Orientador. Prof. Me. José Átila Matos Aroucha Júnior.

Aprovado em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA



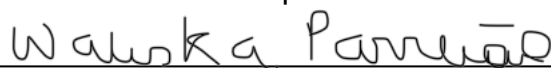
Prof. Me. José Átila Matos Aroucha Júnior.

Unidade de Ensino Superior Dom Bosco



1º examinador

Unidade de Ensino Superior Dom Bosco



2º examinador

Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Nogueira, Leandro Mouzinho

Estudo de infiltração em residência unifamiliar: um estudo de caso em obra no bairro Cohatrac na cidade de São Luís - MA. / Leandro Mouzinho Nogueira. __ São Luís, 2024.

49 f.

Orientador: Prof. Me. José Átila Matos Aroucha Júnior
Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2024.

1. Manifestações patológicas. 2. Infiltração. 3. Residência unifamiliar. I. Título.

CDU 624:556.14(812.1)

RESUMO

São muitos os contratempos e as implicações envolvidos na construção civil, principalmente no que tange as manifestações patológicas, que são motivadas por diversos fatores, sejam relacionados à atuação do homem de forma direta, como é o caso dos erros de execução, ou associados às causas naturais, biológicas ou físicas. A umidade dessa forma se torna um grande vilão nas edificações, trazendo transtorno para os usuários. Assim o objetivo geral dessa pesquisa é analisar as manifestações patológicas decorrentes da presença de umidade, por meio de um estudo de caso de uma residência localizada em São Luís/MA. A Metodologia da pesquisa foi baseada na pesquisa bibliográfica, onde as informações relevantes foram retiradas de teses, dissertações e artigos científicos. Além disso, foi realizado um estudo de caso, para aplicar as teorias adquiridas em uma situação real. Os resultados foram a identificação de diversas patologias ligadas a umidade, como as manchas, fungos, trincas, eflorescências. Além disso foi demonstrado o processo de manutenção corretiva usando de impermeabilização polimérica na estrutura. Ainda teve o orçamento da reforma, mostrando que são preços considerados altos caso fosse comparado com a manutenção preventiva. Por fim, conclui-se que a pesquisa foi considerada satisfatória pois foi demonstrado as patologias referentes a umidade, seu processo de recuperação e o custo envolvido por meio de uma situação verídica.

Palavras-chave: Umidade. Construção civil. Impermeabilização.

ABSTRACT

There are many setbacks and implications involved in civil construction, especially with regard to pathological manifestations, which are motivated by several factors, whether related to human actions directly, as is the case with execution errors, or associated with the causes natural, biological or physical. Humidity in this way becomes a major villain in buildings, causing inconvenience for users. Thus, the general objective of this research is to analyze the pathological manifestations resulting from the presence of humidity, through a case study of a residence located in São Luís/MA. The research methodology was based on bibliographical research, where relevant information was taken from theses, dissertations and scientific articles. Furthermore, a case study was carried out to apply the theories acquired in a real situation. The results were the identification of several pathologies linked to humidity, such as stains, fungi, cracks and efflorescence. Furthermore, the corrective maintenance process using polymeric waterproofing on the structure was demonstrated. There was also a budget for the renovation, showing that prices would be considered high if compared to preventative maintenance. Finally, it is concluded that the research was considered satisfactory because it demonstrated the pathologies related to humidity, its recovery process and the cost involved through a true situation.

Keywords: Humidity. Construction. Waterproofing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos	8
1.1.1 Objetivo geral	8
1.1.2 Objetivos específicos	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Modos de atuação da água nas edificações	9
2.1.1 Umidade por infiltração.....	10
2.1.2 Umidade ascensional.....	11
2.1.3 Umidade por condensação	14
2.1.4 Umidade de construção.....	15
2.1.5 Umidade Acidental	15
2.2 Patologias causadas pela umidade	16
2.2.1 Fissuras	17
2.2.2 Manchamento por sujeira e vegetação	19
2.2.3 Descolamento e perda da camada de pintura.....	21
2.2.4 Eflorescências	22
2.3 Impermeabilização.....	23
2.3.1 Sistemas de impermeabilização.....	24
2.3.2 Tipos de impermeabilização	26
2.4 Manutenção e Inspeção predial	29
3 METODOLOGIA.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 Mapeamento das manifestações patológicas	34
4.2 Processo de recuperação por meio da impermeabilização	39
4.3 Levantamento de dados e custos da obra de reforma	44
5 CONCLUSÃO	46
REFERENCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A diminuição de áreas permeáveis é diretamente proporcional com o crescimento populacional, e isso implica cada vez mais na quantidade de água que infiltra, tendo consequência um crescimento na quantidade de fluídos que escoam superficialmente, o que ocasionam frequentes pontos de alagamentos nas cidades, fazendo-se necessário a criação de sistemas de drenagens urbanas de modo a evitar tais problemas (TUCCI et al. 2003).

A impermeabilização antigamente era vista apenas como uma barreira física para impedir a passagem de fluidos que escoavam para algum lugar que não necessitava, no entanto, com o passar dos tempos surgiram mais problemas relacionados a esse costume, com isso surgiram novas ideias sobre como tratar desse assunto. Visto que a ideia inicial ainda se vigora, outros benefícios podem se notar com esse hábito, bem como proteger as partes construtivas contra a degradação que a umidade pode causar.

De acordo com o IBI (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO) em vários países esse processo começou com o uso de óleo de Baleia na mistura de argamassas de assentamento e revestimentos, no Brasil essa pratica teve grande aproveitamento na construção do metrô em São Paulo, no ano de 1968, que por ser uma obra de grande porte e enterrada, precisava de maior atenção nesse quesito. Em seguida surgiu o IBI que ressaltou a importância do procedimento.

Segundo Ferreira (2016), as trincheiras de infiltração, valas de infiltração, pavimentos permeáveis e os poços de infiltrações são técnicas relativamente conhecidas e que possuem certa facilidade de serem executadas. A implantação de quaisquer desses sistemas de infiltração deve passar por avaliação criteriosa de engenharia, para avaliar todos os possíveis riscos como os de erosão interna, colapso estrutural do solo ou perda de capacidade de suporte (CARVALHO, 2013, citado por FERREIRA, 2016).

Além de ser um risco estrutural, é também um risco para a saúde, com a falta de conhecimento de produtos e técnicas incorretas de aplicação, fica evidente que com o decorrer do tempo, causará transtorno para o proprietário da residência. (RODRIGUES et al., 2017).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar as manifestações patológicas decorrentes da presença de umidade, por meio de um estudo de caso de uma residência localizada em São Luís/MA.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar a origem da umidade na residência em estudo;
- b) Realizar um levantamento das principais patologias causadas por infiltração na residência;
- c) Realizar um diagnóstico na residência em que foi realizado o estudo de caso de forma a mapear os fatores determinantes das patologias causadas pelas infiltrações e soluções adequadas;
- d) Propor soluções baseada na impermeabilização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada a atuação da umidade, como uma das patologias considerada mais frequente nos diversos tipos de edificação, citando os possíveis problemas decorrentes da mesma.

2.1 Modos de atuação da água nas edificações

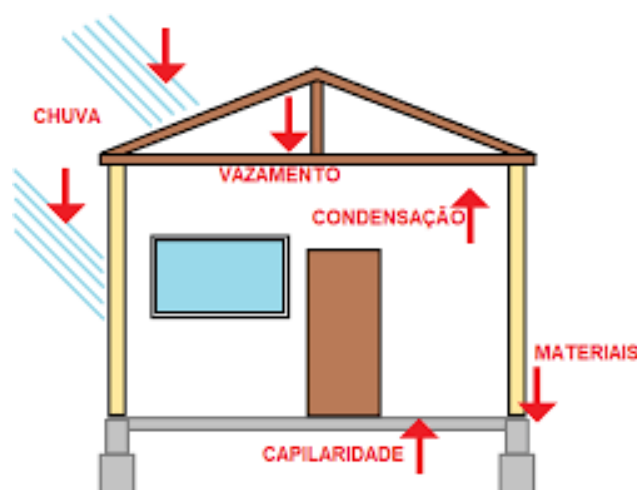
Verçoza (1991) afirma que a umidade é considerada agente causadora de fissuras, mofo, corrosão, degradação da pintura, manchas, eflorescência e alguns acidentes naturais.

