



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

FELIPE SANTOS DE CARVALHO

**REFORÇO ESTRUTURAL DE PILARES: ANÁLISE DOS MÉTODOS E
APLICAÇÃO EM ESTUDO DE CASO**

Macapá

2023

FELIPE SANTOS DE CARVALHO

**REFORÇO ESTRUTURAL DE PILARES: ANALISE E DESENVOLVIMENTO
EM SITUAÇÃO DE ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Bacharel em
Engenharia Civil, pela Universidade
Federal do Amapá.

Orientador: Prof. Me. Jair José S. Gomes

Macapá

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

C331 Carvalho, Felipe Santos de.
Reforço estrutural de pilares: análise e desenvolvimento em situação de estudo de caso /
Felipe Santos de Carvalho. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 104 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá,
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Macapá, 2023.
Orientador: Jair José Santos Gomes.

Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Reforço estrutural. 2. Pilares. 3. Técnicas de reforço estrutural. I. Gomes, Jair José Santos, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 624

**REFORÇO ESTRUTURAL DE PILARES: ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO
EM SITUAÇÃO DE ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção de grau de Bacharel em
Engenharia Civil, pela Universidade
Federal do Amapá.

Orientador: Prof. Me. Jair José S. Gomes

Aprovado em ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Jair José S. Gomes – Orientador

Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

Prof. Me. Adenilson Costa de Oliveira

Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

Prof. Me. José Vitor Borges de Assis

Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

AGRADECIMENTOS

Com imensa gratidão, gostaria de expressar meu agradecimento a várias pessoas e instituições que foram fundamentais para a realização do meu TCC.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais, Antônio Claudio Almeida de Carvalho e Silvia de Lima Santos, que foram meus maiores incentivadores e apoiadores ao longo de toda a minha vida. Obrigado por acreditarem em mim, por me amarem incondicionalmente e por me derem tudo o que precisava para realizar meus sonhos. Não há palavras para expressar a minha gratidão e amor por vocês.

Agradeço ao meu professor orientador, Jair José dos Santos Gomes, que me guiou e apoiou desde o início da minha jornada, compartilhando sua expertise e dedicando seu tempo precioso para me ajudar a alcançar meus objetivos. Obrigado por acreditar em mim e por ser uma fonte constante de inspiração e motivação.

Também gostaria de agradecer ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) por sua excelência acadêmica e por proporcionar uma formação sólida e completa em todas as áreas da engenharia. Agradeço, em especial, aos meus colegas de turma, que foram parceiros de jornada e me deram apoio em todos os momentos.

RESUMO

Uma vez que o setor da construção civil represente um marco social e econômico, tanto brasileiro como mundial, que busca atender as demandas comunitárias, sejam elas de caráter habitacional, industrial, ou de infraestrutura, sua constante ascensão exigiu o aumento dos padrões técnicos empregados, ou seja, o desenvolvimento ininterrupto dos processos de aperfeiçoamento e elaboração de materiais, equipamentos e técnicas construtivas.

Entre estes critérios, tem-se a adoção de materiais com maiores resistências mecânicas e durabilidades que proporcionem melhores acabamentos superficiais, como no caso do concreto armado que substituiu a antiga utilização de pedras.

Apesar de ser um material de melhor utilização no canteiro de obra, o concreto armado, assim como os demais materiais da construção civil, possui limitações de durabilidade e desempenho que ocasionam o surgimento de patologias estruturais ao longo do tempo. Desta forma, depreende-se que toda e qualquer edificação, por mais satisfatoriamente projetada e executada, apresentará ao decorrer dos anos alguma manifestação de deterioração estrutural e conseqüentemente alguma patologia de caráter estrutural.

Diante desta situação, surge a área de atuação e desenvolvimento técnico na engenharia civil denominado de reforço estrutural que visa identificar o comportamento analítico e os problemas estruturais de maneira científica e técnica. Esta nova área busca compreender as origens, manifestação, mecanismos e sistemas de degradação estrutural.

Desse modo, o presente trabalho busca apresentar, de forma sucinta, as causas e técnicas construtivas de reforço estrutural aplicadas na situação de um estudo de caso de pilares, bem como as etapas de análise, desenvolvimento e elaboração dos projetos de reforço estrutural.

Palavras-Chave: reforço estrutural, pilares, técnicas de reforço estrutural, encamisamento retangular.

ABSTRACT

Since the civil construction sector represents a social and economic milestone, both in Brazil and worldwide, which seeks to meet community demands, whether housing, industrial, infrastructure, etc., its constant rise has required an increase in the technical standards employed, that is, the uninterrupted development of the processes of improvement and elaboration of materials, equipment and constructive techniques.

Among these criteria is the adoption of inputs with greater mechanical resistance, durability and better surface finishes, as in the case of reinforced concrete that replaced the former use of stones (BAUER, 1999).

Despite being a material that is best used on the construction site, reinforced concrete, as well as other civil construction materials, has limitations in terms of durability and performance that cause the appearance of structural pathologies over time. In this way, it appears that any and all buildings, however satisfactorily designed and executed, will present over the years some manifestation of structural deterioration and consequently some pathology of a structural nature.

Faced with this situation, a new sector of technical development in civil engineering called structural reinforcement appears, which seeks to discuss analytical behavior and structural problems in a scientific and technical way. This new topic seeks to understand the origins, manifestation, mechanisms and systems of structural degradation (SOUZA; RIPPER, 2009).

In this way, the present work seeks to present, in a succinct way, the causes and constructive techniques of structural reinforcement applied in a situation in a case study of reinforced concrete elements in centered compression (pillars), as well as the stages of analysis, development and elaboration of structural recovery projects.

Keywords: Reinforcement Structural, Columns, Structural Reinforcement Techniques, Rectangular Encasement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hipóteses Para Reconversão de Estruturas Com Baixo Desempenho	19
Figura 2 - Reforço Por Encamisamento Retangular/Quadrado	26
Figura 3 - Alternância de Reforço Estrutural	27
Figura 4 - Concreto Projetado a 45° com a Superfície De Base	28
Figura 5 - Concretagem pelo rasgo na laje	29
Figura 6 - Reforço Lateral de Concreto Armado.....	29
Figura 7 - Reforço por Cintamento de Concreto Armado	30
Figura 8 - Reforço por Adição de Perfil Metálico.....	31
Figura 9 - Reforço por Adição de Chapa de Aço.....	32
Figura 10 - Reforço com Compósitos de Fibras de Carbono	33
Figura 11 - Reforço por Substituição Total do Concreto	34
Figura 12 - Identificação da Área de Estudo	35
Figura 13 - Critério de atuação para análise de estrutura de concreto.....	36
Figura 14 - Edificação Paralisada.....	37
Figura 15 - Armadura Exposta	38
Figura 16 - Falta de Retilidade	39
Figura 17 - Aberturas	39
Figura 18 - Modelagem esquemática da edificação Paralisada	41
Figura 19 - Limitações do Programa Cypecad	43
Figura 20 - Isopletas da velocidade básica (m/s)	44
Figura 21 - Determinação do Desaprumo - P3 (15x30).....	48
Figura 22 - Imperfeições Geométricas Locais	49
Figura 23 - Flexão Composta Oblíqua	57
Figura 24 - Reforço Estrutural	61
Figura 25 - Ancoragem das Armadura	63

