

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO
ARMADO: estudo de caso em um imóvel com fins residencial e comercial no município
de Lavras/MG

Akely Susi Pereira¹

Felipe Pereira Melo²

RESUMO

Patologias construtivas são as ‘doenças’ que se estabelecem por variados motivos em uma construção. A Engenharia Civil tem o afluente da patologia da estrutura que baseia-se em causas de ‘doenças’ estruturais para normatização e estabelecimento de regras para construção e reparo, de modo a evitar e/ou estagnar as patologias construtivas. O problema de pesquisa baseou-se em apontar quais as patologias contempladas nesta edificação e os danos que elas causaram?. E o objetivo deste trabalho foi analisar e encontrar explicações científicas e técnicas para as anomalias encontradas no comportamento das estruturas, através de pesquisa de estudo de caso, juntamente com o método de revisão literária, que foi abordado através de pesquisas em sites, livros, normas técnicas, publicações de revistas e artigos científicos, uma construção civil de fim residencial e comercial na cidade de Lavras - MG, que apresentou trincas e rachaduras no teto, paredes e pisos. Durante análise e elaboração deste manuscrito pôde-se constatar que a manifestação patológica era proveniente de sedimentação da construção e que se o agente causador fosse removido seguido de restabelecimento de alicerce a edificação estaria mais segura para habitação.

Palavras-chave: Patologia. Construção. Patologia Construtiva.

^{1*} Breve currículo do autor: Graduanda de Engenharia Civil - Centro Universitário de Lavras - UNIS.
E-mail. akely.pereira@alunos.unis.edu.br

^{2*} Breve currículo do orientador: Prof. Esp. Felipe Pereira Melo. Engenheiro Civil, Especialista em Gestão de Projetos, Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda manifestações patológicas no concreto armado, já que tais situações afetam diretamente a vida útil e a qualidade das estruturas de concreto. Sendo assim, o problema que norteia o manuscrito busca analisar o antes, o durante e o depois da execução das obras em estudo, para que se possa determinar quais foram as principais causas e possíveis consequências de tais eventualidades.

Tal abordagem se justifica ante a importância da escolha, visto que os fatores que podem levar uma estrutura de concreto armado a sofrer com as manifestações patológicas já estão previamente estabelecidos em antecedentes literários dispostos em artigos e anais de cunho científico, e podem ser incluídos a movimentação das estruturas, a criação e o projeto de execução, aos materiais escolhidos e utilizados, a idade da estrutura e as técnicas construtivas que foram utilizadas na execução da edificação e métodos de conservação e manutenção do reparo.

É importante lembrar também a contribuição do trabalho para a prática de estudo, onde neste artigo apontam a existência das possibilidades que os profissionais da Engenharia Civil tem perante aos processos de desenvolvimento de obra que possam aumentar consideravelmente a vida útil e a qualidade das estruturas de concreto, nesse sentido este trabalho contribui positivamente para a comunidade acadêmica em nível de consulta e respaldo.

Nesta perspectiva o trabalho foi norteado pela seguinte indagação: quais as patologias contempladas nesta edificação e os danos que elas causaram? Deste modo, a pesquisa fundamentou-se em objetivos onde sua estruturação foi apontar as principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto de uma edificação com fins residencial e comercial da cidade de Lavras - MG e mostrar suas principais causas, origens e características que ocasionaram-nas; basear se em normativas ao propor ideias de recuperação e reforço de uma estrutura afetada, a serem baseadas em alternativas de intervenção de recuperação de modo a impedir o aumento das manifestações patológicas com o intuito de obter uma recuperação segura baseada em menores impactos sociais e econômicos, e que impeçam o desmonte total da edificação.

Esta tarefa foi conseguida a partir do estudo de caso na edificação anteriormente evidenciada, onde foi apresentada, catalogada e examinada conforme normativas, as possíveis manifestações patológicas em sua estrutura de concreto armado. Para tal observação e identificação das manifestações patológicas, a priori, foi a obtenção ao acesso dos projetos existentes, averiguação das patologias mediante visita técnica, observação, registro fotográfico e entrevista com o responsável do local e levantamento de dados para constatar as possíveis causas da formação patológica.