De acordo Cordeiro (2022, p.32) as estruturas quando está sobre efeito da umidade, é possível afirmar que:

A ação da umidade na estrutura de uma edificação é um problema de difícil correção na construção civil, pois ela é um agente para a manifestação de novas avarias, essas manifestações patológicas que são geradas pela umidade tem uma forma de ocorrência muito peculiar, por conta dos pontos de proteção indesejáveis na construção. Sabe-se que existem diversas maneiras da forma que a ação da água venha a se manifestar nas edificações, logo é fundamental conhecer estas para uma melhor escolha de impermeabilização.

A figura 1 é referente às diversas maneiras de atuação da umidade em uma edificação.

Figura 1 – manifestações dos fluídos nas edificações



Fonte: Maia (2018)

Anilla et al. Henriques (2017; 1994; Carvalho e Pinto, 2018) afirma que a umidade pode se classifica em: umidade por infiltração, umidade ascensional, umidade por condensação, umidade de obra, umidade acidental.

Visto isso, é possível visualizar que na maioria dos casos, a manifestação da umidade se dar de forma associada, ou seja, uma patologia decorrente de outra, como por exemplo: a umidade por capilaridade causada pela água da chuva pode ser causadora de fissuras decorrente da redução na resistência da estrutura e ocasionar no aparecimento de condensação na superfície.

2.1.1 Umidade por infiltração

Caracteriza-se pela penetração da umidade por meio da presença de rachaduras ou por meio da absorção de água por parte dos materiais. O principal agente causador é a água da chuva. Quando acontece esse tipo de umidade o ambiente fica com aspecto sujo e de caráter bastante descuidado apresentando mofo, com diversas manchas e bolhas, conforme a figura 2 (LAJE, 2012).

Figura 2 – Umidade por infiltração



Fonte: Laje (2012)

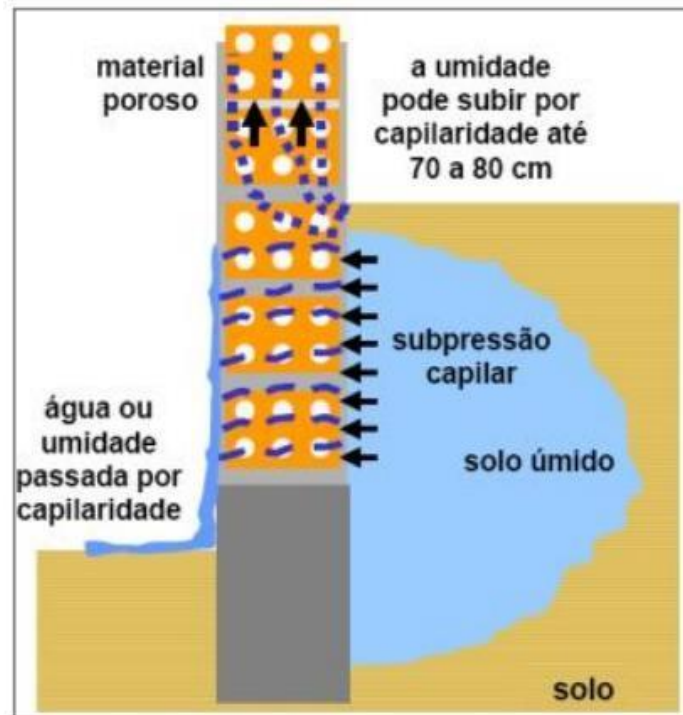
O processo de infiltração começa quando a água existente nos espaços vazios do solo se movimenta para dentro da construção causando as indesejáveis manchas de umidade e infiltrações maiores, e essas infiltrações acontecem devido ao aparecimento ou “afloramento” da água na superfície. Isso também ocasiona o surgimento de problemas hidráulicos, como tubulações quebradas ou mal feitas no interior das paredes. Lembrando que essa infiltração também pode ser proveniente da chuva.

De acordo com Ferreira e Rodrigues (2019), a chuva propriamente dita não representa um problema para a construção. Entretanto, quando a mesma está associada ao vento, gera uma componente horizontal de força proporcional, ou seja, quanto mais intensa a chuva mais chances de ocasionar problemas paralelos a esta construção. A ação das águas pluviais sobre uma parede pode apresentar diversos componentes. A energia cinética das gotas de água acaba provocando uma penetração direta sempre que haja incidência dessas gotas nas fissuras ou em juntas mal vedadas. Também, esta ação contínua das águas pluviais acaba formando uma cortina de água, que ao escorrer pela parede, pode penetrar nela por efeito da gravidade, tendo como resultado da sob repressão causada pelo vento ou por ação da capilaridade dos materiais.

2.1.2 Umidade ascensional

Este fenômeno se dar a partir da umidade do solo adentrar na fundação da edificação, por meio da capilaridade, se manifestando por meio de manchas na parte inferior das paredes. Conforme Verçoza (1991, p. 150) “seu aparecimento ocorre nas áreas inferiores das paredes das edificações, uma vez que estas tendem a absorver a água do solo úmido (umidade ascensional) através de sua fundação”. A Figura 3 mostra um exemplo esquemático da umidade ascensional por capilaridade

Figura 3 – Umidade ascendente por capilaridade



Fonte: Laje (2012)

Autores relatam que a umidade por capilaridade se desenvolve nas vigas baldrame das construções devido a três aspectos fundamentais: Edificações construídas em solo úmido; Umidade que progride devido à falta de obstáculos e, por fim, a utilização de materiais porosos (tijolos, concreto, blocos cerâmicos) que possuem canais capilares, que permitem que a água ascenda do solo e penetre no interior das edificações (FERREIRA E RODRIGUES, 2019).

Segundo Barroso et al (2015), a capilaridade pode chegar até a altura de um metro em relação ao piso. Comumente, as principais patologias causadas são manchas nas paredes junto ao solo, eflorescência e se existir baixa ventilação acaba propiciando a existência de vegetação parasitária no local. A Figura 4 mostra um exemplo de umidade por capilaridade em uma parede com aspectos de manchamento.

Figura 4 – Umidade por capilaridade com manchas na parede



Fonte: Barroso et al (2015).

Para Eichler (1973), a capilaridade de água nas paredes pode se apresentar até alturas bastante significativas e ocorre de forma inversamente proporcional ao diâmetro dos seus poros, isto é, quanto menor o seu diâmetro, maior será a altura que a água acaba atingindo. Estes condutos capilares são canais de diâmetro muito finos, que acabam serpenteando por meio dos materiais com uma rede de conexões com ar entre si, saturando os materiais com água que avança vencendo a força da gravidade atingindo alturas elevadas, como pode ser demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Altura da ascensão da água nas paredes

Diâmetro dos capilares (mm)	Altura máxima		
	Milímetro	Centímetro	Metro
1,00	15	1,5	0,015
0,01	1500	150	1,5
0,0001	150000	15000	150

Fonte: EICHLER (1973)

Outros motivos que influenciam de forma significativa nesta altura, de acordo com Eichler (1973), são:

- As condições de evaporação desta água através da própria parede;
- A espessura da parede;
- A quantidade d'água que está em contato com a parede;
- A permeabilidade do material.

2.1.3 Umidade por condensação

Segundo Vieira (2018), pode-se afirmar que esta umidade se dar a partir do fenômeno de precipitação de um resfriado causado pela umidade presente no ar, por meio da diversidade de densidade presente nos materiais.

Para Laje (2012) a umidade por condensação é produzida a partir do contato do vapor de água existente no interior de um ambiente da edificação, seja cozinha, banheiro, etc. com as superfícies mais frias, os vidros da janela por exemplo, evidenciando o aparecimento de gotículas de água. Ocorre de forma certa o aparecimento de manchas de umidade com aspecto irregular, se desenvolvendo na forma de bolor e cheiro de bafio, conforme figura 5 a seguir.

Figura 5 – Umidade por condensação



Fonte: Laje (2012)

Vale lembrar que essa patologia se desenvolve, geralmente, durante o período chuvoso ou em ambientes considerados molhados como cozinhas e banheiros e, se não forem sanadas, acabam ocasionando doenças ligadas ao homem, além de alterarem a estética do local.

2.1.4 Umidade de construção

A umidade de construção ou também chamada de umidade de obra tem como decorrência o desequilíbrio na utilização dos materiais na obra, ou seja, é ocasionada a partir do erro humano na dosagem de material, diretamente relacionada a água. Esta água eventualmente acaba se evaporando, se não for tratada de forma correta, por meio de uma eficaz ventilação, podendo chegar a danificar a estrutura da edificação (FERREIRA e RODRIGUES, 2019).