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01.....	48
Equação 02.....	48
Equação 03.....	49
Equação 04.....	49
Equação 05.....	49
Equação 06.....	49
Equação 07.....	49
Equação 08.....	49
Equação 09.....	50
Equação 10.....	50
Equação 11.....	57
Equação 12.....	57
Equação 13.....	57
Equação 14.....	57
Equação 15.....	57
Equação 16.....	58
Equação 17.....	58
Equação 18.....	58
Equação 19.....	58
Equação 20.....	58
Equação 21.....	58
Equação 22.....	58
Equação 23.....	58
Equação 24.....	58
Equação 25.....	58
Equação 26.....	58
Equação 27.....	58
Equação 28.....	58

Equação 29.....	58
Equação 30.....	59
Equação 31.....	59
Equação 32.....	59
Equação 33.....	59
Equação 34.....	59
Equação 35.....	59
Equação 36.....	59
Equação 37.....	59
Equação 38.....	59
Equação 39.....	59
Equação 40.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Causas e Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto.....	21
Tabela 2 - Correspondência entre a Classe de Agressividade Ambiental e o Cobrimento Nominal	43
Tabela 3 - Armadura Média dos Pilares	47
Tabela 4 – Pavimentos com APROV > 100% (Desaprovados).....	50
Tabela 5 - Área de aço de reforço (resumo)	55
Tabela 6 - Reforço Proposto (Resumo).....	56
Tabela 7 - Área de Aço de Reforço (Resumo)	60
Tabela 8 - Reforço Proposto (Resumo).....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frequência de Manifestação Patológica Global.....	40
Gráfico 2 - Percentual de Manifestação Patológica por Pavimento.....	40

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
A_s	Área da seção transversal da armadura longitudinal de tração
A_c	Área da seção transversal de concreto
d'	Paralela à excentricidade (e), entre a face da seção e o centro da barra do canto.
DISP	Disposição das armaduras
e_1	Excentricidade de 1ª ordem
e_a	Excentricidade adicional/acidental
ELS	Estado limite de serviço
ELU	Estado limite último
FC	Fator de Cumprimento (%)
f_{cd}	Resistência de cálculo à compressão do concreto
f_y	Resistência de cálculo ao escoamento do aço de armadura passiva
h	Dimensão do pilar na direção considerada
M_a	Momento decorrente do desaprumo
M_{1d}	Momento fletor de 1ª ordem de cálculo
$M_{1d,min}$	Momento fletor mínimo de cálculo
M_{2d}	Momento fletor de 2ª ordem de cálculo
$M_{d,tot}$	Momento total de cálculo
N.M	Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (%)
NBR	Norma Técnica brasileira
N_d	Força normal de cálculo
N_k	Somatório de todas as cargas verticais atuantes na estrutura

Q	Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (%)
v	força normal reduzida adimensional
w	Taxa de armadura
θ_1	Desaprumo de um elemento vertical contínuo
λ_1	Valor-limite para índice de esbeltez
μ	Momento fletor reduzido adimensional
λ	Índice de esbeltez
γ_f	Coefficiente de ponderação das ações no ELU
γ_n	Coefficiente de majoração da força normal

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	17
3. JUSTIFICATIVA.....	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1 REFORÇO ESTRUTURAL - GENERALIDADE	18
4.2 PATOLOGIAS	20
4.3 NORMAS TÉCNICAS.....	21
4.4 INTERVENÇÕES NA SUPERFÍCIE DE CONCRETO.....	22
4.5 MÉTODOS DE REFORÇO ESTRUTURAL.....	24
4.5.1 Reforço Estrutural Com Concreto Armado	25
4.5.2 Reforço com Elementos Metálicos	30
4.5.3 Reforço com Compósitos de Fibras de Carbono.....	33
4.5.4 Substituição Total do Concreto	33
5. METODOLOGIA.....	34
6. ESTUDO DE CASO.....	34
6.1 ÁREA DO ESTUDO DE CASO	34
6.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS.....	36
6.3 PATOLOGIAS DOS PILARES	37
7. MODELAGEM DA EDIFICAÇÃO.....	41
7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAS	41
7.2 GEOMETRIA.....	41
7.3 AGRESSIVIDADE DO MEIO.....	42
7.4 COBRIMENTO DAS ARMADURAS	42
7.5 CLASSE DO CONCRETO	43

7.6 VENTO	43
7.7 CARGAS SOLICITADAS.....	44
7.7.1 Cargas de Utilização	44
7.7.2 Cargas Permanentes.....	45
7.8 ARMAÇÃO DOS PILARES	46
8. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	47
8.1 DESAPRUMO	47
8.2 RESISTÊNCIA DOS PILARES.....	50
8.3 CONCLUSÃO DA ANÁLISE.....	51
9. REFORÇO ESTRUTURAL	51
9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	51
9.2 TRATAMENTO DA CORROSÃO	52
9.3 REFORÇO ESTRUTURAL COM ENCAMISAMENTO RETANGULAR	54
9.3.1 Pilares Sem Desaprumo.....	55
9.3.2 Pilares com Desaprumo	56
9.4 PROCESSOS DE EXECUÇÃO.....	62
10. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÊNDICE	74

1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a civilização humana encontra-se atenta com a construção de estruturas que atendem às suas necessidades, sejam elas de caráter habitacional (casas e edificações), laborais (indústrias, silos) ou de caráter de infraestruturas (pontes, barragens, aquedutos, etc.) (SOUZA; RIPPER, 2009). Desse modo, o setor da engenharia civil encontra-se em constante estado de evolução e refinamento, seja ao decorrer da criação de novos materiais e equipamentos ou na criação e/ou aperfeiçoamento de novas técnicas construtivas.

Tratando-se de um setor econômico em ascensão, a construção civil, ao passo do seu desenvolvimento, exigiu o aumento dos padrões dos materiais adotados e, conseqüentemente, insumos com maior resistência, maior durabilidade e de melhor acabamento superficial, como no concreto armado que substituiu a antiga utilização de pedras (BAUER, 1999).