2 PATOLOGIA EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

O concreto em si é somente uma mistura de cimento, areia, água e agregados, muito resistente a tensões, mas um material de baixa resistência à tração. Para que esse problema fosse solucionado, foi acrescentado a tal mistura barras de aço, aumentando assim sua resistência à tração, com a união ganhou-se maior estabilidade entre as estruturas, sendo denominado assim de estrutura de concreto armado (MACHADO, 2002).

Dessa forma, Bastos (2006, p.7) define concreto armado como sendo a “união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”.

Ou seja, a mistura de concreto que foi acrescida em seu interior com armaduras de aço, recebe o nome de concreto armado, de acordo com a ABNT NBR 6118 (2014), os elementos de concreto armado “são aqueles cujo o comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”. Tal aderência entre o concreto e a armadura é obrigatória para que ambos possam trabalhar de maneira conjunta.

Carvalho e Filho (2015, p. 24) afirmam que “as principais características das estruturas de concreto armado são: concreto e armadura trabalhando em conjunto devido à aderência e à possibilidade de ocorrências de regiões fissuradas de concreto”.

Com o crescimento do uso do concreto armado na construção civil, cresceram também as patologias que podem acometer as estruturas. Em busca de uma melhor performance com a utilização do concreto armado, criou-se o campo de estudo para melhor conhecer e lidar com as patologias das estruturas do concreto armado.

Segundo Helene (1992, p. 17)

As patologias normalmente apresentam características externas a partir das quais se pode conhecer sua origem, natureza e os mecanismos dos acontecimentos envolvidos. Certos problemas têm maior incidência, devido a necessidade de cuidados que geralmente são ignorados, seja no projeto, na execução ou até mesmo na utilização.

As patologias podem ser oriundas de diversos fatores, sejam elas devido ao meio ambiente a que foram expostas ou desde a sua concepção geradas por falhas humanas. Souza e Ripper (1998) classificam que as causas de deterioração de proveniência intrínseca são vindas das próprias construções ou seja, elas vêm dos materiais e das peças utilizadas na execução, por falhas humanas, por questões próprias ao material concreto e por ações externas, inclusive acidentes.”

Para identificar as causas das patologias do concreto é importante estar atento não somente às manifestações que ocorrem nas partes externas e visíveis das estruturas, mas também às partes que estão com suas estruturas parcialmente ou totalmente enterradas, como as juntas de dilatação, fundações, etc, que também podem estar acometidas.

Abordaremos a seguir, de maneira específica, as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado a serem abordadas mediante estudo na edificação em Lavras.

2.1 Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado Abordadas

É importante dizer que as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são inevitáveis, pois é sabido que com o passar do tempo o concreto perde sua solidificação na medida que seu material sofre com diversas reações na medida em que entra em contato com o meio ambiente. Diante disso é de fundamental importância o conhecimento das principais patologias que podem acometer as estruturas de concreto armado.

A NBR 6118 (2014) aponta que as questões de atividades do meio ambiente induzem diretamente as questões degradantes que atingem as estruturas de concreto armado, logo, tais estruturas são avaliadas mediante quesito de condições da estrutura.

Independentemente do motivo das patologias em concreto armado o qual se classificam em isoladas ou simultâneas, pode-se afirmar que as ações de sua promoção podem ser de ordem química, física, mecânica e/ou biológica. As quais são interferidas pelo meio que

estão inseridas e elas podem ser: desgastes superficiais, rachaduras ou fendas, e trincas e fissuras (ANDRADE e SILVA, 2005).

Abordaremos em seguida, a análise das patologias, perante aos estudos e avaliações do mesmo.

2.2 Análises de Patologias

O aspecto que deve ser averiguado a priori é a origem da manifestação patológica, necessitando técnicas de reparo distintas ao se constatar sua tipologia e origem. De igual importância, o Rocha (2015) aponta que se torna necessário uma grande quantidade de ensaios e métodos para se avaliar a origem do problema.

