



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

LUCAS APARECIDO FRANCISCO DA SILVEIRA

**POSSÍVEIS PROBLEMAS OCACIONADOS PELA IMPRUDÊNCIA NA EXECUÇÃO
DE PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM OBRAS
RESIDENCIAIS**

**ARIQUEMES - RO
2022**

LUCAS APARECIDO FRANCISCO DA SILVEIRA

**POSSÍVEIS PROBLEMAS OCACIONADOS PELA IMPRUDÊNCIA NA EXECUÇÃO
DE PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM OBRAS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587p Silveira, Lucas Aparecido Francisco da.
Possíveis problemas ocasionados pela imprudência na execução de projetos de estruturas de concreto armado em obras residenciais. / Lucas Aparecido Francisco da Silveira. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.
53 f. ; il.
Orientador: Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes.
Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Incompatibilidade. 2. Negligência. 3. Concreto Armado. 4. Construção Civil. 5. Projeto Residencial. I. Título. II. Guedes, Ruan Iuri de Oliveira.

CDD 620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

LUCAS APARECIDO FRANCISCO DA SILVEIRA

**POSSÍVEIS PROBLEMAS OCASIONADOS PELA IMPRUDÊNCIA NA EXECUÇÃO
DE PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM OBRAS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ruan Iuri de Oliveira Guedes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Esp. Felipe Patano de Souza
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO
2022**

Dedico este trabalho aos meus pais, familiares e amigos, que me apoiaram e incentivaram a seguir em frente com meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, e por ajudar a superar todos os obstáculos encontrados ao longo dessa jornada. Quero agradecer também a minha esposa, meus pais, minhas irmãs e minha tia, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderem a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no processo de formação profissional, e em especial quero agradecer meu orientador que mesmo muito corrido ainda conseguia me auxiliar. Quero deixar também os meus agradecimentos aos meus amigos Eng. Caroline Piva e Eng. Guilherme Del Padre que me ajudaram muito na concepção deste trabalho desde o começo.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização de mais um sonho.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.”

(Thomas Edison)

RESUMO

Atualmente a construção civil vem crescendo cada vez mais, tanto em tecnologia para execução quanto em confecção de projetos através de softwares. Porém mesmo com tantos avanços tecnológicos para a compatibilização dos projetos, as obras ainda continuam sendo executadas de maneira imprudente. No presente trabalho foi realizado estudos em residência de baixo padrão no município de Ariquemes e Monte Negro. As obras se encontram em fase de execução. Para facilitar a análise da estrutura e a obtenção de dados através das medidas e fotografias. Os erros encontrados foram: erros de dimensão das sapatas que não coincidem com NBR 6122, a falta de um adensamento adequado de acordo com o que diz a NBR 14931, seção de viga e pilar menor que especificado pela NBR 6118, a não utilização de espaçadores na concretagem dos elementos estruturais e entre outros. Todos esses erros são recorrentes de uma mão de obra não qualificada, a não contratação da fiscalização por parte do cliente e/ou em caso de contratação a falta de acompanhamento frequente do responsável técnico na obra. Sendo assim foi proposta algumas soluções para tentar minimizar os erros de execução.

Palavras-chave: Incompatibilidade, Negligência, Qualificação, Normas.

ABSTRACT

Currently, civil construction is growing more and more, both in technology for execution and in making projects through software. But even with so many technological advances for the compatibility of projects, the works are still being executed with imprudent wood. In the present work, studies were carried out in low standard residences in the municipality of Ariquemes and Monte Negro. The works are in the execution phase. To facilitate the analysis of the structure and obtaining data through measurements and photographs. The errors found were: footing dimension errors that do not match NBR 6122, lack of adequate consolidation according to what NBR 14931 says, beam and column section smaller than specified by NBR 6118, not using spacers in the concreting of the structural elements and among others. All these errors are recurrent from an unqualified workforce, the client's failure to hire inspection and/or, in the case of hiring, the lack of frequent monitoring by the technician responsible for the work. Therefore, some solutions were proposed to try to minimize the execution errors.

Keywords: Incompatibility, Negligence, Eligibility, Rules.

LISTA DE ABREVEATURAS

cm centímetro

et. al. e outros

mm milímetro

s.d. sem data

LISTA DE SIGLAS

NBR Norma Brasileira

RO Rondônia

LISTA DE SÍMBOLOS

- γ_n Coeficiente adicional
- b Dimensão ou distância de um retângulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Limites para abertura vertical em vigas.	22
Figura 2: Erro de locação de pilar (Caso 1).....	25
Figura 3: Erro de locação de pilar (Caso 2).....	25
Figura 4: Pilares em projeto.	26
Figura 5: Execução de tubo calha dentro de viga.	27
Figura 6: Pilar com seção frontal de 9,5cm.....	28
Figura 7: Pilar com seção lateral de 16cm.	29
Figura 8 :Pilar em projeto.	29
Figura 9: Pilar com armadura exposta.	30
Figura 10: Viga Baldrame com armaduras expostas.	30
Figura 11: Localização de pilar e Viga em projeto.	31
Figura 12: Sapata S7 com dimensão de 40x40.....	32
Figura 13: Sapata S9 com dimensão de 45x47cm.....	32
Figura 14: Sapata S10 com dimensão de 30x36cm.....	33
Figura 15: Sapata em planta baixa.....	33
Figura 16: Detalhe de sapatas em corte.....	34
Figura 17: Pilar com seção frontal de 9,5cm.....	35
Figura 18: Pilar com seção lateral de 16cm.	36
Figura 19: Pilar em projeto.	36
Figura 20: Viga baldrame da entrada garagem.....	37
Figura 21: Armadura exposta em viga respaldo.....	37
Figura 22: Pilar não existente em projeto seção frontal de 9 cm.....	39
Figura 23: Pilar com seção lateral de 14 cm.	39
Figura 24: Viga respaldo com seção de 9 cm.	40
Figura 25: Localização dos elementos em projeto.....	40
Figura 26: Passagem de tubo de PVC em viga respaldo.....	41
Figura 27: Pilar com seção frontal de 9,5 cm.....	42
Figura 28: Pilar com seção lateral de 21 cm.	43
Figura 29: Formas de viga baldrame e respaldo.	44
Figura 30: Detalhe dos elementos em projeto.....	44
Figura 31: Pilar com vazios.	45
Figura 32: Pilar armadura exposta.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual de erros.	48
--------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores do coeficiente adicional para pilares.	20
Tabela 2: Relação de elementos em projeto e execução.....	27
Tabela 3: Relação de elementos em projeto e execução.....	34
Tabela 4: Relação de elementos em projeto e execução.....	38
Tabela 5: Relação de elementos em projeto e execução.....	41
Tabela 6: Relação de elementos em projeto e execução.....	46
Tabela 7: Erros por residência.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	Geral	18
1.1.2	Específicos.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	DEFINIÇÃO	19
2.2	FALHA DE PROJETO E EXECUÇÃO	19
2.2.1	Falha na concepção do projeto.....	19
2.2.2	Erro de execução.....	20
2.2.2.1	Pilares de concreto armado	20
2.2.2.2	Vigas de concreto armado	20
2.2.2.3	Furo nas vigas de concreto armado.....	21
2.2.2.4	Lançamento e adensamento	22
2.2.2.5	Fundação	23
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
3.1	COLETA DE DADOS - RESIDÊNCIAS	24
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA	24
4.1	PRIMEIRA RESIDÊNCIA.....	24
4.2	SEGUNDA RESIDÊNCIA	28
4.3	TERCEIRA RESIDÊNCIA.....	35
4.4	QUARTA RESIDÊNCIA.....	38
4.5	QUINTA RESIDÊNCIA	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6	REFERÊNCIAS	50
7	ANEXO	52

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a engenharia vem crescendo cada vez mais com os avanços da tecnologia em meio a construção civil, visando mais praticidade, rapidez e economia nos projetos e na execução. Mesmo com toda essa evolução, muitos projetos faltam informações e nas execuções ainda faltam mão de obra especializada.

Oscar, (2016) descreve que projetos mais elaborados levam as obras a serem muito mais qualificadas, já que todos os detalhes são descritos e apresentados, assim, no momento da execução existe uma margem mínima para a ocorrência de erros. Já os projetos superficiais e simples podem levar ao desenvolvimento de uma execução negligente, que demandam posteriormente retrabalhos, aumentando seus custos e o tempo entrega final.