De acordo com Cechinel et al. (2011), a umidade na construção é formada devido à falha que ocorre no processo de cura de alguns revestimentos usados na construção civil. Resumidamente, o processo de secagem ocorre em três etapas: secagem superficial aparente, onde a água contida nos poros de maior diâmetro evapora em um processo demorado e, por fim, a água reprimida nos poros menores começar a liberar umidade. Todo esse processo acaba durando anos e quando se manifestam como patologias acabam vindo acompanhadas de um momento climático mais úmido, por exemplo, a umidade que se manifesta no reboco de alvenarias.

2.1.5 Umidade Acidental

Tem seu início devido a erros ou problemas de execução em instalações hidrossanitárias, onde se deve ter uma atenção a edificações antigas, pois essa umidade aparece com maior facilidade devido a probabilidade de aparecer materiais com tempo de vida útil excedido, e como as tubulações apresentando o mesmo tempo de instalação, existe o risco da umidade surgir em outras localidades da edificação (CARMINATTI, 2016).

Os vazamentos mais comuns ocorrem no sistema de coletores das águas pluviais e o mais correto para sanar esses problemas é observar durante um momento de chuva onde fica localizado o vazamento, localizando assim a patologia.

2.2 Patologias causadas pela umidade

O processo de formação de patologias em residências se dá principalmente a partir de falhas em seu processo de construção fazendo com que em alguns anos após o uso do edifício, as problemáticas venham se desenvolver. Entretanto, condicionantes climáticos também possuem parcela de contribuição no desenvolvimento de manifestações patológicas, caracterizados principalmente pela agressividade a estética do edifício.

As manifestações patológicas em alvenarias são sempre atribuídas a uma série de fatores técnicos que em combinação ao período de uso levam ao limite do revestimento aplicado. Revestimento estes que podem ser: revestimento argamassado ou revestimento cerâmico (ANTUNES, 2010).

De acordo com Baía e Sabbatini (2008 apud Pavanelo, 2017), as patologias que ocorrem em revestimentos feitos à base de argamassa, se desenvolvem quando o produto aplicado alcança o limite de seu uso. Para estes revestimentos as problemáticas principais são: desenvolvimento de bolor a partir das manchas de umidade, descolamento da argamassa de revestimento, aparecimento de fissuras na argamassa, descolamento visível entre as camadas de emboço e reboco.

Em relação ao revestimento cerâmico, Medeiros e Sabbatini (1999) retratam que esse revestimento tem diversos conceitos, entre eles pode-se destacar um:

Trata-se de um conjunto monolítico de camadas que inclui o emboço de substrato aderidas à base suportante da fachada do edifício podendo ser de alvenaria ou estrutural, cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo. Tendo como principais patologias o descolamento das placas e o destacamento das mesmas. (MEDEIROS; SABBATINI, 1999, p. 04).

Oliveira (2013) destaca que é certo que todas as etapas do processo podem contribuir para o aparecimento de manifestações patológicas na edificação ou podem ser a origem dessas patologias, todavia pode-se observar que não há a cultura de um programa de manutenção preventiva ou corretiva na construção civil. Portanto a falta de programas de manutenção dos sistemas construtivos de edificações, é uma das causas mais relevantes de deterioração precoce do ambiente construído.

Em seguida serão descritas as principais manifestações patológicas em alvenaria residencial.

2.2.1 Fissuras

Segundo Bauer (2008), as fissuras que ocorrem em revestimento argamassados podem ocorrer por diversos fatores, entre eles pode-se citar má execução do revestimento, problemas que estão ligados a umidade ou trincas na parede, e retração hidráulica da argamassa.

Para Terra (2001), as fissuras são uma das principais patologias e merecem grande atenção devido a condições como:

- Demonstrar que possivelmente a estrutura entrará em colapso;
- Constrangimento a usuários devido a estética do edifício;
- Problemas relacionados a durabilidade, estanqueidade e isolamento acústica.

Várias são as características que as fissuras possuem em seus conceitos, entre estes conceitos se pode destacar que:

Considera-se fissuras aquelas que podem ser visíveis à olho nu, quando observadas a uma distância maior que um metro, ou aquelas independentemente de sua abertura, nas quais estejam provocando penetração da umidade para dentro das edificações. (CEOTTO et al., 2005, p. 93).

Dentre os tipos de fissuras, destacam-se principalmente a fissura de mapeamento e as fissuras com orientação horizontais.

a) Mapeamento

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996, p. 5) “as fissuras mapeadas podem ser observadas em período breve após a aplicação de

revestimento, podendo forma-se por retração da argamassa, por excesso de finos no traço ou excesso de desempenamento”. Além disso o nome mapeadas se dá pela formação da patologia em forma de mapas. As causas mais prováveis deste tipo de patologia são: condições do ambiente inviável para aplicação do revestimento; não respeitar o intervalo da secagem de cada camada; descolamento do revestimento, entre outras. Na figura 6 tem-se um exemplo de fissura por mapeamento.

Figura 6 - Fissura por mapeamento.



Fonte: Adaptado de Anjos (2016).

b) Fissuras com orientação horizontais

Este tipo de patologia ocorre devido a presença de sulfatos que podem estar presentes no revestimento ou alvenaria fazendo com que ocorra a expansão da argamassa de assentamento. De acordo com Eldridge (1982), essa reação tem a capacidade de gerar grandes pressões que tem o efeito de superar a resistência dos materiais de construção. Por isso o revestimento acaba fissurando, por não ter a capacidade de suportar o aumento da espessura das juntas.

c) Fissuras por movimentação higroscópicas

A movimentação higroscópica em determinado material acaba resultando na variação volumétrica do mesmo, gerando uma expansão quando ocorre o aumento de umidade ou uma contração quando essa umidade

diminui. Quando não existem espaços para que essa movimentação corra, essas variações de dimensão acabam ocasionando as fissuras (MUCI et al, 2014)

As paredes, que apresentam um efeito considerado higroscópico, acabam absorvendo a umidade, e com a ocorrência de variação da umidade do ar durante o dia, sofrem movimentações de expansão (quando o ar está mais úmido) e retração (quando o sol bate e a umidade evapora). Quando o revestimento da edificação não acompanha esse movimento, acaba sofrendo um destacamento da alvenaria, chegando até a alcançar a própria. A Figura 7 mostra um exemplo desse tipo de fissura (GONÇALVES, 2015).

Figura 7 – fissuras por movimentação higroscópica



Fonte: Gonçalves (2015)

2.2.2 Manchamento por sujeira e vegetação

O Manchamento por sujeira é do tipo de patologia que degenera a estética do edifício, deixando o mesmo desvalorizado principalmente em relação ao seu custo de venda. Esta manifestação patológica surge através de fatores ambientais como chuva, vento e poeira. O processo de manchamento através da sujeira se dá por meio da ação do vento sobre a poeira que circula no ambiente, fazendo com que a mesma se deposite nas fachadas dos edifícios através da força de adesão desse vento causando assim manchas de modo uniforme no revestimento (TERRA, 2001). Posteriormente a chuva e a ação do vento removem a sujeira causando assim uma desigualdade da coloração da fachada.

De acordo com Bauer (2008), os fatores mais determinantes para o manchamento por sujeira são: fatores climáticos, geometria da fachada e os materiais de revestimento.

- Fatores climáticos: como já citado, se desenvolvem a partir da ação das chuvas, vento, variação da temperatura, umidade;
- Geometria da fachada: evitar que a superfície esteja de forma horizontal, pois a inclinação do plano é de fundamental importância para que não haja o depósito de partículas e da água proveniente da chuva para que assim não se desenvolva o manchamento;
- Materiais de revestimento: característica dos materiais como absorção, textura, dureza, são de grande influência para o desenvolvimento dessa patologia.

De acordo com Terra (2001), o manchamento por meio de vegetação parasitária se dá quando parasitas como fungos e vegetação como algas e líquens, necessitam de ambiente úmido e quantidade de sais minerais para se desenvolverem. Ainda segundo o autor, a umidade que se impregna as paredes através de fissura ou falhas, libera os sais e as materiais orgânicos que estão nos materiais do revestimento transportando-os até a superfície em solução. Na superfície, essa umidade irá se evaporar, depositando em formas de manchas os sais e os materiais orgânicos formando assim condições de habitação para os organismos em questão.

As principais formas de prevenção do manchamento por sujeira ou vegetação parasitária são: esperar que haja a secagem da água nas paredes para poder executar o revestimento; impermeabilizar a base das paredes impedindo assim que a umidade se transporte a superfície através do processo de capilaridade; utilizar tintas com capacidade impermeabilizante, e etc (TERRA, 2001). A figura 8 mostra um exemplo de manchamento por sujeira.