Apesar de ser um material de melhor utilização no canteiro de obra, o concreto armado, assim como os demais materiais da construção civil, possui limitações de durabilidade e desempenho que ocasionam o surgimento de patologias estruturais ao longo do tempo. Somado a isto, está o fato da necessidade da aceitação velada de maiores riscos em forma normativa e com limitado explicitas (SOUZA; RIPPER, 2009). Desta forma, depreende-se que toda e qualquer edificação, por mais satisfatoriamente projetada e executada, apresentará ao decorrer dos anos alguma manifestação de deterioração estrutural e conseqüentemente alguma patologia de caráter estrutural.

Segundo a NBR 6118:2014) a deterioração estrutural da edificação é caracterizada da seguinte maneira:

“São todos aqueles relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação” cuja origens podem ser o complexo conjunto do envelhecimento inato da estrutura, acidentes e/ou irresponsabilidade profissional dos encarregados do empreendimento.”

Visando corrigir esta verdade intrínseca a qualquer edificação, surge um novo campo de estudo da construção civil cujo objetivo é dissertar o comportamento analítico e os problemas estruturais de maneira científica e técnica. Este novo tópico busca compreender as origens, manifestação, mecanismos e sistemas de degradação estrutural (SOUZA; RIPPER, 2009).

Denominado de reforço estrutural, é o processo de retomada do desempenho característico do elemento (recuperação) ou da ampliação de sua capacidade de carga de sua performance (reforço) (PIANCASTELLI, 2005). As técnicas de reforço estrutural são utilizadas quando deseja-se realizar a regeneração das configurações originais, correção de falhas das etapas de projeto e/ou execução e de modificações da concepção estrutural em decorrência de alteração do projeto arquitetônico.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Este trabalho tem como objetivo:

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar as rotinas de análise e concepção de projetos de reforço estrutural para elementos de compressão centrada (pilar) com utilização de software comercial.

2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- a) Identificação de possíveis patologias, assim como falhas de caráter construtivas;
- b) Modelagem da edificação estudada com utilização do software comercial cypecad;

- c) Realização das análises técnicas da edificação do estudo de caso, referente à estabilidade global e localizadas;
- d) Elaboração de projetos de reforço estrutural;
- e) Descrição das atividades construtivas necessárias para a correta aplicação do reforço proposto, bem como as boas práticas do setor da engenharia civil.

3. JUSTIFICATIVA

Em virtude elevada pluralidade de técnicas de reforço estrutural ao qual os engenheiros responsáveis estão dispostos a empregar, este trabalho acadêmico tem por justificativa expô-las com descrição de suas aplicabilidade e desvantagens, assim como de descrever um roteiro de desenvolvimento de projetos de reforços estruturais para encaminhar futuros empreendimento análogos a este estudado para a melhor escolha construtiva.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 REFORÇO ESTRUTURAL - GENERALIDADE

A constante evolução do setor de engenharia civil, além de promover o avanço científico e tecnológico, desencadeou nos últimos 50 anos uma maior preocupação em relação à durabilidade dos materiais e elementos construtivos por parte dos profissionais da área (Nakamura, 2009). Em decorrência a este fato, as temáticas sobre capacidade resistente, desempenho em serviço, durabilidade e vida útil adquiriram elevada importância ao passar dos anos.

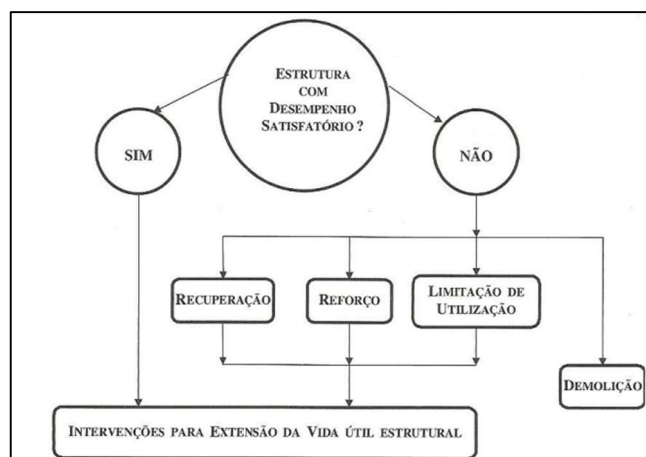
Enquanto a vida útil de um material é considerada como o período ao qual o material utilizado permanece com as propriedades acima do limite mínimo previsto em projeto, a norma a NBR 15575:2012 estabelece o critério de durabilidade como “a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas”. Para Souza e Ripper (2009), desempenho é definido como o comportamento de um material em serviço ao longo de sua vida útil.

A temática desenvolvida sobre a qualidade estrutural em estrutura de concreto armado, é de extrema importância para o desenvolvimento do setor de engenharia civil, de tal modo que a norma NBR 6118:2014 estabelece os requisitos mínimos, tanto para as etapas de elaboração de projeto, como para as etapas de execução do empreendimento. Segundo esta mesma norma, os padrões normativos são classificados em três categorias básicas:

- a) Capacidade resistente: Consiste na segurança à ruptura;
- b) Desempenho em serviço: Consiste na capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada;
- c) Durabilidade: Consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

Se por alguma eventualidade algum dos critérios de qualidade, anteriormente citados, não forem atendidos, faz-se indispensável a utilização de métodos de intervenção (recuperação e/ou reforço) na estrutura analisada. Para Souza e Ripper (2009), em critério de desempenho insatisfatório, os responsáveis pelo empreendimento devem-se utilizar de critérios técnicos para a adoção das melhores decisões de caráter econômico e socioambiental, como descrito no fluxograma (figura 1) abaixo.

Figura 1 - Hipóteses Para Reconversão de Estruturas Com Baixo Desempenho



Fonte: SOUZA; RIPPER, 2009

4.2 PATOLOGIAS

O termo patologia (páthos, doença, e lógos, estudo) tem por objetivo caracterizar o campo da engenharia civil destinada ao estudo das origens, formas de manifestação, e fatores da ocorrência de falhas e degradação das estruturas.

Salvo as exceções de situações de catástrofes naturais ou de exorbitância de solicitações imprevisíveis, as estruturas em concreto armado devem atingir um nível de qualidade almejado, de modo a efetivar a satisfação do cliente e estar conforme os parâmetros regulamentos (SOUZA; RIPPER, 2009). Uma vez que estes requisitos não são atendidos, há indícios da ocorrência de uma ou mais patologias e, conseqüentemente, indica possíveis falhas nas etapas da construção e/ou e no sistema de controle de qualidade.

Para Weimer, Thomas e Dresch (2018), o surgimento de patologias são desencadeados por agentes patológicos que deterioram o concreto armado, os quais seriam contornados, majoritariamente, pelas boas práticas da engenharia civil e da realização de manutenções programadas.