A maioria das perdas existentes em um projeto é falta de detalhes, modificações no decorrer da construção, falta de consulta ou não cumprimento das especificações. Callegari, (2007) afirma que o projeto deve apresentar as informações necessárias para que o mesmo possa ser executado.

A partir de estudos e pesquisas, este trabalho tem a finalidade de especificar e expor os principais erros de execução encontrados, sejam eles, erros de fundação, erros de seção de vigas e/ou pilares, armadura exposta e outras falhas presentes nas edificações devido a negligência no canteiro de obras e na elaboração do mesmo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Apresentar e expor as imprudências na execução de estruturas de concreto armado em obras residenciais, aplicar possíveis soluções para elas, baseado na literatura e normas.

1.1.2 Específicos

Indicar causas referentes as imprudências encontradas na obra;
Desenvolver e apresentar possíveis soluções para os mesmos;
Visitar residências em fase de execução;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO

O projeto estrutural descreve Garrison, (2018) é uma das partes mais importantes de qualquer edificação, independentemente do seu tamanho. Pois, ele ajudará o engenheiro a ter uma série de informações preliminares capazes de influenciar na segurança, economia de materiais e oferecer mais agilidade na execução.

Conhecido também como análise estrutural (projeto estrutural) é definido segundo Araújo, (2021) por um conjunto de informações que auxiliam no dimensionamento de toda estrutura da edificação (vigas, pilares, lajes, fundações e alvenaria estrutural). Logo é indispensável o projeto estrutural em canteiro de obra pois traz uma melhor qualidade na edificação.

2.2 FALHA DE PROJETO E EXECUÇÃO

2.2.1 Falha na concepção do projeto

Manetti (2018) fala que com o aumento da competitividade em meio a construção civil, as edificações estão cada vez mais complexas, exigindo intelectos mais primorosos na elaboração de projetos e na mão de obra, a fim de processos eficientes e de qualidade. Com todo esse desenvolvimento torna ainda mais essencial a comunicação entre os profissionais envolvidos na elaboração, necessitando de análises mais minuciosas e projetos de acordo com a realidade na obra.

Segundo Helene (2003), existem dois tipos de processos englobados muito importantes para a construção de uma edificação, planejamento e o projeto. O planejamento decide qual será a finalidade da mesma com base na necessidade do cliente. Já o projeto se associa a função e o desempenho ligando a parte técnica, visando os cuidados e atenção ao escolher os métodos e materiais a serem utilizados.

Correia et al. (2017) afirma que os projetos que não são analisados antes de serem enviados a obra chegam muitas vezes falhas ou chegam após o serviço ter sido executado causando assim erros construtivos, incompatibilidades e/ou

retrabalho. Na maioria das vezes os erros de execução são causados por mão de obra sem qualificação e/ou erros de projetos.

2.2.2 Erro de execução

Pereira (1985) descreve que o erro na execução é caracterizado como um equívoco ou descuido cometido no decorrer de uma edificação. Essas falhas podem comprometer toda a edificação, podendo apresentar desde trincas até mesmo o colapso. Bezerra (s.d.) afirma que é comum encontrar diversas obras sendo executadas sem a elaboração de um projeto estrutural. Sendo assim um risco para o proprietário que assume a responsabilidade, sabendo que não a uma garantia por parte de um responsável pela estrutura que está sendo executada, sendo os erros mais encontrados nas edificações em fase de execução são pilares, vigas, fundações, concretagem e entre outros.

2.2.3 Pilares de concreto armado

Segundo a norma a seção transversal de um pilar não pode ser menor que 19 cm, porém em casos especiais é permitido seções entre 19 e 14 cm, desde que se multiplique os esforços solicitantes por um coeficiente adicional γ_n , para a majoração das cargas de acordo com a tabela 01, lembrando que a área do pilar não pode ser menor que 360 cm².

Tabela 1: Valores do coeficiente adicional para pilares.

<i>b</i> cm	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

onde

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05 b;$$

b é a menor dimensão da seção transversal, expressa em centímetros (cm).

NOTA O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.

Fonte: Tabela 13.1 – NBR 6118:2014 p. 73

2.2.4 Vigas de concreto armado

No caso das Vigas sua seção transversal não pode apresentar uma largura inferior a 12 cm. Em casos excepcionais esse valor pode ser reduzido até 10 cm,

respeitando o alojamento das armaduras, as armaduras outros elementos estruturais, os espaçamentos e o cobrimento da armadura descritos na NBR 6118 (2014, p. 20), se caso houver um controle adequado de qualidade e a resistências for superior ao especificado na tabela 02, o cobrimento nominal pode ser reduzido para 5 mm, desde que o lançamento e vibração do concreto armado seja executado de acordo com NBR 14931.

Tabela: Correspondência entre a classe de agressividade e o cobrimento nominal.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: Tabela 7.2 – NBR 6118:2014 p. 20

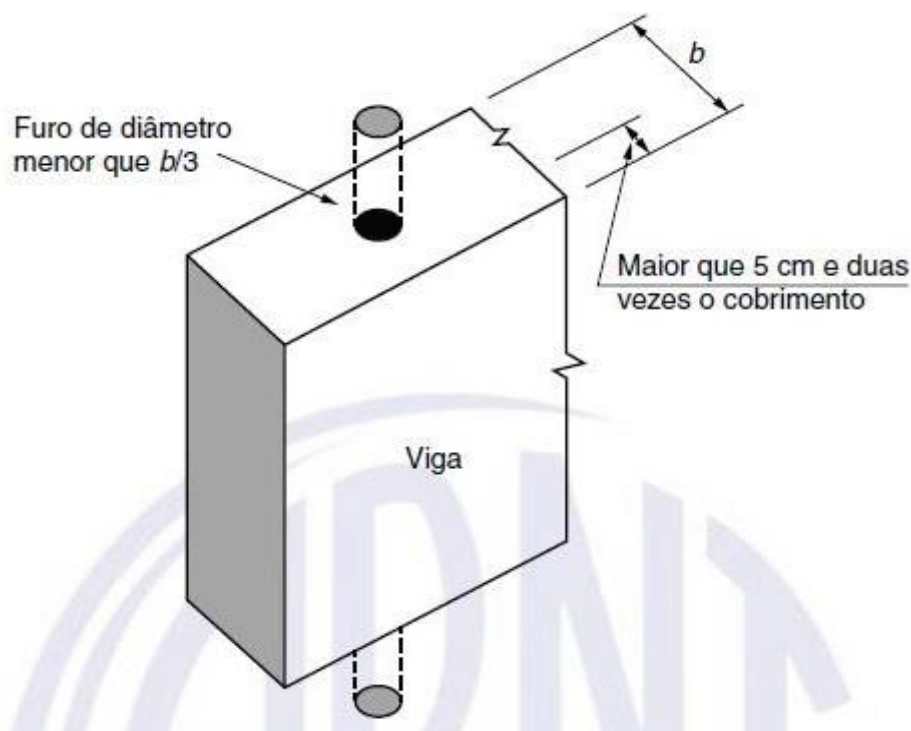
2.2.5 Furo nas vigas de concreto armado

Segundo o item 21.3.3 da NBR 6118 (2014 p. 177), furo vertical em vigas tem de obedecer as seguintes observações:

Descontar área do furo, e o elemento deve ser capaz de resistir aos esforços

previstos em cálculo, além de permitir uma boa concretagem. Não possuir diâmetro superior a $1/3$ da largura da viga, ter distância mínima de 5cm ou $2x$ cobrimento até a face da viga, no caso de mais de um furo vertical, eles devem estar afastados pelo menos 5 cm um do outro (figura 01).

Figura 1: Limites para abertura vertical em vigas.



Fonte: Imagem 21.5 – NBR 6118:2014

2.2.6 Lançamento e adensamento

Antes da inserção do concreto nas formas devem ser cuidadosamente retirados quais quer detritos. O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura e componentes embutido fiquem envolvido na argamassa, lembrando que o lançamento do concreto deve ser o mais próximo possível da sua posição de origem, evitando assim a incrustação da argamassa nas paredes das formas e nas armaduras descrito na NBR 14931 (2004 p. 20).

Bomtempo, (2016) afirma que o adensamento inadequado ou não realizado também pode deixar um grande índice de vazios na estrutura, podendo comprometer a integridade da mesma. Segundo descreve Marcelli (2007), existem outras causas

como por exemplo: estacas fora da posição correta, erros de cravação e falhas na execução da estaca moldada no local.