Figura 8 - Manchamento por sujeira.



Fonte: Carvalho (2015).

2.2.3 Descolamento e perda da camada de pintura

Para Kluppel e Santana (2014), o descolamento parcial ou total da camada de pintura pode ser causado pela aplicação da tinta sobre o reboco ainda úmido ou pela presença de sais na superfície. A Figura 9 ilustra o descolamento parcial da camada de pintura.

Figura 9 – Descolamento da pintura



Fonte: Segat (2005).

O descolamento da pintura tem causas semelhantes ao descolamento da argamassa. A aplicação de tinta sobre superfície

contaminada, sobre substrato muito poroso ou muito liso provoca o descolamento impede a aderência da película de tinta com a argamassa. A sua aplicação prematura sobre a argamassa, além de prejudicar a aderência, pode provocar descolamento com pulverulência na sua interface com o substrato.

2.2.4 Eflorescências

De acordo com Correia (2017), as eflorescências se formam a partir de manchas de umidade ou na ausência delas, em um pó esbranquiçado acumulado na superfície da fachada. Ainda segundo o autor, sua formação se dá pela cristalização de sais solúveis provenientes de argamassa de colagem, materiais das paredes, ou terrenos, que são transportados através da água para a superfície onde permanecem, caracterizando assim a formação patológica na fachada.

Para Bauer (1994), existem dois tipos tradicionais de eflorescências:

- Manchas brancas polvilhadas: trata-se de sulfatos que estão contidos em matérias de construção como tijolos, cimento, cal, e etc. Além de prejudicar a estética do edifício, a pintura também pode ser afetada causando assim o seu descolamento, tendo em vista que essa problemática ocorre no substrato com refúgio a superfície. Esse tipo de patologia pode ser removido com água.
- Mancha branca escorrida: são manchas que ocorrem através da reação do gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera, com a presença da nata do cal (hidróxido de cálcio) formando um composto conhecido como carbonato de cálcio. Por se tratar de um componente químico, a sua aderência a superfície se torna maior, sendo assim não removível a base de água.

Para prevenir o aparecimento dessa patologia, alguns autores sugerem passos que devem ser seguidos, onde Correia (2017), retrata:

- Usar argamassas de emboço com teor baixo de álcalis;
- Considerar a presença de sais solúveis no composto a ser utilizado no revestimento, utilizando-se assim um de boa qualidade;

- Verificar antes da aplicação do revestimento se existe a presença de umidade no substrato.

A Figura 10 mostra um caso de eflorescência ocorrendo em piso cerâmico.

Figura 10 - Eflorescência em piso cerâmico.



Fonte: Joffily e Oliveira (2013)

2.3 Impermeabilização

Os problemas gerados pela falta ou má execução da impermeabilização são muitos, prejudicam desde o bem-estar à saúde dos usuários do imóvel. São explorados neste capítulo as principais definições, classificações e matérias utilizadas num sistema de impermeabilização, assim como a maneira de identificar qual tipo de sistema é mais recomendado a se utilizar dependendo da situação.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 9575:2010, impermeabilização é definida como: “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”. Portanto, é um sistema responsável por selar, vedar, tornar estanque, com o objetivo de evitar o aparecimento de patologias geradas por infiltração.

Outro conceito é dado por Filho (2008), definindo impermeabilização como o envelope da edificação. Ou seja, é o sistema construtivo que protege a edificação contra as condições do meio em que está inserida, objetivando três aspectos, que podem existir juntos ou isoladamente: durabilidade da edificação; conforto e saúde do usuário; e proteção ao meio ambiente.

2.3.1 Sistemas de impermeabilização

No Brasil, o sistema de impermeabilização vem ser classificado conforme com a sua diferença de concepção, materiais, padrão de funcionamento e técnicas de aplicação (SOARES, 2014). Alguns fatores são essenciais para que haja de forma correta o sistema de impermeabilização, sendo que os métodos de execução são essenciais para tornar satisfatório esse processo.

a) Métodos de execução

Em relação aos métodos de execução os materiais impermeabilizantes podem ser pré-fabricados ou moldados in loco, sendo que também existem alguns materiais auxiliares, podendo ser em formato de telas, tecidos, filmes ou feltros, sendo usados em alguns sistemas de impermeabilização. A principal função desses materiais é adicioná-los aos materiais impermeáveis com o objetivo de resistir aos esforços de tração onde necessita da manta ou a membrana impermeável (SOARES, 2014).

a.1 Mantas sintéticas

Trata-se de um sistema de execução do tipo butil e borracha de etileno-propileno-dieno (EPDM), apresentando espessura mínima de 0,8 mm com a utilização do berço amortecedor ou acima de 1,0 mm sem a utilização de berço amortecedor. Trata-se de um sistema considerado não armado, onde a manta é fixada sobre um berço de amortecimento, podendo ser um berço a quente, com uma composição formada por

cimento asfáltico com aditivos elastoméricos, ou pode ser um berço a frio, com sua composição de emulsão asfáltica e borracha moída.

São utilizadas em impermeabilizações em geral, sendo colocadas em coberturas pré-moldadas, lajes mistas, estruturas fissuráveis calhas, baldrame, e outros (MELLO, 2005).

a.2 Mantas termoplásticas

Trata-se de uma manta do tipo de Policloreto de vinila (PVC), que apresenta uma espessura mínima de 1,0 mm. Sua aplicação ocorre na maioria das vezes no sistema flutuante, em superfícies verticais e próximas aos ralos. Essa manta precisa de proteção mecânica, em casos de existência de poros, conforme do resultado da prova de carga (uma lâmina d' água de 72 horas). São usadas na impermeabilização de coberturas, terraços, transitáveis, jardineiras, galerias sanitárias, reservatórios d' água, etc. (MELLO, 2005).

a.3 Manta asfáltica

É considerada uma estrutura de um material impermeável, onde o seu véu acaba sendo de fibra de vidro ou de polietileno e são industrializadas com asfalto oxido ou modificadas com polímeros. Estes apresentam sua alma de 0,1 mm, e não é considerada como uma armadura propicia a emenda das mantas por fusão do asfalto. Trata-se de mantas que proporcionam um desempenho as vezes até superior comparado com o feltro asfáltico, viabilizando a diminuição de custo com o processo principalmente com mão-de-obra e tempo (SOARES, 2014).

a.4 Emulsão asfáltica

É confeccionado por meio da emulsificação do asfalto em água através de um agente emulsificador. Quando existe a combinação com cargas minerais, a resistência ao escorrimento em temperaturas elevadas acaba melhorando. Assim apresentando como principais propriedades a baixa

flexibilidade, resistência à fadiga e durabilidade (MELLO, 2005).

2.3.2 Tipos de impermeabilização

A definição do tipo de impermeabilização a ser empregada depende tanto do comportamento físico do elemento a ser impermeabilizado, como também do que está envolto. Dessa maneira a NBR 9575:2010 classifica os sistemas de impermeabilização em rígidos e flexíveis.

Segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), um sistema de impermeabilização rígido é aquele onde a área aplicada se torna estanque pela adição de químicos, associado à correta granulometria dos agregados, reduzindo a porosidade do elemento. Este tipo de sistema não trabalha junto com a estrutura, portanto não é recomendado em áreas expostas a grandes variações de temperatura. Este tipo de impermeabilização é indicado para locais que não estão sujeitos a trincas ou fissuras, como poço de elevador, reservatório de água enterrado, entre outros locais com condições de temperatura constantes.

Os materiais que podem compor um sistema de impermeabilização rígida são: argamassas, cimentos poliméricos, cristalizantes, resinas epóxi, entre outros. A Figura 11 demonstra a forma de aplicação de alguns desses materiais.

Figura 11 - Impermeabilização Rígida - Materiais.



Fonte: PINI - Equipe de Obra, 2012.

Quando se trata de um sistema de impermeabilização flexível, os materiais utilizados são de dois tipos: membranas (moldados *in loco*) e mantas (pré-fabricados). Estes materiais são geralmente compostos por elastômeros e polímeros. Dessa forma, o sistema de impermeabilização flexível é definido como o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nos elementos construtivos sujeitos a fissuras, segundo a NBR 9575:2010.

Os sistemas pré-fabricados possuem espessuras determinadas e controladas por indústrias especializadas, o que facilita a aplicação, podendo ser utilizadas normalmente em uma única camada, como é o caso da manta asfáltica. O sistema moldado *in loco*, pode ser aplicado a quente, como os asfaltos em bloco, ou aplicado a frio, como as emulsões e soluções, podem ser aplicados em espessuras variadas.