Entre as inúmeras ocorrências patologias, Cánovas (1984) cita as que possuem maior frequência de ocorrência em estruturas são:

- a) Corrosão do concreto pelas ações químicas das águas (que podem ser agrupadas em: carbonatação, ação dos sais de amônia sobre a cal hidratada, ação dos cloretos e sulfatos de magnésio sobre a cal hidratada, ação dos sulfatos sobre o aluminato tricálcico hidratado para formação de etringita);
- b) Corrosão das armaduras (apresenta os inconvenientes de produzir desagregações no concreto e diminuir a seção resistente das barras, podendo tratar-se de corrosão química ou eletroquímica);
- c) Falta de qualidade dos materiais empregados na execução;
- d) Defeitos de projeto (erros de concepção, avaliação inadequada das ações, métodos de cálculo inadequados, mau detalhamento, etc.);
- e) Defeitos de execução: cura deficiente, concreto deficiente, desaprumo, desalinhamento, velocidade alta de construção, montagem errada das armaduras, etc;

- f) Efeitos das condições climáticas, como, por exemplo, ação do frio e do calor;
- g) Ação do fogo, sismos e acidentes (choques).

Segundo Souza e Ripper (2009), as origens das patologias são oriundas das atividades inerentes à construção civil e dividida em três principais processos: concepção, execução e utilização.

Tabela 1 - Causas e Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto

Fontes de Pesquisa	Causas dos Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto			
	Concepção e projeto	Materiais	Execução	Utilização e outras
Edward Grunau	44%	18%	28%	10%
D.E.Allen (Canadá)	55%	⇐ 49% ⇒		
C.S.T.C. (Bélgica)	46%	15%	22%	17%
C.E.B. Boletim 157	50%	⇐ 40% ⇒		10%
FAAP – Verçoza (Brasil)	18%	6%	52%	24%
B.R.E.A.S. (Reino Unido)	58%	12%	35%	11%
Bureau Securitas	⇐ 88% ⇒			12%
E.N.R. (USA)	9%	6%	75%	10%
S.I.A. (Suíça)	46%		44%	10%
Dov Kaminetzky	51%	⇐ 40% ⇒		16%
Jean Blévoit (França)	35%		65%	
L.E.M.I.T. (Venezuela)	19%	5%	57%	

Fonte: SOUZA; RIPPER (2009)

Conforme demonstrado na tabela 1, as pesquisas que buscaram relacionar percentualmente as causas das patologias estruturas não encontram concordância entre seus resultados, entretanto desprende-se a conclusão da predominância das origens nas etapas de concepção estrutural e execução, respectivamente.

4.3 NORMAS TÉCNICAS

Durante a elaboração do projeto estrutural de uma nova edificação em concreto armado, protendido ou em estrutura metálica, o engenheiro responsável usufrui de múltiplas normas técnicas que embasem seu trabalho, entre elas podem se citar as normas técnicas NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento), NBR 15575:2012 (Edificações Habitacionais – Desempenho), NBR 6120:2019 (Ações para o cálculo de estruturas de edificações) e NBR 8800:2008 (Projeto de estruturas de aço e de

estruturas mistas de aço e concreto de edifícios). Entretanto, esta elevada gama de trabalhos técnicos não se apresenta para a temática de reforça estrutural.

Segundo Cánovas (1984), apesar da temática de terapia e recuperação de estruturas não possuir vasto acervo técnico, normas regulatórias e procedimentos claros de análise, existem pesquisas e modelos físicos e numéricos os quais podem ser amplamente empregados. Desse modo, a análise e elaboração de projetos de reforço em concreto armado irá seguir, principalmente, a NBR 6118:2014 e seus processos de investigação técnica para o estudo do comportamento das estruturas, além de seus critérios mínimo e máximos para o dimensionamento dos elementos.

4.4 INTERVENÇÕES NA SUPERFÍCIE DE CONCRETO

Uma vez determinada a necessidade de um projeto de reforço estrutural, é encargo do engenheiro projetista, além da elaboração de projeto de reforço e/ou de recuperação estrutural, a metodologia, especificações e trabalhos complementares indispensável do empreendimento.

Entre os trabalhos complementares, estão o preparo do substrato responsável por grande parte do êxito das técnicas de reforço, uma vez que, proporciona uma resistência adequada e solidez necessária para aplicação das mesmas. Além disso, as intervenções superficiais do concreto devem ser coerentes com o quadro patológico apresentado, a fim de facilitar o emprego dos materiais e não comprometendo a capacidade resistente do elemento reforçado.

Souza e Ripper (2009) aponta as seguintes técnicas de tratamento em componentes de concreto armado aparente:

a) Polimento

Utilizada para situações em que as faces do concreto se apresentam inaceitavelmente áspera para a realização dos serviços, esta técnica reduz a aspereza da superfície, retornando-a à sua textura original, lisa e/ou isenta de partículas soltas.

A utilização do polimento requer o manuseio de equipamentos apropriados (ex: lixadeiras portáteis e pedras de polir apropriadas), mão de obra

especializada e cuidado redobrado à proteção ambiental e dos operários do serviço.

b) Lavagem

O processo de lavagem é subdividido em três categorias conforme o material empregado, citados a seguir:

- Lavagem com soluções ácidas

Este método tem por objetivo a remoção de ferrugens, tintas, graxas, carbonatos, resíduos e manchas não removíveis completamente com a lavagem de jato d'água e quando pretende se tornar a superfície do concreto mais áspera.

A lavagem com soluções ácidas não deve ser adotado em situações de cobertura de armadura reduzida e/ou quando o local estiver próximo às juntas de dilatação.

- Lavagem com soluções alcalinas

Apresentando semelhante objetivo ao processo de lavagem com soluções ácidas, este método difere no material empregado e nos cuidados a serem adotados.

- Lavagem com jatos de água e de areia

Este processo tem por finalidade a remoção da camada deteriorada de concreto por meio da adoção alternada de jatos de areia e jatos de água fria potável. Sua adoção requer que a superfície de concreto esteja limpa, seca e isenta de matéria orgânica. Após o término do serviço, é necessário o uso de jatos de ar comprimido e jatos de água fria antes da realização dos processos de reforço estrutural.

c) Escovação manual

Técnica exclusiva para pequenas extensões superficiais de concreto e barras de aço com evidência de corrosão, consiste na escovação energética e repetitiva da área com utilização de cerdas de aço. Após a finalização do serviço, a superfície deve ser limpa por meio da aplicação de jatos de ar comprimido.

d) Apicoamento

Este método consiste na retirada da camada externa do concreto com o intuito de complementá-la com camada adicional de revestimento em concreto ou argamassa.

O processo de apicoamento pode ser realizado de forma manual com utilizando o ponteiro, talhadeira e/ou martelo leve (1kg), ou de forma mecanizada com manuseio de martelos pneumáticos de até 5 kg.

e) Saturação

Tratando-se de um processo predatório da superfície de concreto, a técnica de saturação visa melhor a aderência do elemento trabalhado aos concretos e argamassas que nele será aplicado.