2.2.7 Fundação

Sapatas são estruturas com volume utilizadas para dissipar as cargas de fundação (tipo direta) das estruturas ao terreno NBR 6118. As sapatas podem ser classificadas em rígidas, que admite a distribuição das tensões normais em contato com o terreno plano, caso não tenha informações mais aprofundadas. O trabalho de flexão nas duas direções, faz com que a tração na flexão seja distribuída uniformemente na largura da sapata. Não se aplica essa hipótese, caso à compressão na flexão, se encontre mais na região do pilar que se apoia na sapata e caso a mesma seja alongada em relação a forma do pilar.

Já flexível o mais raro, a utilização desta sapata em fundações com cargas mais inferiores. Caso o trabalho de flexão nas duas direções, não sendo possível determinar tração na flexão uniformemente distribuída na largura da sapata, deve ser avaliada a concentração de flexão junto ao pilar. A NBR 6122 (2022) especifica que a menor dimensão de uma sapata é de 60 cm.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresentará a metodologia a ser utilizada para verificar e analisar, por meio de estudo de caso descritivo, com base nas Normas Brasileiras regulamentadas NBR-6118 de 2014, NBR-14931 de 2004, NBR-6122 de 2022 e pesquisas bibliográficas.

Nesta pesquisa foi analisado várias obras residenciais por meio da coleta de dados visual e técnica, acompanhado de anotações, registros fotográficos e os

projetos estruturais das residências onde foram solicitados aos profissionais responsáveis pela obra, para assim apresentar possíveis incompatibilidades de projeto no canteiro de obra, visando promover a melhoria na execução tendo em mente as incompatibilidades. Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário uma pesquisa e seleção de obras em fase de execução, com ênfase nas seguintes análises; infraestrutura e superestrutura.

A elaboração do relatório fotográfico e análise descritiva das negligências, foi realizado de acordo com as supervisões no canteiro de obra in loco verificando possíveis falhas de projeto e/ou erros de execução. Todos os dados e quantitativos apresentados no trabalho estão de acordo com os respectivos projetos de cada residência.

3.1 COLETA DE DADOS – RESIDÊNCIAS

1. Residência com 100,00 m² visitada no dia 27 de abril de 2022, Jardim verde vida I, município de Monte Negro – RO.
2. Residência com 80,05 m² visitada no dia 05 de junho de 2022, Bairro Jardim Paraná, município de Ariquemes – RO.
3. Residência com 80,05 m² visitada no dia 05 de junho de 2022, Bairro Jardim Paraná, município de Ariquemes – RO.
4. Residência com 75,00 m² visitada no dia 04 de junho de 2022, bairro Jardim Vitória, município de Ariquemes – RO.
5. Residência com 75,00 m² visitada no dia 04 de junho de 2022, localizada no bairro União 03, município de Ariquemes – RO.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 PRIMEIRA RESIDÊNCIA

A Primeira residência estudada foi na cidade de Monte Negro, uma cidade próxima a cidade de Ariquemes, com aproximadamente 50 km de distância. Os dados da sua localização estão descritos no item acima na seção (3.1; 1). A edificação se encontra

em fase de execução, não foi coberta, não possui reboco, algumas vigas e pilares estão nas formas e outros ainda nem foram feitas as formas.

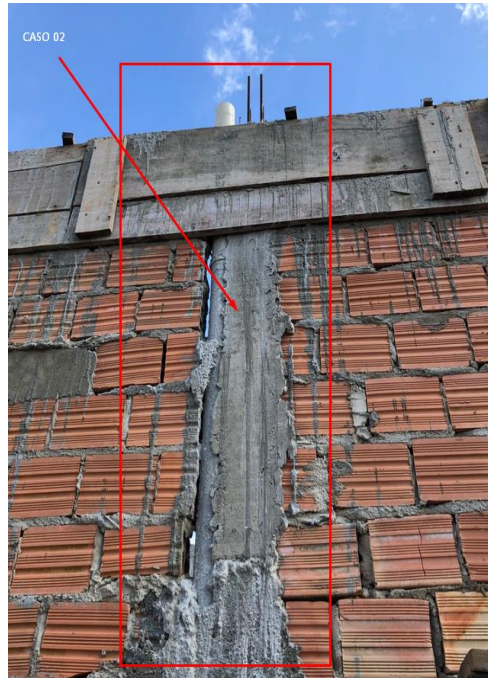
Primeiramente foi analisado a estrutura da edificação, para identificar possíveis erros e em seguida foi analisado o projeto estrutural, buscando entender o motivo de tais falhas, de projeto ou execução. Logo de início na entrada da residência foi identificado que o pilar P18 figura 02 - Caso 01 se encontra com erro no sentido da locação, pois o mesmo se encontra divergente do projeto, como mostrado na figura 04. No mesmo local foi encontrado outro elemento com a mesma falha, desta vez o pilar P13 figura 03 – Caso 2 situado na lateral da edificação, como mostrado na figura 04 abaixo.

Figura 2: Erro de locação de pilar (Caso 1).

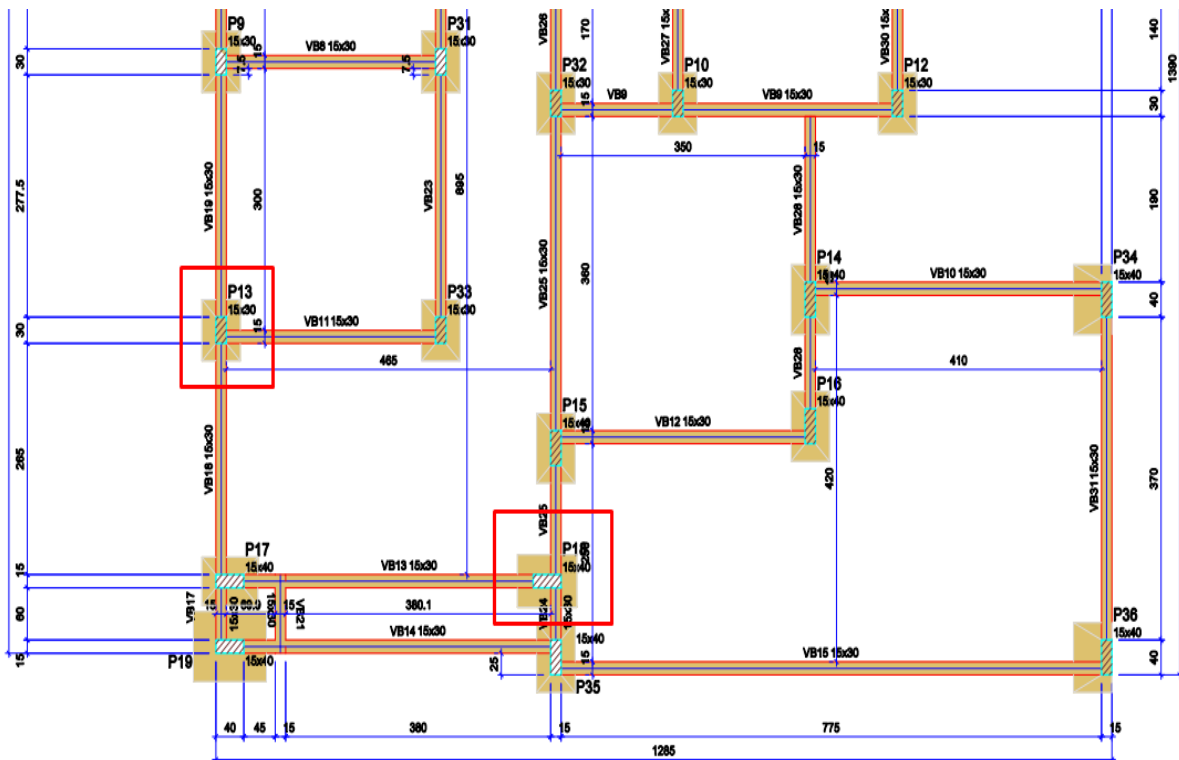


Fonte: (Autor 2022).

Figura 3: Erro de locação de pilar (Caso 2).



Fonte: (Autor 2022).
Figura 4: Pilares em projeto.