Neste sentido, Emmons (1994) aponta que existe um cronograma para a avaliação de uma estrutura:

1. Inspeção visual;
2. Revisão dos dados da engenharia (documento de projeto e construção, registros de operação e manutenção, registro do concreto, relatórios de inspeção periódica);
3. Avaliação das condições da estrutura (mapeamento das deficiências, monitoramento, pesquisa conjunta, ensaios e testes, ensaios não destrutivos, análise estrutural);
4. Avaliação final;
5. Relatório das condições da estrutura.

Rocha (2015) ressalta que as avaliações do concreto não devem se limitar apenas às suas condições físicas, propriedades mecânicas e químicas e manifestações externas, ela deve também avaliar o ambiente ao qual está inserida, pois ele é igualmente importante, ao levar em consideração que em casos a origem da patologia está relacionada a exposição da estrutura.

Abordaremos em seguida, os manejos de reparo para as patologias, num método de intervenção segura e que possua menores impactos sociais e econômicos.

2.3 Reparos de patologias

De acordo com Lopes (2019), as técnicas de reparo e reforço do concreto armado são antecedidas pela limpeza do local a ser tratado. Os manejos de reparos constituem-se no preparo para a recuperação da área, podendo ser estes de maneira superficial, semi profunda, profunda e reforços.

Caso a degradação do concreto seja superficial, com uma profundidade não superior a dois centímetros, independente de ser de pequena área ou generalizado, são utilizados substratos simples, como a argamassa, para a sua recuperação (Lopes, 2014).

Em uma situação em que a deterioração seja de característica semi-profunda, com uma profundidade que tenha de dois a cinco centímetros, obedecendo aos padrões normativos, necessita-se de uma aplicação de substratos com o auxílio de escoramentos, tais como os cachimbos (MARCELLI, 2007).

No que tange os aspectos de degradação profunda do concreto armado, que de acordo com as normas técnicas são degradações que ultrapassam os cinco centímetros, é imprescindível que se monte uma fôrma, aplique o substrato e avalie minuciosamente a implicação do uso de escoras (Bastos, 2006).

Por fim, reforços têm como finalidade a reestruturação e a sustentação física do concreto armado, ao colocar em seu devido trabalho de suporte a parte que estava deteriorada, independentemente da causa inicial (GRANATO, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo teve o caráter de natureza de pesquisa de estudo de caso ao qual se dá pela elucidação de uma pesquisa que tem como princípio de busca o esclarecimento de um tema; numa abordagem de observação em que se descobre o modo e as causas que levam o fenômeno a ser produzido, ao qual se emprega o estudo para responder um problema, a pesquisa também baseou-se no objetivo exploratório num procedimento técnico de estudo de caso de uma edificação para sua fomentação.

Conforme foi evidenciado na introdução, avaliou-se uma edificação da cidade de Lavras/MG que apresentava patologias para que houvesse desenvolvimento da pesquisa..

Neste momento foram utilizados e colocados à prova todos os conhecimentos e experiências adquiridos durante o período de formação acadêmica com suas disciplinas específicas, juntamente com o método de revisão literária.

A edificação foi construída em 1985, tendo como feitura de planta baixa, estrutural e execução o engenheiro civil Pedro Márcio Laurente e em seu projeto original ela possuía 03 pavimentos numa área total de 1.195,85m², sendo o térreo um salão de festas e dança, o primeiro piso garagem e 02 imóveis para fins comerciais e no último andar uma moradia com 05 quartos, 02 banheiros, cozinha, lavabo, sala de estar e jantar, terraço e varanda interna.

Para a elucidação deste trabalho, a princípio, os estudos foram dados com a elaboração do referencial bibliográfico que em seu corpo compreendeu citações de autores que anteriormente expuseram manifestações patológicas em seus descritos. A compilação do referencial teórico foi efetivada pelas buscas em sites de pesquisa como o Google Acadêmico, *Scielo*, normas técnicas, anais e revista eletrônicas, além do acervo bibliotecário da Unis.