Importe salientar que o tempo médio de saturação é de aproximadamente 12 horas e que o elemento a receber o material de reforço deve estar úmido sem possuir poças de água.

f) Corte do concreto

Segundo Souza e Ripper (2009), todo processo de retirada parcial de concreto, que não se enquadre em limpeza superficial ou demolição do elemento, é denominado de corte.

Esta técnica faz-se necessário quando há a necessidade de uma remoção profunda de concreto degradado de modo a retirar qualquer material nocivo às armaduras da edificação. Sua realização demanda do manuseio de um martelo demolidor (6 a 10 kg) com ponteiro terminado em ponta viva.

4.5 MÉTODOS DE REFORÇO ESTRUTURAL

Como descrito anteriormente, a função do reforço estrutural é: correção de falhas (projeto/execução), aumento da capacidade de carga da estrutura, regeneração das características originais do elemento (capacidade portante) e de modificações na concepção estrutural em decorrência de alterações arquitetônicas.

Apesar dos motivos que levam à necessidade de trabalhos de reforço estruturais, o responsável técnico, durante a elaboração do projeto, deve

considerar uma série de fatores determinantes da edificação, entre elas estão: mão de obra e material disponíveis, defeitos e patologias, novas exigências e histórico da estrutura analisada.

Para ocorrer o processo de restauração estrutural, o engenheiro responsável usufrui de inúmeras técnicas de reforço, os quais, inúmeras delas já estão consagradas no setor de construção civil e outros novos métodos estão sob observação e/ou em desenvolvimento (PIANCASTELLI, 2005).

Visando apresentar os métodos de maior frequência no setor da construção civil, este trabalho acadêmico apresentará os seguintes modelos de reforço estrutural:

- Reforço com concreto armado;
- Reforço com elementos metálicos;
- Reforço com compósitos de fibras de carbono;
- Reforço por substituição total do concreto.

4.5.1 Reforço Estrutural Com Concreto Armado

Caracterizado como um dos materiais mais utilizados no processo de reforço estrutural, o concreto apresenta-se como um elemento versátil e de elevada adaptabilidade às situações de execução. Entretanto, há a preocupação no que diz respeito ao comportamento monolítico do elemento reforçado – almejado para a qualidade solicitada do serviço - sobre a aderência entre o concreto novo (reforço) e o concreto antigo (reforçado) e à produção de constituintes com dimensões superiores às iniciais desenvolvidos em projeto (interferência arquitetônica).

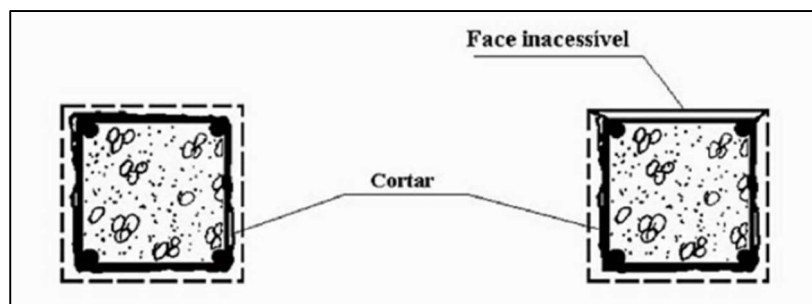
Entre as técnicas disponíveis de reforço estrutural com concreto armado, estão as:

- Encamisamento retangular/ quadrado;
- Reforço lateral;
- Encamisamento por cintamento de concreto.

a) Encamisamento retangular/ quadrado

O método de reforço por encamisamento retangular de concreto armado é aquele no qual ocorre o aumento da seção transversal com utilização de concreto de resistência adequada, armaduras longitudinais e armaduras transversais (figura 2). Seu fundamento teórico consiste na criação de áreas adicionais (aumento de seção) e, conseqüentemente, diminuindo a tensão solicitada no elemento analisado.

Figura 2 - Reforço Por Encamisamento Retangular/Quadrado

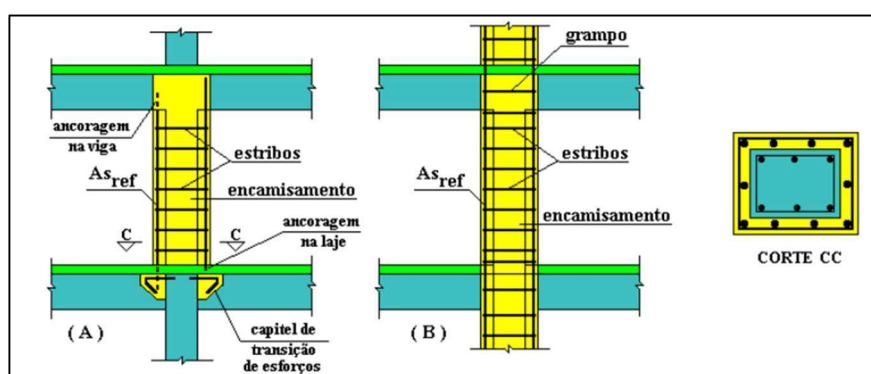


Fonte: SOUZA; RIPPER (2009)

Segundo Reis (2001), um reforço realizado pelo método de encamisamento tem uma grande vantagem por se tratar de um sistema econômico e de fácil execução, porém, tem a grande desvantagem por alterar o sistema arquitetônico da edificação e a interferência no tempo em que a estrutura precisa ficar fora de funcionalidade. Além disso, o aumento de seção do elemento pode possibilitar o acréscimo da de sua rigidez e desencadear uma redistribuição de esforços, fazendo-se necessário a avaliação global da estrutura PIANCASTELLI (2005).

O processo de reforço por encamisamento possui duas alternâncias que utiliza a quantidade de pavimentos da edificação como critério de escolha, conforme a figura 3.

Figura 3 - Alternância de Reforço Estrutural



Fonte: PIANCASTELLI (2005)

Para a situação no caso (A), o reforço é realizado em um único pavimento, em que, a transferência de esforços se dá através das vigas e da aderência entre o pilar original e o de reforço. A nova armadura longitudinal do pilar é ancorada nas vigas e na laje inferior por colagem com resina, e estendida até a face inferior da laje superior, podendo ser executado capitel no pilar do pavimento subjacente abaixo para uma melhor transferência dos esforços. No caso (B), o reforço é contínuo, ou seja, atingindo mais de um pavimento de forma ininterrupta. Nesta situação, é de extrema importância a continuidade da armadura longitudinal, sendo o único impedimento atravessar o concreto das lajes (PIANCASTELLI, 2005).