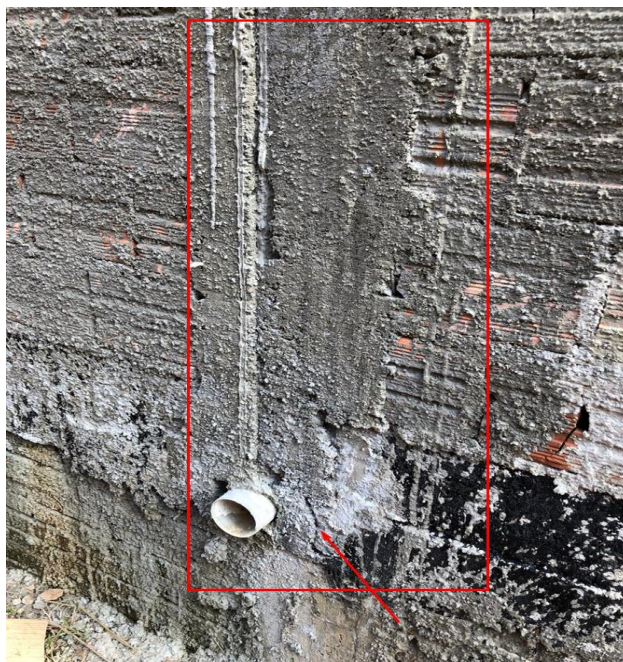


Fonte: (Autor 2022).

A estrutura da mesma apresenta lançamento e adensamento inapropriado estando em desacordo com o prescrito na NBR 14931, onde é explicado como deve

ser realizado o processo desde as etapas preliminares até o lançamento e adensamento de concreto armado. Foram encontrados também furos nas vigas respaldo e baldrame para a passagem dos tubos de drenagem das calhas de 100mm, podendo assim comprometer o espaçamento das ferragens e a funcionalidade estrutural da viga figura 05, ver seção 2.2.3.

Figura 5: Execução de tubo calha dentro de viga.



Fonte: (Autor 2022).

Dados da 1° edificação: elementos no projeto e em obra, quantitativo e percentual dos mesmos já executados, ver tabela 3.

Tabela 2: Relação de elementos em projeto e execução

Elementos estruturais da 1° residência			
Pilares em projeto	Vigas em projeto	Pilares executados	Vigas executadas
34	91	34	58
100%	100%	100,00%	58,59%

Fonte: (Autor 2022).

4.2 SEGUNDA RESIDÊNCIA

A segunda edificação estudada está localizada na cidade de Ariquemes (item 3.1;2), a residência se encontra com alguns elementos em forma. As obras 2 e 3 visitada se encontram uma ao lado da outra em um mesmo terreno, porém o mesmo foi desmembrado pelo proprietário, o imóvel na fase de concretagem das vigas respaldas e alguns pilares. Após analisar toda a estrutura e o projeto estrutural da edificação, nota-se algumas incompatibilidades entre os mesmos, como por exemplo o pilar P18 figuras 06 e 07, apresenta seções de 9,5x16 cm fora das especificações do projeto figura 08 e sem nenhum embasamento da NBR 6118, (item 2.2.1).

Figura 6: Pilar com seção frontal de 9,5 cm.



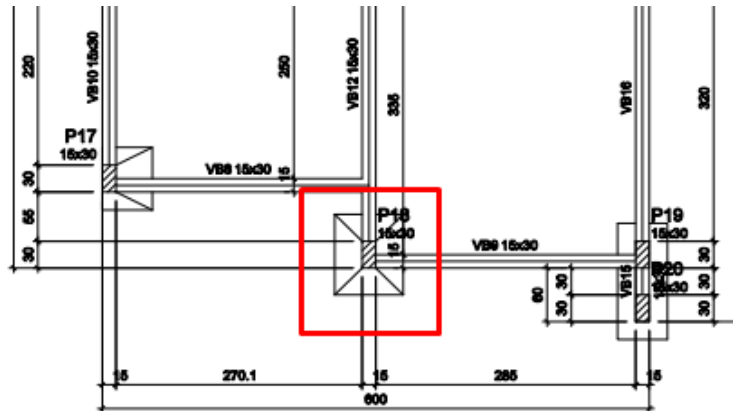
Fonte: (Autor 2022).

Figura 7: Pilar com seção lateral de 16 cm.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 8 :Pilar em projeto.



Fonte: (Autor 2022).

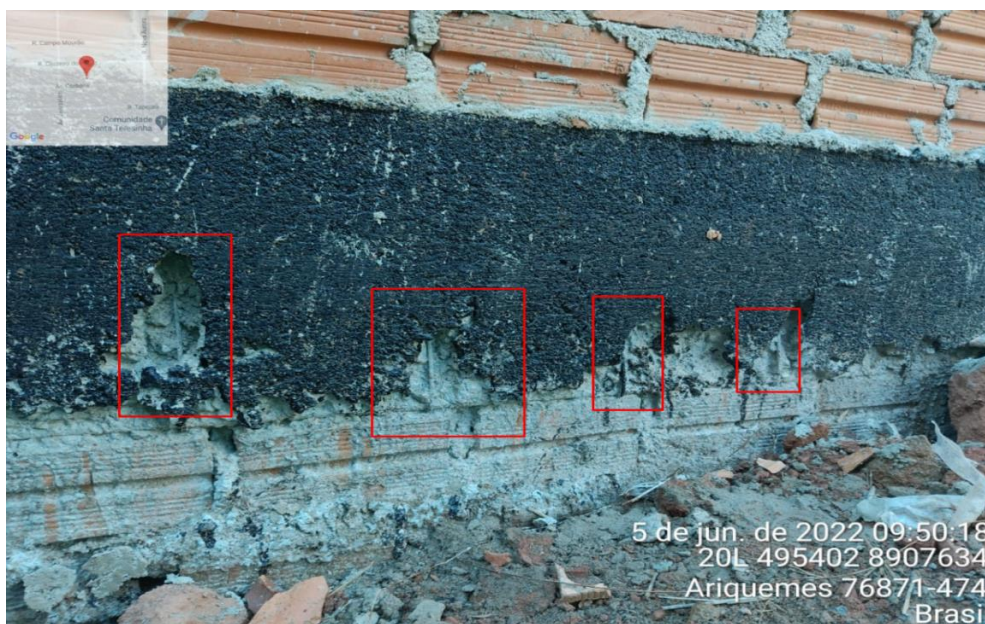
A edificação apresenta erros de lançamento e adensamento deixando assim um número considerável de vazios nos elementos estruturais, deixando expostas as armaduras por inexistência de espaçadores (figura 09 e 10), e não atendendo o NBR 6118. (Ver seção 2.2.2).

Figura 9: Pilar com armadura exposta.



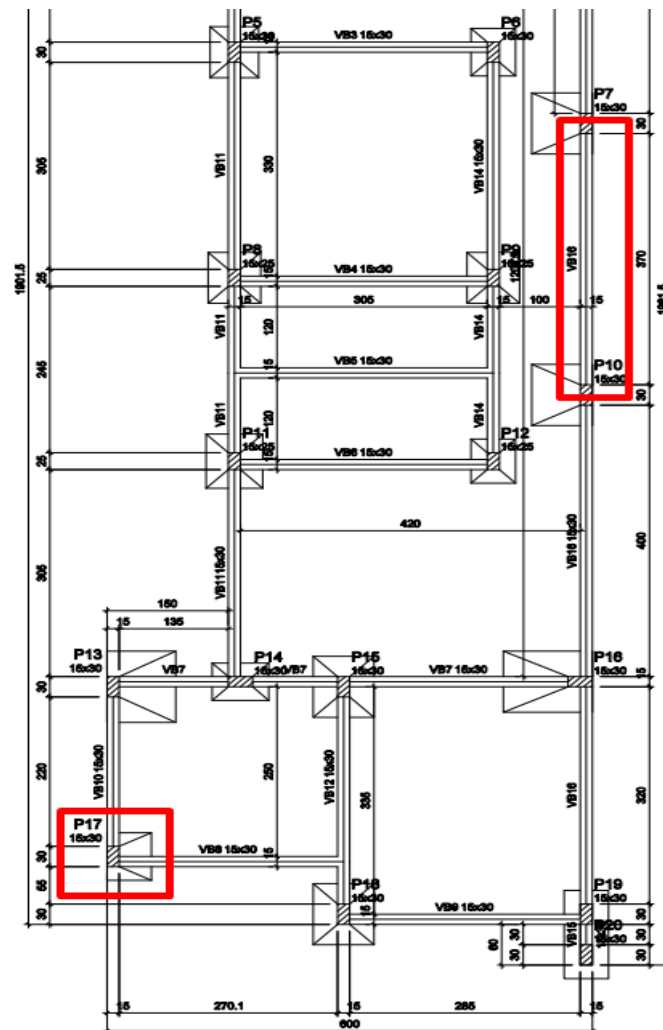
Fonte: (Autor 2022).