Por esse motivo sua aplicação é feita através de camadas sobrepostas, o tempo de secagem é diferenciado de acordo com o tipo de material aplicado (NBR 9575:2010). A Figura 12 mostra alguns exemplos desse tipo de material sendo aplicado.

Figura 12 - Exemplos de Manta Asfáltica e Asfalto a Quente.



Fonte: PINI - Equipe de Obra, 2012.

O Quadro 1, a seguir, faz uma síntese das características dos dois sistemas de impermeabilização abordados, informando sua aplicação, a maneira que são encontrados no mercado e alguns exemplos de materiais empregados.

Quadro 1- Diferenças dos sistemas impermeabilizantes.

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS		
	RÍGIDAS	FLEXÍVEIS
Aplicações Indicadas	Sua aplicação é recomendada para as partes mais estáveis da edificação. São locais menos sujeitos ao aparecimento de trincas e fissuras, que poderiam comprometer a impermeabilização. Por isso, sua principal utilização ocorre em fundações, pisos internos em contato com o solo, contenções e piscinas enterradas.	A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas. Portanto, são mais usados em lajes, banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados.
Como são Vendidos	Como aditivos químicos para argamassa ou como argamassa industrializada. Também são encontradas misturas aplicadas em forma de pintura, formando um revestimento impermeável.	Os sistemas flexíveis são encontrados na forma de mantas, aderidas ou não á estrutura. Também fazem parte desse grupo misturas moldadas no local, que, depois de secas, formam uma membrana elástica protetora.
Exemplos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Argamassas impermeabilizantes ✓ Cimentos Poliméricos ✓ Cristalizantes ✓ Resinas Epóxi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantas asfálticas ✓ Membranas asfálticas moldadas no local (a quente ou a frio) ✓ Mantas de PEAD, PVC E PDM

Fonte: PINI - Equipe de Obra, 2012 (Adaptado).

Independentemente do tipo de sistema e material a ser empregado, é importante se ter em mente os locais que necessitam de proteção, por serem mais propensos a situações úmidas, tais como telhados e coberturas planas; terraços e aéreas descobertas; calhas de escoamento de águas pluviais; caixas d'água e piscinas; pisos molhados como de banheiros, cozinhas e áreas de serviço; paredes onde a água escorre; esquadrias e peitorais de janelas; entre outros. Águas contidas no terreno não devem ser esquecidas, pois estas podem aflorar por capilaridade ou se infiltram em solos abaixo do lençol freático (RIGHI, 2009).

As principais normas técnicas referentes a impermeabilização em suas versões mais atualizadas são:

- NBR 9574/2010: Execução de impermeabilização;
- NBR 9575/2010: Impermeabilização – Seleção de projeto;
- NBR 9686/2006: Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização;
- NBR 9952/2014: Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e Métodos de Ensaio;

- NBR 11905/2015: Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização;
- NBR 13321/2008: Membrana acrílica com armadura para impermeabilização;
- NBR 13532/1995: Elaboração de projetos de edificação – Arquitetura;
- NBR 13724/2008: Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada à quente.

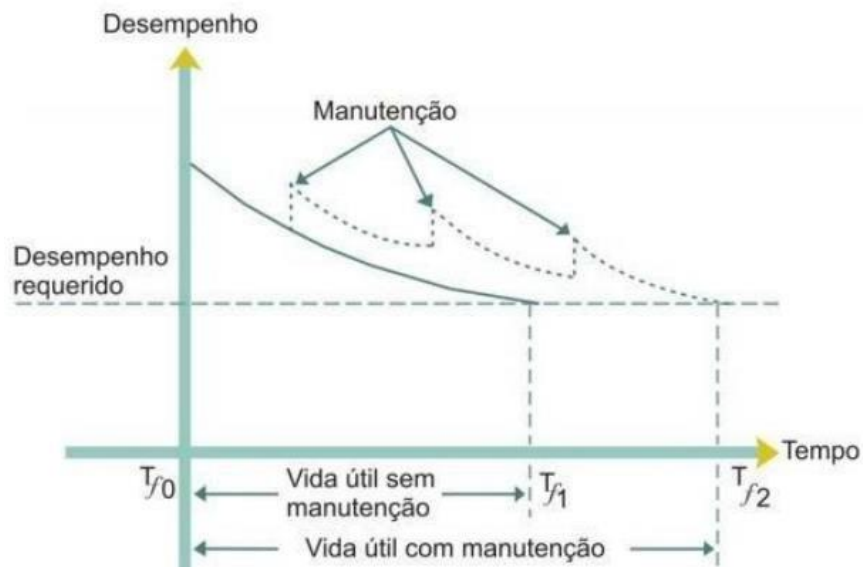
Segundo Oliveira (2013) o projeto de impermeabilização está diretamente relacionado ao atendimento das exigências dos usuários no que se refere à estanqueidade, higiene, durabilidade e economia da edificação, sendo de forma direta ou indireta o responsável pela ocorrência de muitos problemas patológicos.

2.4 Manutenção e Inspeção predial

Para se realizar uma inspeção predial e eventualmente realizar uma manutenção, deve-se seguir algumas etapas e deve-se definir alguns conceitos.

A manutenção predial tem como função restabelecer o desempenho perdido da edificação decorrente de alguma patologia apresentada, promovendo a conservação da eficiência estabelecida em projeto. De acordo com Antonoff (2016), as manutenções periódicas previstas em projeto necessitam manter os níveis de desempenho dos sistemas e seus materiais acima do mínimo previsto em norma.

Figura 13 – Desempenho da edificação ao longo do tempo



Fonte: Antonoff (2016).

De acordo com a NBR 5674 (2012), a manutenção de edificações tornou-se de grande importância, já que o objetivo da edificação é atender as necessidades de seus usuários por um longo período de tempo. Dentro da manutenção existem algumas categorias distintas de acordo com Campos (2014, p.23):

Preditiva: Tem como principal objetivo prognosticar o surgimento de um problema ou degradação, estabelecendo previamente, a correção, voltada para expandir seu período de durabilidade e por fim conduzindo para o processo de manutenção preventiva. **Preventiva:** Esse tipo de manutenção visa a correção de falhas antes que elas aconteçam, evitando assim a necessidade de reparo. Medidas técnicas como inspeções periódicas garantem um desempenho satisfatório da edificação. **Corretiva:** É a atividade realizada após o aparecimento de falhas/patologias e visa recuperar a capacidade de desempenho e vida útil da estrutura. **Detectiva:** Tem como propósito tratar a origem da patologia, ao invés de tratar somente a manifestação patológica em si.

Junto com a manutenção, existe a inspeção predial que consiste em ser a técnica que proporciona uma análise da edificação, relacionando o nível, grau de risco e recomendações técnicas pertinentes que podem ser colocadas em um laudo técnico

Esse laudo técnico tem por finalidade realizar a avaliação de conformidades sejam elas construtivas ou de desempenho dos produtos entregues pela construtora em questão. A inspeção da edificação é classificada de acordo com a complexidade do laudo considerando algumas características como técnicas da edificação, manutenção e operação existentes.

- Nível 1 – Inspeção realizada em edificações que apresentam baixa complexidade técnica, da manutenção e operação do seu sistema construtivo;
- Nível 2 – Inspeção realizada em edificações de média complexidade técnica, da manutenção e operação do seu sistema construtivo e geralmente é utilizado em edifícios com vários pavimentos, com ou sem planos de manutenção e com empresas terceirizadas que realizam atividades específicas como manutenção de bombas, portões, reservatórios de água;
- Nível 3 - Inspeção realizada em edificações de alta complexidade técnica, da manutenção e operação do seu sistema construtivo. Usado em edificações com vários pavimentos ou que possua sistema construtivo mais sofisticado.

O Laudo técnico acaba detectando através de fatos detalhados por meio de registro fotográfico após vistoria na edificação, a presença de patologia das construções, ressaltando suas causas e recomendações de reparos. As deficiências encontradas são analisadas de acordo com seu grau de risco em relação à segurança dos usuários e a conservação do edifício em questão.