Em relação à prática de elaboração de projeto, Cánovas (1984) recomenda a desconsideração da contribuição da seção de concreto existente (que funciona como um núcleo envolvido pela camisa de concreto) em virtude do aumento da segurança da edificação. Em contrapartida, esta decisão ocasiona um acréscimo da nova seção transversal do pilar, reduzindo as possibilidades de aplicação desta técnica (SUDANO, 2010). Visando contornar esta situação apresentada, Talkeuti (2003) afirma que a capacidade de resistência do núcleo confinado pode ser considerada com segurança durante a elaboração do projeto de reforço, desde que ocorra a disposição adequada de uma nova armadura transversal de modo a mobilizar pressões laterais de confinamento.

Além destas citadas, a escolha dos materiais do reforço estrutural e especificações técnicas dos detalhes construtivos devem ser considerada. Para

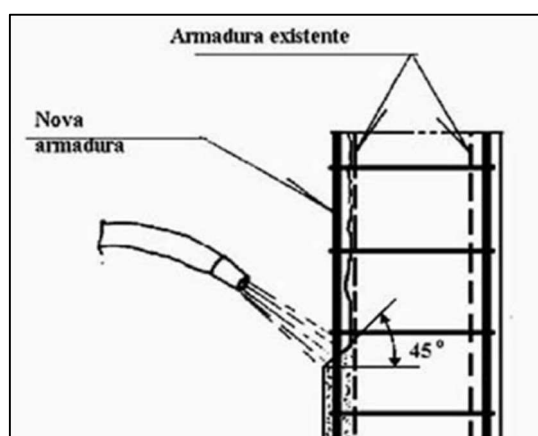
isso, Cánovas (1984) determina que a escolha dos materiais a serem adotados necessitam respeitar os seguintes critérios:

- Agregados inferiores a 20mm de diâmetro;
- Concreto com resistência à compressão maior ou igual à 20MPa;
- Concreto acrescido de 5MPa a mais que a resistência característica do concreto a ser reforçado.

Somada a isto, o dimensionamento da espessura do encamisamento de concreto deve ponderar os esforços aplicados na peça solicitada e o espaço essencial para o alojamento das armaduras. Para situações onde se há a necessidades de espessuras elevadas de modo a não prejudicar o novo projeto arquitetônico da edificação reforçada, existe a possibilidade de remover parte do cobrimento original e concedendo um novo espaço adicional com uma menor seção transversal.

Para a execução do encamisamento retangular, Souza e Ripper (2009) define regras em relação ao concreto adotado no canteiro de obra. Caso a escolha adotada seja o concreto projetado, deve se utilizar de guias laterais (conforme a figura 4) para impedir a perda excessiva do material.

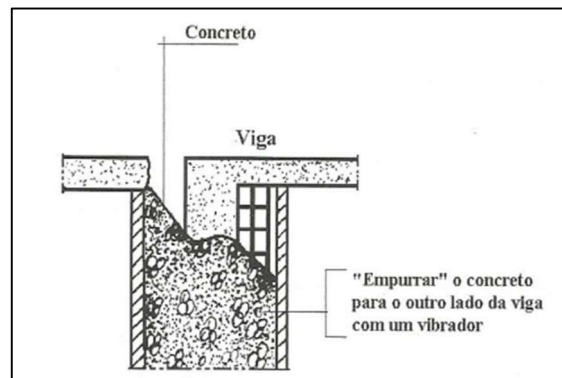
Figura 4 - Concreto Projetado a 45° com a Superfície De Base



Fonte: SOUZA; RIPPER (2009)

Caso a escolha for por concreto convencional, o processo de concretagem deve ser realizado em partes, com alternância a cada metro de altura, de baixo para cima, sendo o último nível concretado por entre aberturas feitas na laje do teto e/ou furas na laje (conforme a figura 5).

Figura 5 - Concretagem pelo rasgo na laje

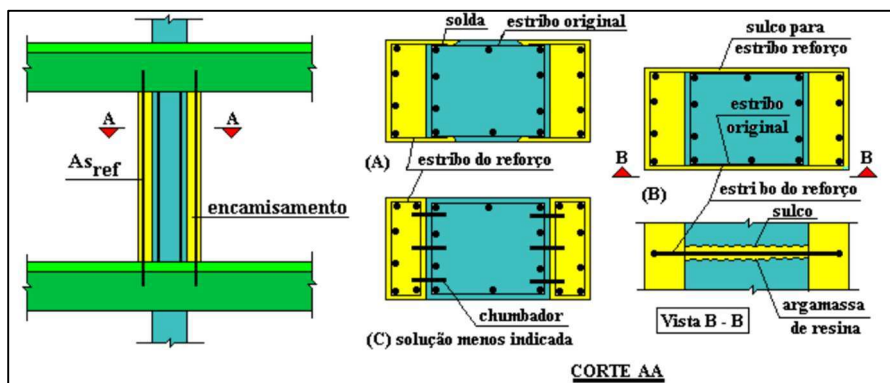


Fonte: SOUZA; RIPPER (2009)

b) Reforço Lateral

Caracterizado como o acréscimo parcial de concreto no elemento a ser reforçado, o método de reforço por reforço lateral (conforme a figura 6), possui menor frequência de utilização em comparação ao encamisamento total do elemento. É uma técnica adotada como alternativa construtiva que possui interferências arquitetônicas mitigadas na edificação.

Figura 6 - Reforço Lateral de Concreto Armado



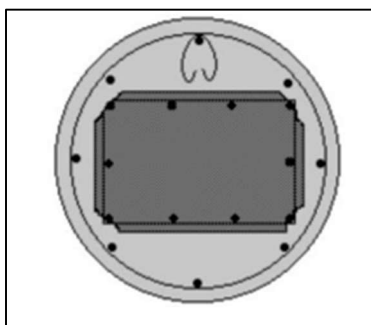
Fonte: PIANCASTELLI (2005)

De acordo com Piancastelli (2005), por se tratar de um método que não confere acréscimo de seção em todas as faces do elemento, o reforço lateral não desconsidera a resistência fornecida pelo componente original, ou seja, os esforços solicitantes da estrutura deverão ser resistidos pelo trabalho simultâneo do concreto antigo com o concreto reforçado (novo). Desse modo, é de extrema importância de adoção de mecanismo que promovam a aderência entre ambos os concretos.

c) Encamisamento por Cintamento de Concreto

O reforço por cintamento é uma das técnicas de reforço por encamisamento ao qual o elemento trabalhado é adotado por armadura transversal circular e preenchido de concreto, desse modo, possuindo uma geometria final na forma cilíndrica, conforme a figura 7. Para Takeiti (2003), as armaduras transversais podem ser no modelo de helicoidal continua ou com espaçamento constante.

Figura 7 - Reforço por Cintamento de Concreto Armado



Fonte: PIANCASTELLI (2005)

Este método, quando submetido aos esforços de compressão centrada, contém as deformações transversais do concreto. Além disso, há o aumento da resistência à compressão por fretagem do elemento reforçado (PIANCASTELLI, 2005).