Figura 10: Viga Baldrame com armaduras expostas.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 11: Localização de pilar e Viga em projeto.



Fonte: (Autor 2022).

As sapatas foram construídas utilizando tijolos cerâmicos de 6 furos como formas. Com base em pesquisas realizadas NBR 6122 não há nada que proíba tal método, porém o tijolo não deverá ser considerado como parte da sapata, já que a norma também destaca no item 7.7.2 que sapatas isoladas e/ou blocos não devem ter dimensões inferiores a 60cm (Item 2.2.5). Durante o levantamento pode ser identificado sapatas com dimensões inferiores S7, S9 e S10 ver figuras 12,13 e 14, os mesmos parecem mais com um bloco de concreto armado que sapata, pois não é pilar de arranque, na figura 15 mostra a locação das mesmas. Fazendo uma análise detalhada do projeto estrutural e comparando com o executado em obra, os detalhes dizem que deveria ser executado sapatas a 130 cm de profundidade fazendo se necessário o uso do pilar arranque figura 16.

Figura 12: Sapata S7 com dimensão de 40x40.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 13: Sapata S9 com dimensão de 45x47cm.



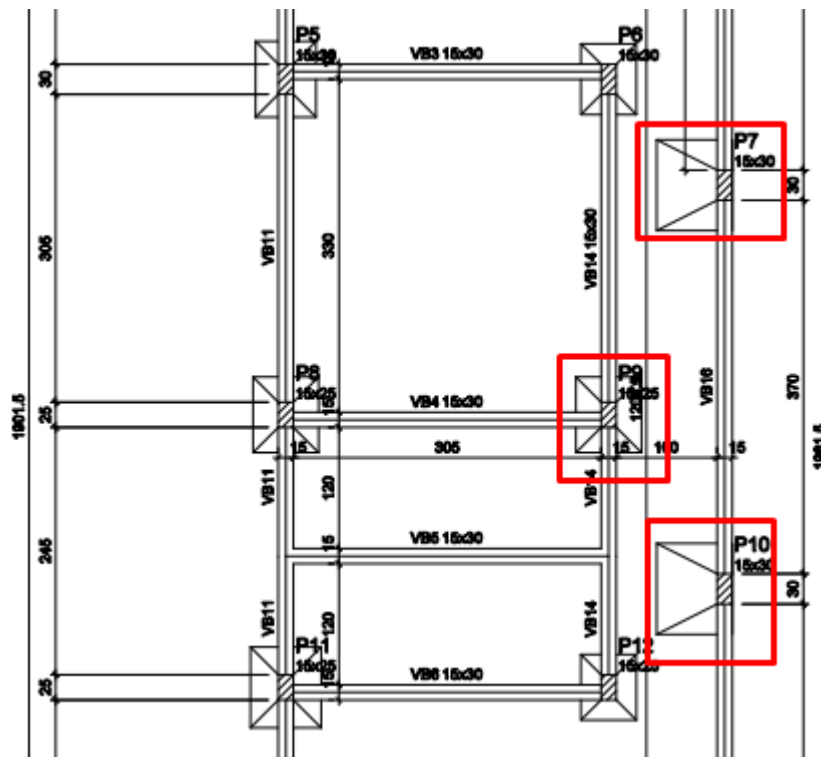
Fonte: (Autor 2022).

Figura 14: Sapata S10 com dimensão de 30x36cm.



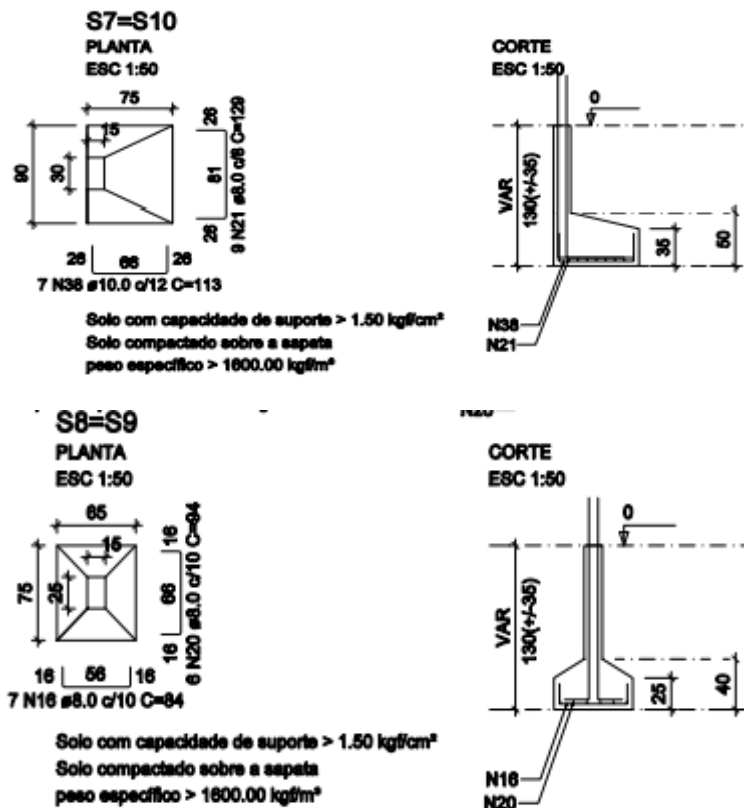
Fonte: (Autor 2022).

Figura 15: Sapata em planta baixa.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 16: Detalhe de sapatas em corte.



Fonte: (Autor 2022).

Dados da 2ª edificação: elementos no projeto e em obra, quantitativo e percentual dos mesmos já executados (Ver tabela 4).

Tabela 3: Relação de elementos em projeto e execução

Elementos estruturais da 2ª residência			
Pilares em projeto	Vigas em projeto	Pilares executados	Vigas executadas
20	51	20	16
100%	100%	100,00%	31,37%

Fonte: (Autor 2022).

4.3 TERCEIRA RESIDÊNCIA

Reafirmando o descrito na segunda residência, a terceira edificação analisada fica vizinha da segunda (ver item 3.1; 3). Diferente da outra edificação ela se encontra coberta, quase na fase de reboco, mas ainda não possui piso, nem instalações. Na presente edificação foram localizados pilares com dimensões 9,5x15 cm dando uma área de 142,5 cm², figura 17 e 18 de acordo norma (item 2.2.1) especifica que área mínima de um pilar não pode ser inferior 360cm². A locação do mesmo se encontra diferente do projeto, como pode se observar a figura 20, porém o erro está na concepção do projeto estrutural pois caso tivesse executado de acordo com o detalhe, acabaria diminuindo o vão da porta de entrada. A viga baldrame da garagem apresenta seções de 8,5x30cm, na figura 21 sendo que a norma permite no mínimo 10 cm (Item 2.2.2).

Figura 17: Pilar com seção frontal de 9,5 cm.



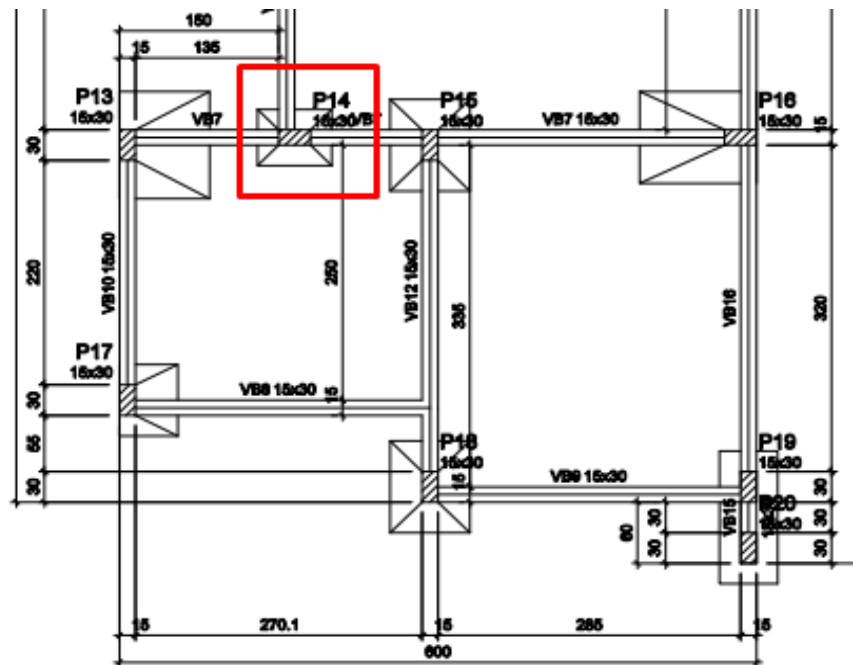
Fonte: (Autor 2022).