Após análise minuciosa e criteriosa de cada fonte científica para a elaboração do referencial de base teórica, a ação sucessora foi o estudo de caso com as visitas técnicas que aconteceram nos dias 04 e 11 de agosto de 2020.

No primeiro dia de visita foram exploradas os ambientes da casa, feitos os registros fotográficos das patologias que ali se encontravam e análise da avaliação das estruturas. Na segunda visita, foi feita uma entrevista com a proprietária para que se soubesse como foi acontecendo o aparecimento das manifestações patológicas na edificação, execução de obra, material utilizado e acompanhamento da obra por parte do engenheiro, além do possível relato de intercorrências vindouras.

Após as visitas, houve o ajuntamento de materiais para que houvesse a elaboração dos resultados e possível discussão do trabalho.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O presente tópico apresenta em seu conteúdo a evidenciação das patologias encontradas na edificação estudada e o motivo de suas causas.

No decorrer das visitas, especialmente no segundo dia, a proprietária do imóvel, perante a entrevista relatou que com o passar de 3 anos após a construção da edificação (que foi feita de tempos em tempos, uma vez que era uma construção de grande escala) foi-se observando afundamentos no piso ante infortúnio de sedimentação da terra que estaria

estabelecida como alicerce da casa, semelhante situação foi ocasionada por uma tubulação de água danificada da Companhia de Tratamento de Água e Esgoto que abastece a cidade, ao qual minava água constantemente sobre a edificação e acabou por retirar a terra que ali existia, formando uma grande cratera no subsolo.

Deste modo a construção começou a ceder, dando o aparecimento de trincas, rachaduras, infiltrações e a emitir um som de “piso oco” na cerâmica à medida que a proprietária andava, além das trincas nas mesmas. As figura 1 e 2 mostram com clareza a sedimentação do piso e trinca na cerâmica.

Figura 1 - Trinca no piso externo



Fonte: Acervo próprio (2020)

Figura 2 - Trinca no piso interno (cerâmica)



Fonte: Acervo próprio (2020)

Além das trincas que se apresentaram na cerâmica do piso, rachaduras medianas que iam do piso ao teto puderam ser observadas em diferentes ambientes da casa, as figuras 3 e 4 ilustram o ocorrido devido a sedimentação.

Figura 3- Rachaduras no teto e parede interna



Fonte: Acervo próprio (2020)

Figura 4 - Rachadura no teto



Fonte: Acervo próprio (2020)

Como a sedimentação aconteceu devido a infiltração proveniente de uma tubulação danificada, a patologia da infiltração também é encontrada na edificação, as figuras 5, 6 e 7 expõem.

Figura 5 - Infiltração parede interna



Fonte: Acervo próprio (2020)

Figura 6 - Infiltração



Fonte: Acervo próprio (2020)

Figura 7 - Infiltração na viga de sustentação



Fonte: Acervo próprio (2020)

Para solucionar as patologias que se encontram nesta edificação, faz-se necessária a restauração individualizada de cada uma delas. Ao que cabia nas questões de sedimentação da construção devido à ausência da terra e grande parte do concreto que era o alicerce, no ano de 1988, a empresa responsável pelo ocorrido, após a averiguação e constatação do problema ocasionado, foi ali depositado concreto para que a base fosse novamente alicerçada, contudo, estudos e análises posteriores não foram feitas para que se constatasse a efetividade do processo.

Quanto às trincas em toda a extensão da laje que descem pelas colunas e vão até o chão, a origem da deterioração foi de causas físicas com a falha hidráulica apresentada com a ruptura da tubulação de água, que permitiu o extravasamento do fluido e escoamento da terra e sedimentos da estrutura, o que posteriormente ocasionou a movimentação e o abalo da estrutura, o qual geraram tais trincas e rachaduras. O processo de recuperação foi limpeza, reparo e reforço mediante o uso de perfis metálicos que ocasionassem a intervenção possível e adequada, o que foi feito, por várias vezes quando as mesmas surgiam novamente e ainda persistem em acontecer.