4.5.2 Reforço com Elementos Metálicos

O processo de reforço de pilares com elementos metálicos é constantemente utilizado em decorrência de sua eficiência e rápida execução, além de ser recomendado para emergências ou casos que não permitem elevadas alterações arquitetônicas (SOUZA; RIPPER, 2009).

Apesar de vantajoso, a desvantagem desta técnica está presente na inconveniência de só entrar em carga quando o concreto atinge a ruptura (quando não há solidariedade entre os perfis de aço e o concreto) e da necessidade da perfeita e rígida união de todos os elementos de estrutura ao reforço de modo a garantir o trabalho monolítico entre os elementos (CÁNOVAS; 1984). Dessa forma, sua utilização dependerá de algum entrave que impossibilite a adoção do método de reforço com concreto, uma vez que, a

estrutura metálica demanda de muita atenção nos nós e de suas transmissões de esforços solicitantes entra a estrutura danificado e o reforço proposto de modo a garantir a sua eficácia e a garantia global da edificação (VALLE; 1983)

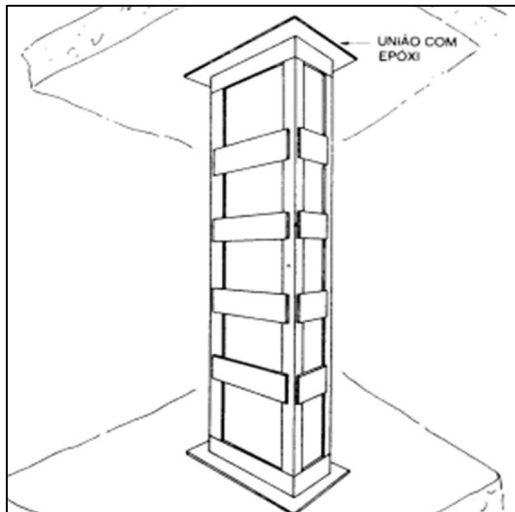
Podem-se citar como técnicas de reforço estrutural com elementos metálicos as:

- Reforço com perfis metálicos;
- Reforço com chapas de aço.

a) Reforço com Perfis Metálicos

Frequentemente utilizado em emergências, o método de reforço por adição de perfis metálicos consiste na fixação dos perfis, ao elemento a ser reforçado, mediante a fixadores e/ou chumbadores com buchas expansivas e posterior preenchimento com resina por injeção. Desse modo, é de extrema importância o preparo e tratamento do substrato para ocorrer a melhor aderência entre os componentes (REIS 2001).

Figura 8 - Reforço por Adição de Perfil Metálico



Fonte: CÂNOVAS (1984)

Segundo Reis (2001), algumas precauções devem ser tomadas quando utilizada estas técnicas de reforma, uma vez que, há a possibilidade introdução de efeitos de segunda ordem danosos em outros pontos da estrutura. Para a situação de pilares, indica-se que o reforço seja feito de forma contínua nos pavimentos adjacentes, evitando assim tensões de cisalhamento nas lajes.

Para Souza e Ripper (2009), a escolha dos perfis metálicos a serem adotados no projeto devem considerar as seguintes propriedades:

- Não exceder a espessura máxima de cola que é de 1,5 mm;
- Não ultrapassar a espessura de 3 mm das chapas, salvo quando utilizados dispositivos de ancoragem especiais (buchas metálicas expansivas, em particular);
- Não superar em 50% o incremento a ser obtido nos esforços resistentes, comparada à situação anterior ao reforço.

b) Reforço Com Chapas de Aço

Este método de reforço estrutural fundamenta-se na aplicação de chapas metálicas fixadas à estrutura de concreto armado via adesivo e uso de parafuso autofixastes (figura 9). Semelhante aos reforços por encamisamento de concreto armado, a chapa de aço tem por objetivo suportar as solicitações de flexão, torção e cortante do elemento analisado, além de, promover o confinamento do elemento original e restringir suas deformações laterais excessivas (SUDANO, 2010).

Figura 9 - Reforço por Adição de Chapa de Aço



Fonte: SOUZA; RIPPER (2009)

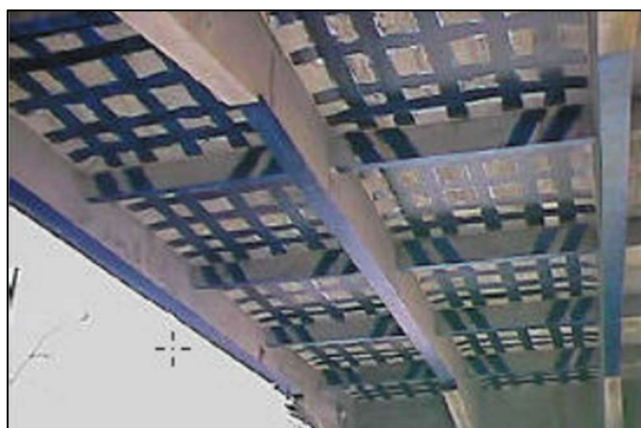
A vantagem da utilização das chapas metálicas encontra-se no seu baixo custo de utilização e na baixa alteração da seção transversal do pilar reforçado, ou seja, baixa interferência arquitetônica (REIS, 2001). Além disso, sua adoção mostra-se benéfico em situações onde a patologia está nas armaduras existentes e não na qualidade do concreto e/ou nas dimensões do elemento.

4.5.3 Reforço com Compósitos de Fibras de Carbono

Iniciada como alternativa ao aço, os compósitos de fibras de carbono (CFRP) é altamente empregada como alternativa de reforço de alto desempenho, em especial, nos setores de aeronáuticos, aeroespaciais, naval e automobilísticos. Este método é considerado apropriado em decorrência ao seu alto desempenho mecânico, facilidade de aplicação dos componentes, resistência e manutenção dos elementos reforçados (FERRARI, V. J, 2007).

No setor da construção civil, esta técnica é utilizada para a melhoria da performance e desempenho de pilares de pontes e viadutos, além de, proporcionar o aumento da capacidade resistente, flexão e ao esforço transversal em vigas e lajes (SOUZA; RIPPER, 2009).

Figura 10 - Reforço com Compósitos de Fibras de Carbono



Fonte: FERRARI, V. J. (2007)

4.5.4 Substituição Total do Concreto

Em situações em que o concreto estudado não atingiu patamar mínimo de resistência e segurança, é recomendado por parte dos projetistas estruturais a substituição total do concreto.

Esta técnica demanda de um sistema adequado de escoramento da edificação, demolição total ou parcialmente dos elementos por etapas, realizar o preenchimento (dos trechos ou de todo o pilar) com concreto de resistência compatível às especificações do projeto (HELENE, 2003).