Figura 18: Pilar com seção lateral de 16 cm.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 19: Pilar em projeto.



Fonte: (Autor 2022).

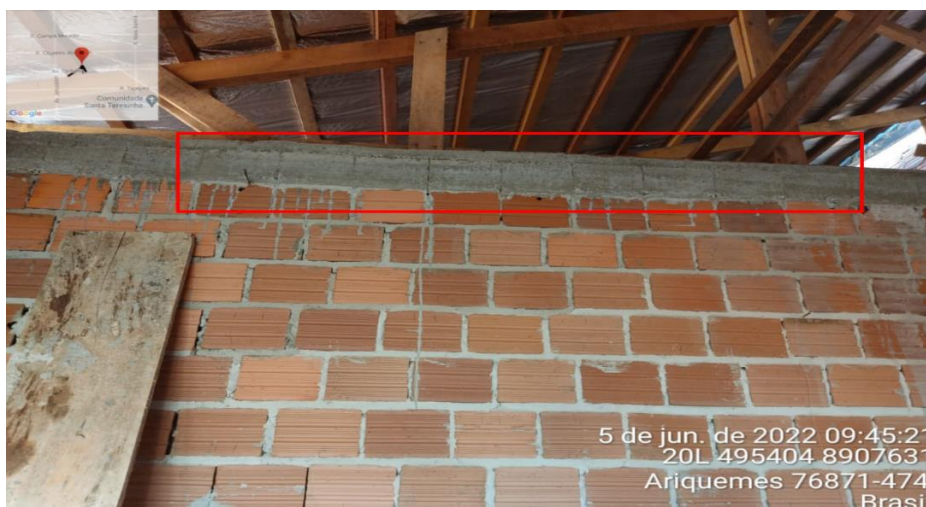
Figura 20: Viga baldrame da entrada garagem.



Fonte: (Autor 2022).

O imóvel também apresenta algumas armaduras expostas, devido a não utilização de espaçadores para garantir uma boa cobertura dos elementos, com isso após a concretagem e cura do concreto ao remover as formas de madeira, chamada também de caixarias, as ferragens acabam ficando expostas (ver seção 2.2.2). Na figura 19 pode ser observado na viga respaldo onde as armaduras ficaram aparentes. A edificação apresenta vazios nos elementos estruturais, demonstrando o não cumprimento de todo processo descrito da NBR 14931. (Item 2.2.4).

Figura 21: Armadura exposta em viga respaldo.



Fonte: (Autor 2022).

Dados da 3º edificação: elementos no projeto e em obra, quantitativo e percentual dos mesmos já executados (Ver tabela 5).

Tabela 4: Relação de elementos em projeto e execução

Elementos estruturais da 3º residência			
Pilares em projeto	Vigas em projeto	Pilares executados	Vigas executadas
20	51	20	36
100%	100%	100%	70,59%

Fonte: (Autor 2022).

4.4 QUARTA RESIDÊNCIA

A quarta edificação visitada in loco está localizada na cidade de Ariquemes, jardim vitória, próximo ao Ciretran, (Item 3.1;4). Na residência foi realizado os mesmos estudos da estrutura conforme as outras obras visitadas, e todos os apontamentos estão sendo realizados com base nas normas técnicas brasileiras.

Na residência pôde se observar a falha no projeto e execução inadequada, com elementos que não atendem as seções mínimas de projetos e normas. O projeto está locado de uma forma e a obra se encontra espelhada do mesmo, ou seja, invertido do que estava locado no projeto, dificultando a interpretação da execução e dos elementos construtivos. Isso acabou resultando na execução de um pilar que não existia em projeto figura 22 e 23. Foi encontrado vigas com 9 cm na sua menor face não estando dentro do descrito na NBR 6118 figura 24, ver item 2.2.2. Locação dos mesmos em projeto figura 25.

Figura 22: Pilar não existente em projeto seção frontal de 9 cm.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 23: Pilar com seção lateral de 14 cm.



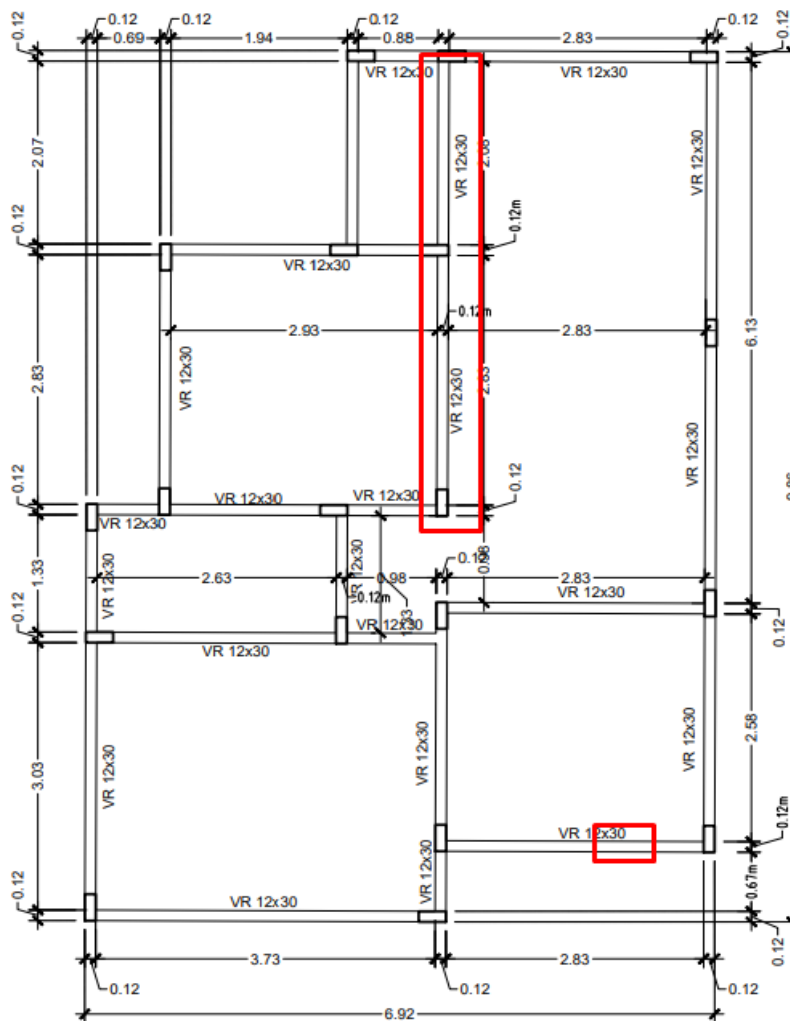
Fonte: (Autor 2022).

Figura 24: Viga respaldo com seção de 9 cm.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 25: Localização dos elementos em projeto.



Fonte: (Autor 2022).

Na mesma viga foi identificado a passagem de dois tubos de PVC de 32 mm, um ao lado do outro para a tubulação do ar condicionado figura 26. Segundo a NBR 6118 o furo vertical em uma viga não deve ser maior que 1/3 da largura da viga, caso haja dois furos na vertical eles devem ficar a um distanciamento de pelo menos 5 cm (Item 2.2.3).

Figura 26: Passagem de tubo de PVC em viga respaldo.



Fonte: (Autor 2022).

Dados da 4ª edificação: elementos no projeto e em obra, quantitativo e percentual dos mesmos já executados (Ver tabela 6).

Tabela 5: Relação de elementos em projeto e execução

Elementos estruturais da 4ª residência			
Pilares em projeto	Vigas em projeto	Pilares executados	Vigas executadas
19	34	20	34
100%	100%	105,26%	100,00%

Fonte: (Autor 2022).