E quanto às infiltrações, o que é estabelecido pela norma NBR 9575 implica a remoção do agente causador patológico, e substituição dos componentes da edificação que foram afetados, tais como concreto e ferragens. Neste sentido a limpeza com jato de água, reforço das partes metálicas e aplicação de nova mistura de argamassa com impermeabilizantes eram necessária quando se teve a possibilidade de estar diante da fundação no momento da intervenção da Companhia de Saneamento de Água e Esgoto da cidade, mas o mesmo não ocorreu. O que tem sido feito desde então é a raspagem, novo reboco com aditivos impermeabilizantes.

5 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado pôde ser compreendido que por muitas causas as patologias tendem a se manifestar em construções, contudo, observou-se que as causas mais comuns de patologias estão associadas a qualidade de material usado na construção e da mão-de-obra, negligência de análise de sondagem de terreno, deterioração da estrutura e seus constituintes e problemas de elaboração e acompanhamento adequado dos projetos durante e após sua execução.

Neste trabalho, a causa das patologias estavam associadas a ruptura de uma tubulação hidráulica externa que passava por debaixo da estrutura da edificação, oriunda do Departamento de Tratamento de Água e Esgoto da cidade de Lavras-MG, sendo a mesma a causadora do extravasamento contínuo da água, onde ocasionou a remoção forçada da terra e sedimentos que alicerçava a construção, conseqüentemente a estrutura começou a movimentar-se em sedimentação e ocasionou as trincas e rachaduras no teto, paredes e piso que foram evidenciadas.

As medidas de recuperação de uma construção que apresenta patologias é elencada na remoção do causador, neste caso a recuperação foi dada ante substituição da tubulação danificada e inserção de concreto nas bases estruturais que compensasse a deterioração ocorrida, de modo a garantir que a construção fosse segura para habitação, além de interromper a sedimentação continuada. Ao citar tais medidas paliativas, é oportuno dizer que o objetivo primário deste trabalho foi alcançado. Assim, conclui-se que após a retirada do agente patológico e restabelecimento do alicerce da construção, mesmo que não tendo nenhum acompanhamento após a intervenção pela causadora da patologia a mesma encontrar-se-á apta e segura para habitação.

Entretanto, este estudo ainda requer um maior aprofundamento, já que a elaboração de novos trabalhos podem ser estabelecidos ante perspectiva e interpretação individualizada de cada leitor, ao considerar as insuficiências e dúvidas que abrem um novo caminho, um novo jeito de criar um trabalho que por muita das vezes podem ter como base apenas as indagações que surgiram para o leitor durante a análise deste.

**PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN ARMED CONCRETE STRUCTURES:
case study in a residential and commercial property in Lavras / MG**

ABSTRACT

Constructive pathologies are the 'diseases' that are established for various reasons in a construction. Civil Engineering has the affluent of the pathology of the structure that is based on causes of structural 'diseases' for standardization and establishment of rules for construction and repair, in order to avoid and / or stagnate constructive pathologies. The research problem was based on pointing out which pathologies were contemplated in this building and the damage they caused ?. And the objective of this work was to analyze, through case study research, a civil construction of residential and commercial purpose in the city of Lavras - MG, which presented cracks and cracks in the ceiling, walls and floor. During the analysis and elaboration of this manuscript, it was possible to verify that the pathological manifestation was due to the sedimentation of the construction and that if the causative agent was removed, followed by reestablishment of the foundation, the building would be safer for housing.

Palavras-chave: Pathology. Construction. Constructive Pathology.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.**

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

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas.** In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). *Concreto: ensino, pesquisa e realizações.* São Paulo: IBRACON, 2005.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado** – Notas de Aula. UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado** – Segundo a NBR 6118:2014. 4ª edição – 1ª reimpressão. São Carlos, EdUFSCar, 2015. p.24.

EMMONS, P.H. *Concrete repair and maintenance illustrated.* Kingston: **Editora Means**, 1994. 295 p.

GRANATO, José E. **Patologia das construções.**2014; Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>> Acesso em 04 set. 2020.

HELENE, Paulo R.L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1992. 119 p.