De acordo com a Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP (2012), a classificação que tange as anomalias e falhas construtivas tem por finalidade considerar os impactos que tais riscos oferecem aos condôminos, meio ambiente e a edificação. São quatro diferentes graus de recuperação, sendo:

- **GRAU DE RISCO CRÍTICO – DANO IRRECUPERÁVEL:** Trata-se de um grau que promove impactos sujeitos a intervenção imediata, pois pode provocar danos tanto a segurança dos usuários quanto ao meio ambiente. Além disso, é um grau que relata a perda de desempenho da

edificação, causando possíveis aumentos de custos, comprometimento na vida útil e desvalorização do condomínio analisado;

- GRAU DE RISCO REGULAR – DANO PARCIALMENTE RECUPERÁVEL: Trata-se de um grau que verifica impactos parciais ao desempenho do sistema construtivo, sem grandes prejuízos a estrutura ou desvalorização do empreendimento;
- GRAU DE RISCO MÍNIMO – DANO RECUPERÁVEL: Trata-se de um grau que relata impactos estéticos pequenos que são relevantes e que pode ser recuperada por intervenções pontuais sem prejuízos a estrutura do empreendimento;
- GRAU DE RISCO SATISFATÓRIO – Ambiente avaliado sem anomalias ou falhas significativas.

3 METODOLOGIA

A edificação, objeto de estudo, está localizada na Rua 400 nº 36, bairro Novo Aurora- Cohatrac, São Luís/MA. Construída em alvenaria convencional, com 56 m² de área útil e 2,90 m de pé-direito. Aonde foram analisadas dia 08 de Maio de 2024 as manifestações patológicas identificadas. A Figura 14 mostra a localização da edificação residencial.

Figura 14 – Localização da residência



Fonte: Google Earth (2024)

Na Figura 15 se encontra a fachada da edificação. Visivelmente afetada pela umidade qual ascende do solo, com manchas e erupções no revestimento.

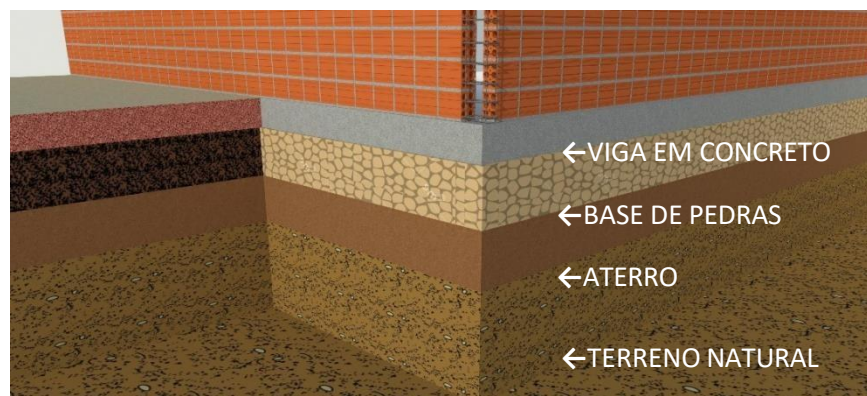
Figura 15 – Fachada da residência em estudo



Fonte: Autor (2024)

A fundação da residência é do tipo viga baldrame, composta por vigas de concreto armado sobre uma camada de pedras. Logo, foi possível estratificar um perfil genérico do solo da edificação. Desse modo, observa-se na Figura 16 a representação das camadas existentes no solo da edificação.

Figura 16 - Representação da fundação da edificação.



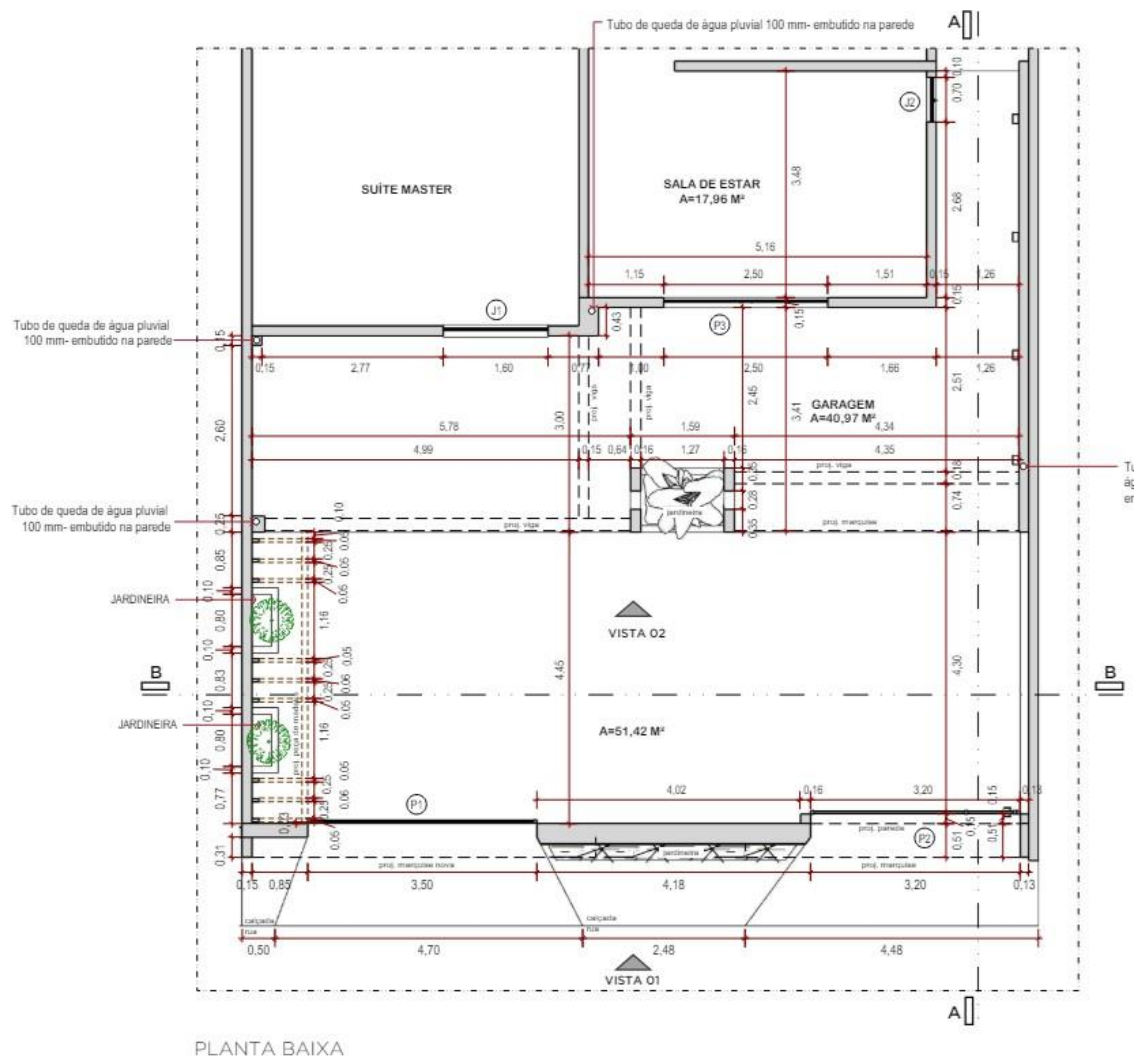
Fonte: Acervo próprio, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Mapeamento das manifestações patológicas

Na Figura 17 estão dispostas as patologias encontradas, mapeadas na planta baixa da edificação.

Figura 17 – Planta baixa da edificação



Fonte: Autor (2024)

A primeira patologia a ser retratada está presente na sala da edificação, em que o revestimento foi tomado pela umidade, levando à proliferação de manchas, lodo e destacamento do revestimento sendo que

essa ocorrência tem início na base da parede até cerca de 80 cm de altura. Assim, a causa provavelmente está associada à umidade ascendente do solo, que por falta de um sistema de impermeabilização da fundação, permite a passagem da água até a parte interna da parede, fazendo com que o ambiente se torne propício ao aparecimento de patologias, como pode ser notado na Figura 18.

Figura 18 – Manchas na parede por umidade ascendente



Fonte: Autor (2024)

Vale ressaltar que no tópico posterior será detalhado o método de correção dessa patologia, utilizando de meios impermeabilizantes para que essa umidade não volte a afetar a parede dessa edificação.

Outra patologia que foi identificada na residência, foi a presença de manchas e fungos nas paredes da cozinha conforme a figura 19. Nota-se que a patologia também se encontra próximo ao piso, ressaltando a presença de umidade ascendente e caracterizando a falta de impermeabilização da fundação.

A presença de fungos também está associada a rachadura e vazamento que fazem com que a umidade provenientes do solo entrem em contato com os materiais que compõem o revestimento nutrindo diretamente esses microorganismos.