4.5 QUINTA RESIDÊNCIA

A quinta edificação em que foi realizado o estudo, é uma residência localizada na cidade de Ariquemes, bairro união 3, (Item 3.1,5). A edificação está em fase de construção das paredes, tendo sido concretado a parte de vigas baldrame e os pilares. Ao realizar a análise da mesma, foi constatado que os pilares não estão dentro das normas e do especificado em projeto figura 27 e 28. O pilar localizado logo na entrada da edificação descreve uma dimensão de 9,5 x 21 cm, chegando a uma área de 199,5cm² Item 2.2.1.

Em projeto foi notado que as formas de viga baldrame possui pilares de 15 x 30 cm, porém na forma de viga respaldo os mesmos possuem seção de 12 x 30 cm figura 29 e 30, dessa forma este erro é um dos responsáveis pelas seções irregulares dos pilares, onde os mesmos não atendem a área mínima de 360 cm². Com base nas normas para a realização dos apontamentos (Item 2.2.4). foi identificado na figura 31 e 32 que não houve um lançamento adequado e nem muito menos a vibração do concreto, deixando os elementos com muitos vazios e ferragens expostas.

Figura 27: Pilar com seção frontal de 9,5 cm.



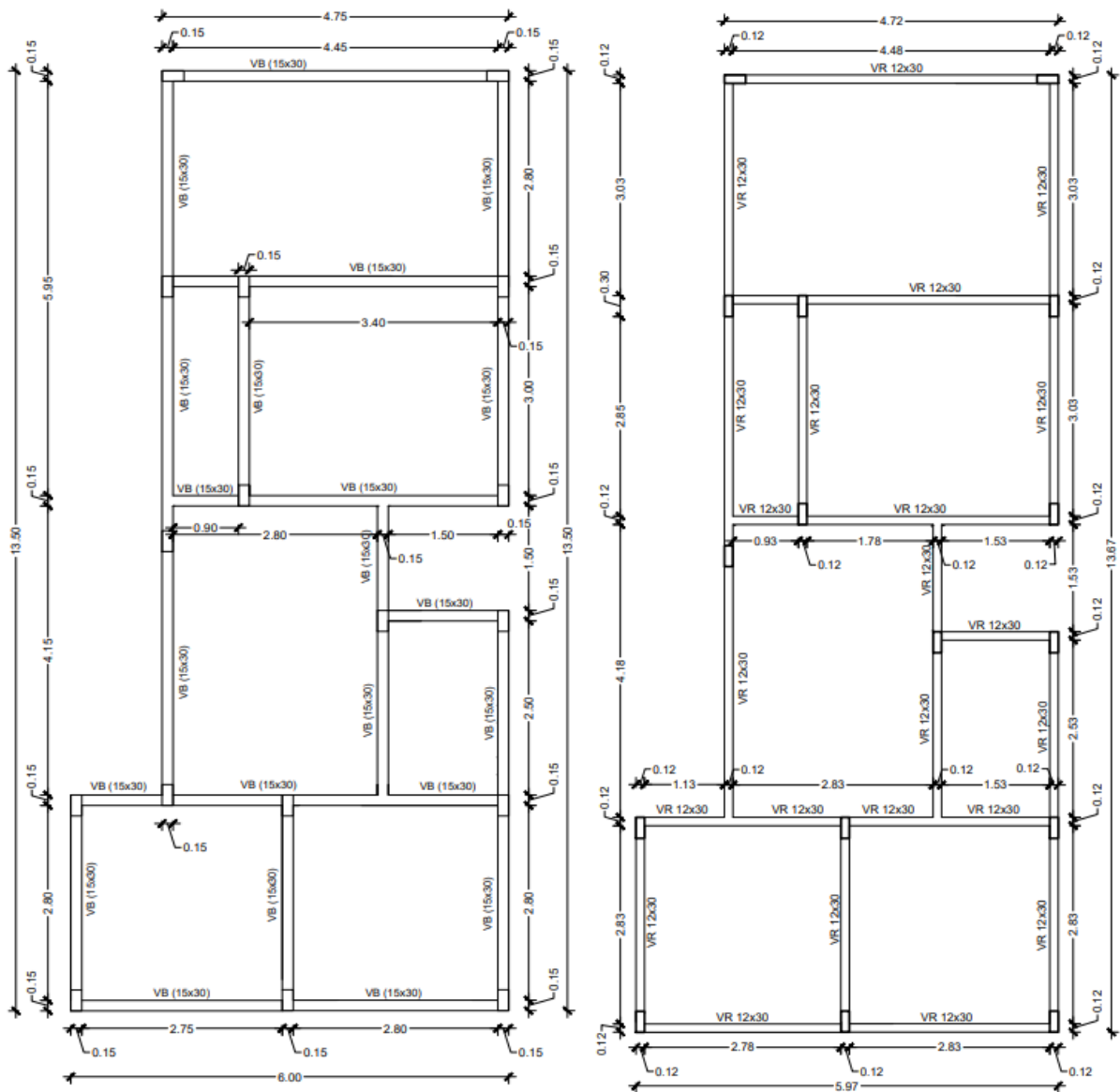
Fonte: (Autor 2022).

Figura 28: Pilar com seção lateral de 21 cm.



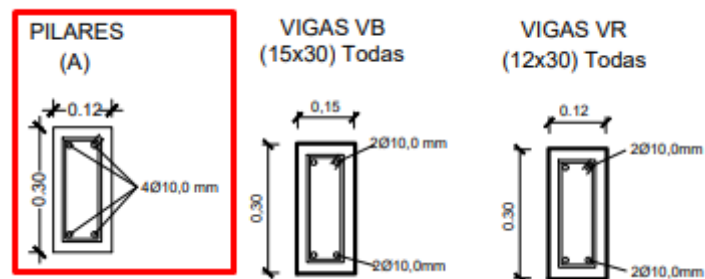
Fonte: (Autor 2022).

Figura 29: Formas de viga baldrame e respaldo.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 30: Detalhe dos elementos em projeto.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 31: Pilar com vazios.



Fonte: (Autor 2022).

Figura 32: Pilar armadura exposta.



Fonte: (Autor 2022).

Dados da 5° edificação: elementos no projeto e em obra, quantitativo e percentual dos mesmos já executados (Ver tabela 7).

Tabela 6: Relação de elementos em projeto e execução

Elementos estruturais da 5° residência			
Pilares em projeto	Vigas em projeto	Pilares executados	Vigas executadas
16	42	16	12
100%	100%	100,00%	28,57%

Fonte: (Autor 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos realizados, pode ser perceber a importância de um projeto estrutural ser desenvolvido de acordo com as normas, exigindo muita atenção afim de minimizar erros na hora da execução. A mão de obra especializada também é essencial na construção civil, pois é importante que os pedreiros e/ou mestre de obras consigam ler um projeto, e fazer a execução de acordo com o tal.

Durante o estudo de caso realizado nas residências, foram analisadas toda a parte estrutural das mesmas a fim de identificar falhas e trazer possíveis soluções que se adaptem a região. Nas tabelas 3;4;5;6 e 7, citadas nas residências acima, mostra a quantidade de elementos estruturais que compõe o projeto de cada residência, a quantidade dos mesmos executados e o percentual.

Com este trabalho ficou claro as inúmeras negligências de todos os profissionais envolvidos, como foi identificado na quinta edificação figura 28, onde os detalhes coincidem com a NBR 6118:2014 (Item 2.2.1), sendo um dos causadores dos erros presentes na mesma. Porém quando se trata da parte de construção civil pode se dizer que é inevitável os erros no canteiro de obras, pois são vários fatores que influenciam no andamento do trabalho. Exemplo: a falta do responsável técnico presente na obra, cliente não pagar pela fiscalização, mão de obra precária sem os conhecimentos básicos necessários, e entre outros.

Tabela 7: Erros por residência.