LOPES, LS. *Patologias em construções que utilizam concreto armado e técnicas de reparo e manutenção.* **Rev Cient Fac Educ e Meio Ambiente** [Internet]. 2019; 10(1): 23-33. doi: <http://dx.doi.org/10.31072/ref.v10i1.804>.

MACHADO, A. de P. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono.** São Paulo: Pini, 2002. p. 5.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil:** Causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007.

ROCHA, BS. **Manifestações Patológicas e Avaliação de Estruturas de Concreto Armado.**2015 Disponível

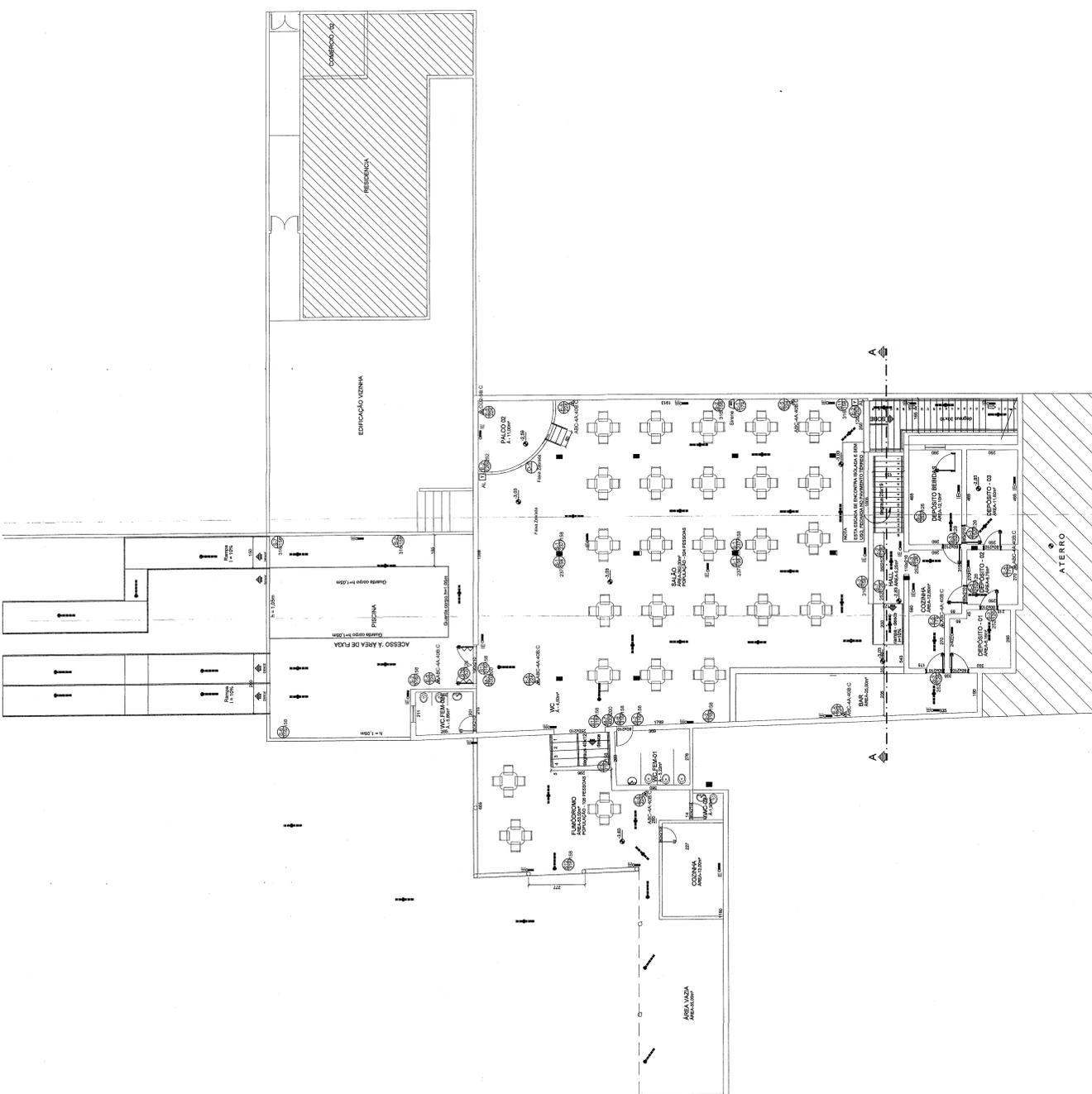
em:<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9WWGLB/1/manifesta__es_patol_gic as_e_avaliao_de_estruturas_de_concreto_armado.pdf>. Acesso em 03 set. 2020.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 1o Edição. Editora. Pine. São Paulo, 1998. p. 257.