Figura 19 – presença de manchas e fungos



Fonte: Autor (2024)

Outra patologia nessa edificação proveniente da presença de umidade é o manchamento e trincas na parte superior próximo ao telhado da residência conforme figura 20. Nota-se que em relação a trinca, é bem provável que a água adentrou nos materiais componentes do revestimento da alvenaria, fazendo o degrada-lo. Isso ocorre devido à falta de calça na junção entre duas residências. Essa calça vem ser uma argamassa que recobre uma superfície e tem a função de evitar com que haja infiltração para as paredes superiores da edificação. Vale ressaltar que depois da aplicação dessa argamassa, deve-se aplicar um produto impermeabilizante para reforçar ainda mais a estrutura contra possíveis infiltrações.

Figura 20 – Trinca e manchamento superior



Fonte: Autor (2024)

O método de correção dessa patologia é primeiro solucionar o causador dela. Logo se deve aplicar uma argamassa ou as vezes concretar a região de divisa e posteriormente aplicar uma manta líquida que servirá como impermeabilizante. Após isso, retendo o processo de infiltração pode-se solucionar as patologias já identificadas como a selagem dessas trincas com auxílio de um produto conhecido como VEDAX SELA TRINCA. O procedimento é abrir a fissura com haste metálica de forma a remover as partículas soltas. Depois deve-se remover todo o pó com o uso de escova ou aspirador de pó, se possível realizar a limpeza da superfície com água.

O substrato preparado deve estar limpo, isento de óleos ou de outros materiais contaminantes, partículas soltas, restos de pintura e totalmente seca. Por fim, deve-se homogeneizar o VEDAX SELA TRINCA, utilizando uma espátula para facilitar a aplicação de modo a preenchendo todo o vão da junta, exercendo uma pressão moderada para garantir o contato do selante com as bordas, evitando assim a formação de bolhas de ar e garantindo uma boa aderência. Após a cura pode se realizar um leve lixamento e fazer a pintura com tinta de acabamento.

Através da umidade ascendente do solo, trazida por capilaridade, foi provocada a patologia mostrada na Figura 21. Desse modo, trata-se da eflorescência no revestimento cerâmico, agravada também pela falta de impermeabilização de arremate do ralo.

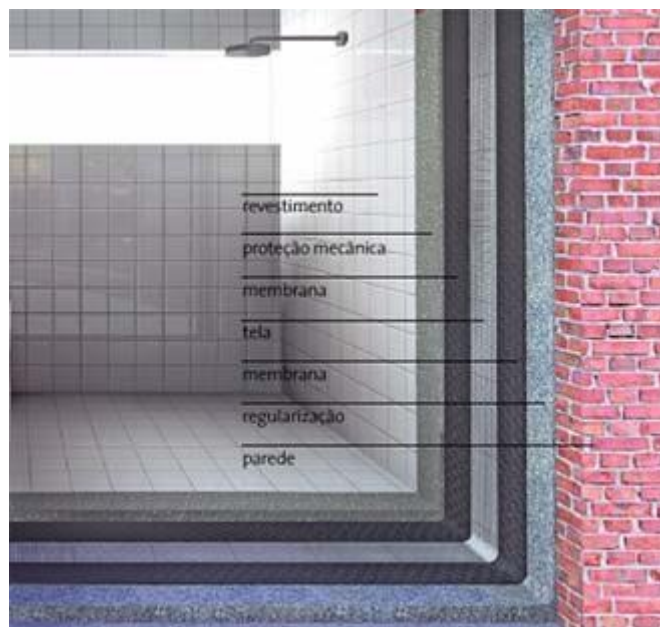
Figura 21- Eflorescência no revestimento cerâmico do banheiro.



Fonte: Autor (2024).

O que se recomenda como solução para este caso envolve, primeiramente, a retirada do revestimento cerâmico de todo o banheiro, assim como da argamassa existente. Em seguida, executa-se a impermeabilização com a utilização de membrana asfáltica, ressaltando que para estes casos é necessária a aplicação de tela de poliéster. A Figura 22 mostra o esquemático da execução das camadas.

Figura 22- Impermeabilização com membrana - camadas.



Fonte: Cruz (2003).

O arremate do ralo pode ser executado com o mesmo material, utilizando também a tela de poliéster para melhor fixação. Com a execução desses serviços é possível evitar a incidência de umidade ascendente no revestimento, formando uma barreira para as ocorrências patológicas.

4.2 Processo de recuperação por meio da impermeabilização

Nessa pesquisa será demonstrado nesse tópico o passo a passo do processo de impermeabilização da parede inferior da residência com o intuito de conter o processo de infiltração ocasionado pela umidade ascendente proveniente da fundação. De início deve-se retirar todo o rodapé, a argamassa de reboco e o chapisco da parede, deixando apenas a alvenaria de tijolos cerâmicos, conforme a figura 23. Isso ocorre devido a algumas partes do reboco já estarem ocas e deslocando. Vale ressaltar que nesta etapa a casa ficou coberta de poeira, o que ocasionou no acúmulo de entulho, causando um desconforto enorme aos moradores.

Figura 23 – Retirada do reboco e chapisco da parede



Fonte: Autor (2024)

Em seguida uma porção inferior das paredes foi cortada com o auxílio de uma marreta, ponteiro e talhadeira, e depois foi preenchido imediatamente com argamassa impermeabilizante polimérica, indicada para estruturas que não estão sujeitas a grandes movimentações, sendo classificadas como um sistema impermeabilizante rígido protegendo assim a parede do solo úmido (Figura 24). Esta etapa foi idealizada a cada metro, intercalando para a parede não ficar descalçada e cair.

Figura 24 – Impermeabilização dos tijolos cerâmicos



Fonte: Autor (2024)

Após essa etapa foi realizada a aplicação de uma camada de argamassa impermeabilizante na parede com o auxílio de um rolo de textura até 1,2m de altura e a parede foi chapiscada, conforme Figura 25.

Figura 25 – Chapisco da parede após a impermeabilização



Fonte: Autor (2024)

As paredes foram rebocadas até a altura de 0,80m com argamassa com aditivo impermeabilizante. Também foram corrigidos alguns vazamentos provenientes da calha do telhado, diminuindo o processo de infiltração. A Figura 26 mostra a parede sendo impermeabilizada.

Figura 26 – Parede rebocada com aditivo impermeabilizante



Fonte: Autor (2024)

Após 20 dias as paredes foram pintadas e dessa maneira foi feito o acompanhamento dos resultados. A figura 27 mostra o antes e depois da parede reformada.

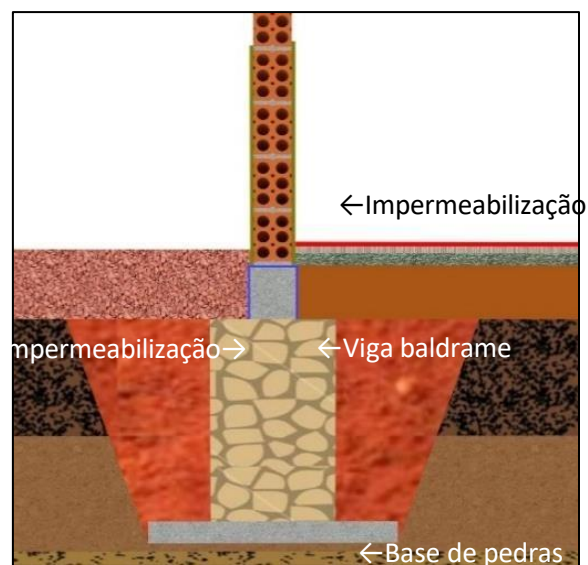
Figura 27 – antes e depois do processo de impermeabilização da parede



Fonte: Autor (2024)

Vale ressaltar que a execução da impermeabilização da viga baldrame é uma etapa muito importante na construção, que apesar de significar pouco quando se trata de custo, pode trazer inúmeros problemas à edificação, logo, foi o que se constatou no presente estudo de caso. Infiltrações, eflorescências, bolores, destacamentos, todas essas patologias poderiam ter sido evitadas com a implantação de um sistema impermeabilizante associado a uma manutenção regular.

Figura 28- Seção - Impermeabilização recomendada.



Fonte: Autor (2024)

A Figura 28 representa o esquema de como deveria ter sido executada a impermeabilização da fundação da edificação, com a utilização de manta asfáltica na viga baldrame e a execução de camada impermeabilizante até 60 cm de altura nas paredes.

4.3 Levantamento de dados e custos da obra de reforma

Foi realizado uma análise de custo referente a reforma da estrutura danificada por meio da umidade. O Quadro 1 mostra a lista de insumos que foram necessários para essa reforma.