RESIDÊNCIA ESTUDADAS	QUANTIDADES POR RESIDÊNCIA								
	PILARES COM SEÇÃO INFERIOR Á 360cm ²	VIGAS COM SEÇÃO INFERIOR Á 10cm	ERROS DE LOCAÇÃO	PILARES COM VAZIOS	VIGAS COM VAZIOS	ARMADURA EXPOSTA EM PILAR	ARMADURA EXPOSTA EM VIGA	ERROS DE FUNDAÇÃO	FURO VERTICAL NAS VIGAS
1º	0	0	2	0	0	0	0	0	4
2º	20	0	0	16	7	3	3	19	0
3º	20	6	1	18	10	5	2	0	0
4º	19	14	1	0	0	0	0	1	2
5º	16	0	1	10	0	5	0	0	0
SOMA	75	20	5	44	17	13	5	20	6
PERCENTUAL (%)	67,57	12,82	4,50	39,64	10,90	11,71	3,21	18,02	3,85

Fonte: (Autor 2022).

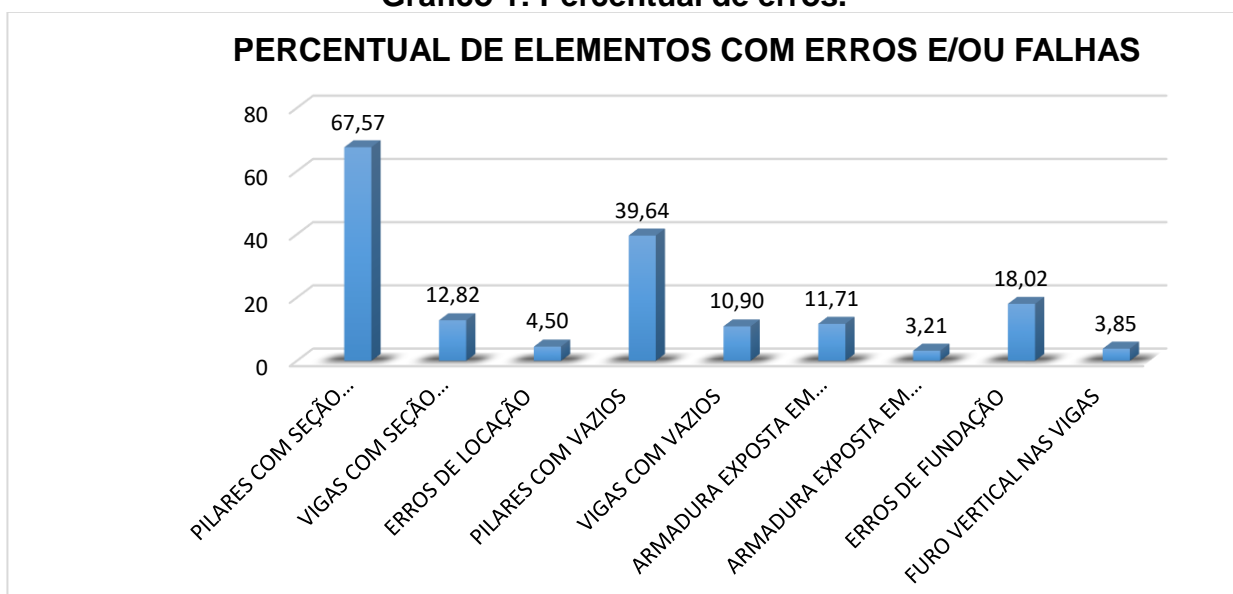
Os principais erros encontrados foram erros de pilares com seção inferior a área de 360 cm², vigas com seção inferior a 10 cm e grande índice de vazios nos elementos estruturais. Ambos podem em alguns casos podem levar a estrutura a

ruína devido a uma área muito baixa de concreto e de aço deixando a estrutura hipostática.

Outro erro que preocupa bastante e o de locação, pois na maioria das vezes o profissional (engenheiro e/ou responsável) não faz o acompanhamento e nem muito menos a conferência da locação das fundações que é uma das etapas mais importantes da obra, geralmente deixam a deriva para o mestre de obras e pedreiros. Como mostra a tabela 8 acima, tais erros foram encontrados em algumas residências, porém não a muito o que fazer visto que as paredes já estão a uma altura de aproximadamente 3 metros de altura, uma solução seria demolir e ajustar, toda via não vale a pena os gastos que chegaria a dobrar o valor do elemento. Esses erros acabam passando na maioria das vezes por serem considerados pequenos, porém não deixa de ser uma negligência.

Erros de furos verticais em vigas que excedem 1/3 da seção da mesma é um erro que não é tão comum quanto o de seções de pilares, porém foi encontrado na quarta residência, um furo que comprometia a taxa de cobertura da armadura, não tendo uma margem de 5cm de cobertura, onde pode causar flambagem nas vigas devido à baixa resistência que terá naquele determinado local, sem falar nas armaduras expostas que levam o aço a ficar em contato com a umidade, fazendo assim com que ele entre em processo de corrosão comprometendo a vida útil da edificação. O gráfico abaixo explica de maneira mais detalhada os erros mais comuns nas obras da região de acordo com os estudos.

Gráfico 1: Percentual de erros.



Fonte: (Autor 2022).

Com base nos resultados e com o objetivo de trazer soluções que minimizem esses tipos de erros e outros que podem surgir. Fica estritamente claro não só a importância de um bom projeto estrutural bem detalhado, mas também uma mão de obra especializada e acompanhamento do responsável técnico que faça presente no dia a dia da obra, principalmente na execução dos elementos estruturais.

6 REFERÊNCIAS

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02). ABNT 2014.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 14931: **Estabelece os requisitos gerais para a execução de estruturas de concreto**. Elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02). ABNT 2004.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Emenda 1 Elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02). ABNT 2019/2022.

Flaviana Silva Moraes Correia; José Mário Ferreira Júnior; Milena Caramori Borges de Souza Dias; Sandovânio Ferreira de Lima. **Análise dos principais problemas construtivos decorrentes de falhas de projeto** – estudo de caso em Maceió-al Ciências exatas e tecnológicas | Alagoas | v. 4 | n. 2 | p. 57-72 | novembro 2017.

Fernanda Fendt. Universidade do Sul de Santa Catarina, **O impacto econômico da etapa de concepção estrutural em projetos estruturais**, Palhoça 2019.

GARRISON, P. **Fundamentos de estruturas**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 414 p.

Gerson Moacyr Sisniegas Alva. **Concepção estrutural de edifícios em concreto Armado**. Universidade Federal de Santa Maria, maio de 2007.

José Milton de Araújo, **Projeto estrutural de edifícios de concreto armado**. Publicação editora DUNAS, Rua Tiradentes N° 105 – Cidade Nova-RS, Junho de 2021.

Joyce Silva Rosa; Stéfanny Balbino Silva Rosa. **Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado** – estudo de caso no município de URUAÇU-GOIÁS; publicação N° 11, GOIANÉSIA / GO 2020.

Lindcyney Palmeira Bezerra. **O impacto do projeto estrutural na execução de uma obra**. Centro Universitário do Norte, UNINORTE Curso de Engenharia Civil, (s/d).

Lorran Nunes Gomes; Diego Henrique de Almeida. **Impacto da ausência de compatibilização de projetos na execução de uma obra residencial**. The Journal of Engineering and Exact Sciences – jCEC, Vol. 07 N. 01 (2021).

Lucas Gustavo Freiberger. Universidade regional do noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Cobrimento de armaduras em estruturas de concreto

armado: análise comparativa entre os valores especificados em projeto e os executados em obras no município de Santa Rosa, 2015.

Manenti, Eloisa Marcon, **Diretrizes para a elaboração do Plano de Execução BIM para contratos de projetos de edificações** / Eloisa Marcon Manenti; orientadora, Fernanda Fernandes Marchiori , 2018.

Marcos Robiati Barboza. **Concepção e análise de estruturas de edifícios em concreto armado**. Relatório Final de Iniciação Científica – FAPESP, Bauru/SP Agosto/2008.

OSCAR, Luiz Henrique Costa. **O impacto do projeto na execução da obra**. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em:
<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018064.pdf>> Acesso em: 11 jun. 2017.

7 ANEXO

ANEXO A – Relatório de verificação de plágio.



DISCENTE: Lucas Aparecido Francisco da Silveira


CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 04.11.2022

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **2,87%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **2,87%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **84,9%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5
sexta-feira, 4 de novembro de 2022 21:09

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **LUCAS APARECIDO FRANCISCO DA SILVEIRA**, n. de matrícula **31318**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 2,87%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Assinado digitalmente por: Herta Maria
de Açucena do Nascimento Soeiro
Razão: Faculdade de Educação e Meio
Ambiente - FAEMA