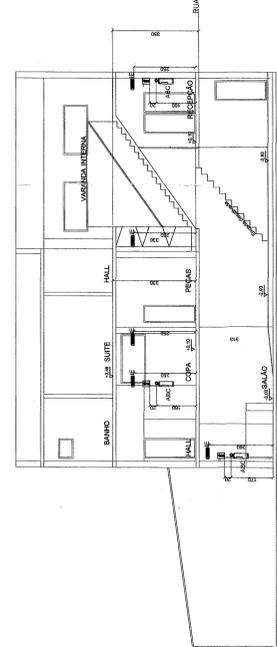
6 ANEXOS

ANEXO A - Plantas Baixas, fachada, situação, corte e cobertura

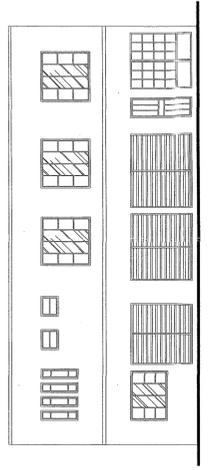
A planta abaixo anexada corresponde ao projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico, projetada pelo engenheiro civil Fábio Abreu Araújo, visto que a proprietária não encontrou em seus documentos a planta estrutural original e eu, não obtive resposta do arquivo desse projeto junto à prefeitura da cidade.