Quadro 1 – Material gasto

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD	V. UNIT	V.TOTAL
1	CIMENTO	SC C/ 50Kg	20	R\$ 45,00	R\$ 900,00
2	AREIA LAVADA	LATAS	120	R\$ 3,50	R\$ 420,00
3	ARGAMASSA AC3	SC C/ 15Kg	42	R\$ 36,00	R\$ 1.512,00
4	IMPERMEABILIZANTE 15L	UNID	16	R\$ 420,00	R\$ 6.720,00
5	SIKA ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	L	40	R\$ 15,00	R\$ 600,00
				TOTAL	R\$ 10.152,00

Fonte: Autor (2024)

Nota-se que o total com a reforma foi de R\$ 10.152,00, valor que engloba pelo menos 66% do custo em impermeabilizante 15 L. Ainda na questão de levantamentos, foi feito uma análise de custos da reforma com aplicação de impermeabilizante em cada cômodo como pode ser mostrado no quadro 2.

Quadro 2 - Mão de obra por cômodo

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QTD	V. UNIT	V.TOTAL
1	SALA DE ESTAR	M ²	17,96	R\$ 35,00	R\$ 628,60
2	SALA DE JANTAR	M ²	21,38	R\$ 35,00	R\$ 748,30
3	JARDIM DE INVERNO	M ²	5,3	R\$ 35,00	R\$ 185,50
4	AREA GOURMET	M ²	17,96	R\$ 35,00	R\$ 628,60
5	QUINTAL	M ²	56,7	R\$ 35,00	R\$ 1.984,50
	TOTAL	M²	119,3	*****	R\$ 4.175,50

Fonte: Autor (2024)

O Quadro 3 finaliza o orçamento explanando o valor total gasto na obra.

Quadro 3 – valor total da obra

ITEM	DESCRIÇÃO	V.TOTAL
1	MÃO DE OBRA	R\$ 4.175,50
2	MATERIAL	R\$ 10.152,00
	TOTAL	R\$ 14.327,50

Fonte: Autor (2024)

Com a necessidade de corrigir os problemas decorrentes da umidade depois da edificação já ocupada e por não ter sido executado no momento adequado da obra, além dos transtornos gerados com a impermeabilização, reboco e pintura teve um gasto de reforma no valor de R\$ 10.797,00 além do que seria gasto para executar no momento em que se implantava o projeto do imóvel. O prejuízo não foi só financeiro, pois ocasionou grande incômodo no imóvel como sujeira, barulho e alguns pisos danificados.

5 CONCLUSÃO

Conforme observado nas pesquisas, a umidade acaba se manifestando em todas as etapas de uma edificação, gerando diversos tipos de patologias. Assim, a melhor forma de solucionar esses problemas é a prevenção.

Entretanto quando não existe a prevenção, deve-se correr para realizar a manutenção corretiva do problema apresentado. No estudo foi observado diversas patologias causadas pela umidade seja ela ascendente, proveniente do solo, quanto aquelas provenientes de infiltração de precipitação. As principais patologias identificadas foram: manchas, descamamento de pintura, fungos, eflorescências e trincas.

Foi demonstrado o processo executivo de recuperação da parede que sofreu com umidade ascendente, usando de impermeabilizante conhecido no popular como breu diretamente na alvenaria e posteriormente sendo usado uma argamassa com aditivo impermeabilizante para acabamento final.

Os custos relacionados para aplicação de uma boa impermeabilização no momento da construção acabam sendo justificáveis, tendo em vista que os custos decorrentes pela correção de patologias causadas pela umidade em uma estrutura já em uso chegam a ser mais elevados, onde no estudo em questão o valor total da reforma foi de R\$ 14.327,50.

É importante mencionar que os usuários finais e construtores, devem incluir a impermeabilização como elemento fundamental de uma edificação. Aos usuários cabe buscar informações se foi realizado o processo de impermeabilização na hora da compra do imóvel. Já para os construtores, deve-se executar o projeto de impermeabilização com os devidos cuidados.

Assim, conclui-se que patologias vinculadas à impermeabilização em edificações não se justificam, devido aos aparatos tecnológicos dos materiais que se encontram à disposição no mercado hoje, sendo considerado totalmente injustificável a ocorrência de tantas falhas, tendo na manutenção corretiva uma solução de alto custo.

REFERENCIAS

ANJOS, Leandro Oliveira – **Identificação das Principais Patologias de Fachadas em Edifícios no Município de Alegrete/RS**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa. 2016

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de casos**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

_____. NBR 9575: **impermeabilização: seleção e projeto**. Rio de Janeiro: 2010.

_____. NBR 9575: **impermeabilização: seleção e projeto**. Rio de Janeiro: 2010.

_____. NBR 9574: **impermeabilização: execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2008.

_____. NBR 9686: **Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2010.

_____. NBR 9952: **Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2014.

_____. NBR 11905: **Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2015.

_____. NBR 13321: **Membrana acrílica para impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2008.

_____. NBR 13532: **Elaboração de projetos de edificação - Arquitetura**. Rio de Janeiro: 1995.

_____. NBR 13724: **Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante aplicada a quente**. Rio de Janeiro: 2008.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de Argamassa**. 4ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BARROSO, Gustavo Ferreira et al. Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica). **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 5, n. 1, 2015.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, Editora S.A. 1994, 5.ed. 2v.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção: Concreto, Madeira, Cerâmica, Metais, Plásticos, Asfalto**. Volume 2, 5º Edição. Editoria JC Livros Técnicos e Científicos. 2008.

BLOG PRA CONSTRUIR. **Infiltração por capilaridade**. 2023. Disponível em: <<https://blogpraconstruir.com.br/infiltracao-por-capilaridade/>> Acesso em: 23 de outubro de 2023.

CARMINATTI, P.R. **Perícia em construções submetidas à infiltrações**. Trabalho de conclusão de curso: Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Caçador, 2016.

CARVALHO, Liliane Zoch. **Levantamento de Manifestações Patológicas de Edificações do Patrimônio Cultural do Município de Alegrete-RS**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2015.

CARVALHO, Yuri Mariano; PINTO, Vivian Germiliano. **Umidade em edificações: conhecer para combater**. ForScience: Revista científica do IFMG, 6(3). Formiga.2018

CECHINEL, Bruna Moro et al. Infiltração em alvenaria-Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis. **Caderno de Publicações Acadêmicas**, v. 1, , n. 1, p. 16, 2011.

CEOTTO, Luiz H. et al. **Revestimentos de Argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Recomendações Técnicas Habitare. Volume 1. ANTAC –Porto Alegre, 2005.

CORDEIRO, Evandro Pereira. **Patologias em residências unifamiliares associadas à falta ou falha de impermeabilização em Itinga - MA: estudo de caso**. 2022.

CORREIA, Ricardo José de Sousa. **Reabilitação de fachadas de edifícios de habitação social com recurso à análise termográfica**. Dissertação (mMestrado de Engenharia Civil) -Instituto politécnico de Viana do Castelo, Lisboa, 2017.

EICHLER, F. **Patologia de la construcción - detalles constructivos**. Trad. de Adrián Margarit, Jose Fabregat. Barcelona, Editorial Labor, 1973.

FERREIRA, G.C.S; RODRIGUES, V.F. **Análise de patologias decorrentes de infiltrações nas edificações**. Trabalho de conclusão de curso: Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, 2019.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **ESTUDO DE PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES**. 2015

LAJE, A.D.B. **Patologias associadas à umidade soluções ao caso concreto**. Trabalho de conclusão de curso: Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

KLUPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. **Manual de conservação preventiva para edificações**. Brasília, DF: IPHAN/Programa Monumenta, 2014.

MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABBATINI, F.H. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246). São Paulo: EPUSP, 1999.

MELLO, Luciano Soares Lucas d.– **Impermeabilização – Materiais, Procedimentos e Desempenho**. 2005, 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi do estado de São Paulo, São Paulo.

MUCI, Daniel Wallace Silva; NETTO, José Ricardo Bezerra e SILVA, Netto Rodrigo De Almeida. **Sistemas de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação estrutura de concreto: comparativo entre os processos executivos e análise de custo**. Goiânia, 2014.

PAVANELO, Darielle Jacques. **Avaliação de manifestações patológicas de fachadas da Unipampa campus alegrete utilizando a termografia infravermelha**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2017.

SOARES, Felipe Flores. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 120 p. 201

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

VIEIRA, Fernanda de Sousa. **Estudo de avaliação financeira para reforma de uma edificação residencial em Illicinea – MG com incidência de infiltração nas paredes**. 2018.

TERRA, Ricardo Curi. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimento de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) – Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.