PLANTA BAIXA - PAV. SUBSOLO
 ESC. 1:100
 ÁREA: 513,40 m²

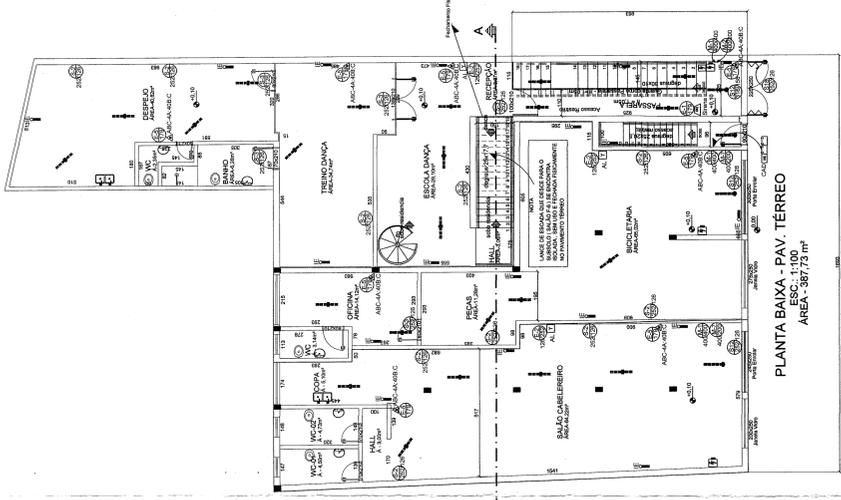


CORTE AA
 ESC. 1:100



FACHADA

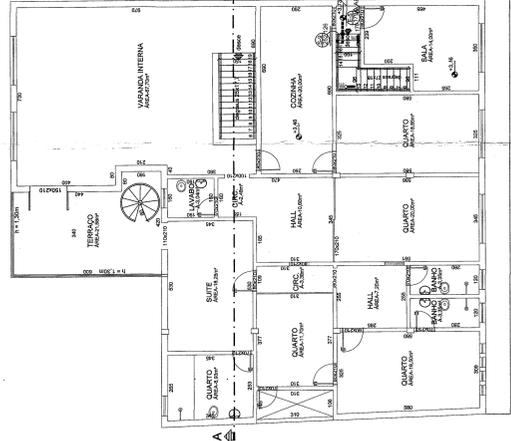
COBERTURA
 ESC. 1:200



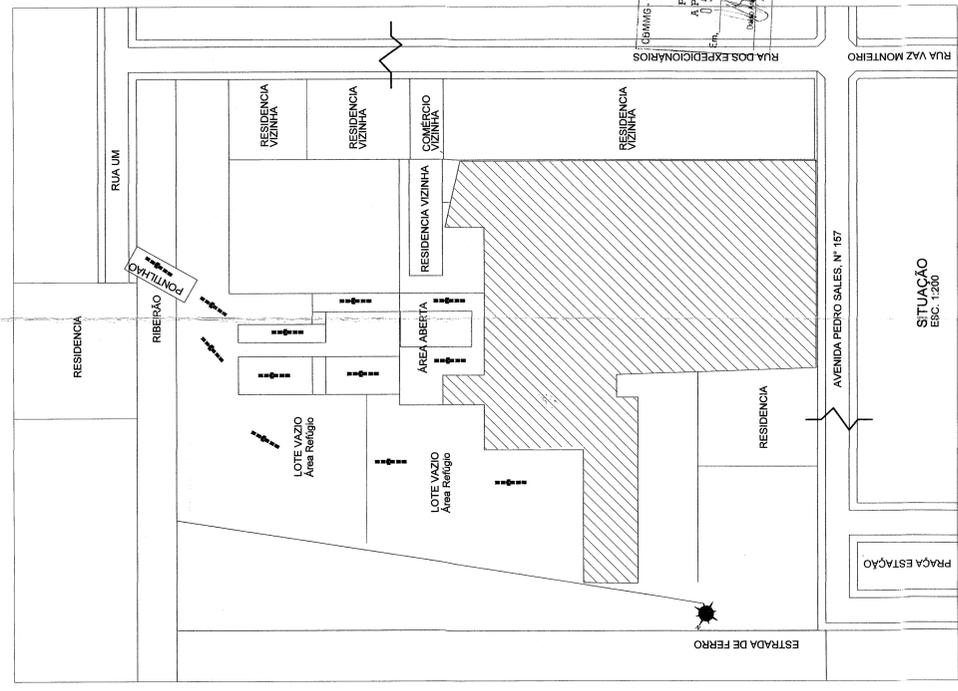
PLANTA BAIXA - PAV. TERREO
 ESC. 1:100
 ÁREA: 387,73 m²

SIMBOLÓGIA CONFORME IT-03

COZ. A	Extintor CO2 6 kg - 6BC
ASC. A	Extintor ABC 6 kg - 4A-46BC
ASC. B	Extintor ABC 6 kg - 4A-46BC
AL	Alumínio
CAJUEIRO	Central de Alarmes e Detecção
SIRENE	Sirene
IB	Iluminação de Balizamento
IE	Iluminação de Emergência
BARRA	Barra Anti-Pânico
CHAVE	Chave Elétrica Primária
CHAVE SEC	Chave Elétrica Secundária



PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR
 ESC. 1:100
 ÁREA: 284,72 m²



SITUAÇÃO
 ESC. 1:200

OMMIG - L. PAIS - CHA - 9 - BBM
 Lavras
 PSCIP n.º 03 - 1
 APROVADO
 03 MAR 2019
 ANALISTA

PROJETO

ÁREA	30.840
ESCALA	ESCALA
PROPRIETÁRIO	MARCELO DE MATEUS E EMILIANO EDUARDO REBERN - CPF: 432.002.074-0
PROJETO	ÁREA TERRENO
	1.980,00 m²
	ÁREA EXISTENTE
	0,00 m²
	ÁREA CONSTRUTIVA
	0,00 m²
	ÁREA TOTAL
	1.980,00 m²
	FOUN
	02/02

INC