Figura 11 - Reforço por Substituição Total do Concreto



Fonte: HELENE (1992)

5. METODOLOGIA

A metodologia abordada neste trabalho consiste na análise das peculiaridades e das patologias presentes na edificação estudada, seguido de sua modelagem no programa comercial cypecad e posterior investigação de sua estabilidade e comportamento mecânico local e global do empreendimento.

Após finalizada esta etapa, caso necessário, será conduzido a produção do projeto de reforço conforme a metodologia mais adequada, seguido de seu detalhamento construtivo e etapas executivas, além dos tratamentos das manifestações patológicas.

6. ESTUDO DE CASO

6.1 ÁREA DO ESTUDO DE CASO

Representando um segmento do programa de aceleração do crescimento (PAC), a construção do conjunto habitacional analisado neste trabalho iniciou-se no ano de 2007, porém teve seu contrato rescindido em 2014 em virtude de entraves financeiros. Apenas em 2018 o governo amapaense obteve a autorização para uma nova licitação com previsão inicial de entrega na data de dezembro de 2021.

Localizado no município de Macapá/AP, a construção do conjunto habitacional constitui a elaboração de 32 prédios multifamiliar que, entre eles, sete foram iniciadas em gestões passadas, porém não finalizadas nas etapas de execução das superestruturas.

Em decorrência da quebra contratual da empresa responsável e, conseqüentemente, do longo período de abandono do empreendimento, foi necessário a solicitação de um relatório de inspeção técnica referente a estabilidade e segurança das estruturas e, posteriormente, a elaboração de projetos de reforço estruturais.

Entre os sete prédios existentes, este trabalho abordará a análise e estudo da edificação de número 14. Trata-se de um residencial de quatro pavimentos, contendo quatro apartamentos por andar.

Figura 12 - Identificação da Área de Estudo



Fonte: Autor (2023)

A edificação possui um fechamento em alvenaria de tijolo cerâmico, concepção estrutural em concreto armado, lajes pré-moldadas com capa de concreto de 5 (cinco) cm, lajes convencionais com 13 cm de concreto e fundações elaboradas como sapatas isoladas.

No momento de paralisação da obra, a edificação possuía as seguintes características construtivas:

- Fundações: sapatas, arranques e vigas baldrame executadas;

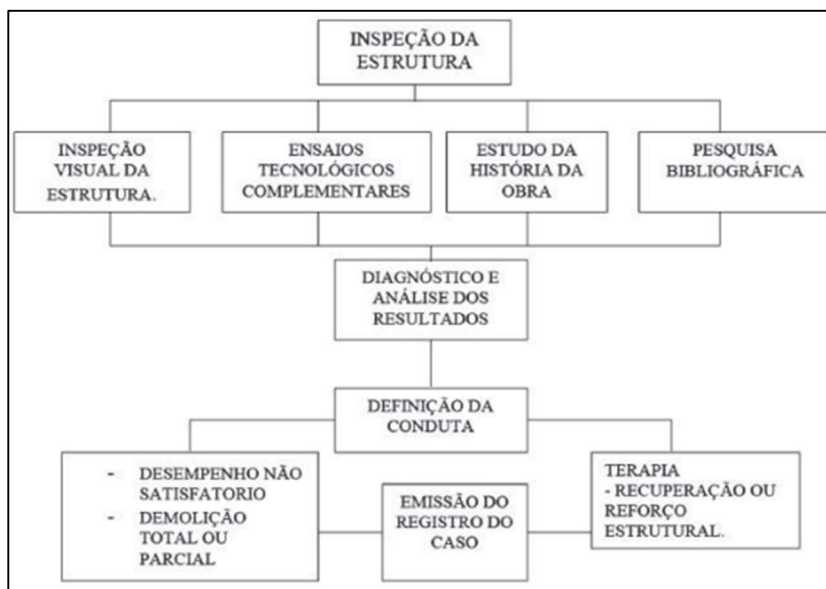
- Pavimento térreo: pilares, vigas, lajes e escadas executados;
- 1° pavimento: pilares, vigas, lajes e escadas executados;
- 2° pavimento: pilares executados;
- 3° pavimento: pavimento não iniciado.

6.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Para ocorrer o correto desenvolvimento da análise da edificação, faz-se necessário a inspeção de seus diversos aspectos construtivos, de modo a validar os parâmetros de segurança próximos à realidade apresentada e a conduzir os demais procedimentos de recuperação estrutural.

Segundo Helene, P; Tomazeli, A (2017), a análise técnica de inspeção em obras em situações de paralisação deve conter os critérios de vistoria, tipologias e frequências das anomalias e deterioração do concreto armado e os critérios para avaliação e validação da durabilidade e desempenho do concreto. Além disso, há a disposição do fluxograma das etapas indispensáveis para a elaboração do laudo técnico (conforme a figura abaixo).

Figura 13 - Critério de atuação para análise de estrutura de concreto



Fonte: Helene, P; Tomazeli, A (2017)

Em decorrência do longo período de paralisação do empreendimento, a empresa responsável pela retomada solicitou, em outubro de 2021, um novo laudo técnico referente a superestrutura em concreto armado.

Embora o relatório técnico desenvolvido à contratante apresente informações importantes, como a identificação dos problemas, testes de resistência, análises técnicas e conclusões sobre a estabilidade da edificação, ele ainda tem limitações. Por exemplo, não há informações técnicas suficientes sobre os problemas identificados, e os testes que foram feitos são poucos e de baixa variabilidade. Dessa forma, a única contribuição real desse relatório para este trabalho é a identificação superficial dos problemas e a frequência com que ocorrem.

Figura 14 - Edificação Paralisada



Fonte: Laudo técnico (2021)

A partir da pesquisa realizada em dezembro de 2022, constatou-se que a construção analisada havia concluído a sua superestrutura e a sua alvenaria de vedação. Portanto, não foi possível a coleta de mais informações adicionais que pudessem confrontar ou complementar as informações e conclusões do laudo técnico disponibilizado.

6.3 PATOLOGIAS DOS PILARES

Conforme descrito no laudo técnico, a edificação analisada (prédio 14) apresenta patologias de natureza estético e estrutural oriundas de falhas de humanas durante as etapas de execução dos pilares, vigas e lajes.

Conforme o anexo D, entre as patologias observadas, estão as:

- Pilares: Exposição das armaduras, aberturas nas faces do concreto e falhas de retlineidade na prumada;
- Vigas: Aberturas em região de picos de esforços e exposição de armaduras;
- Lajes: Danos total ou parcial nos blocos de EPS, as aberturas em vigotas, exposição de suas armaduras e vibrações excessivas.
- Ensaio de esclerometria: Pilares com resistência mínima e máxima de 12MPa e 14MPa, respectivamente.

Figura 15 - Armadura Exposta



Fonte: Laudo Técnico (2021)

Figura 16 - Falta de Retilneidade



Fonte: Laudo Técnico (2021)

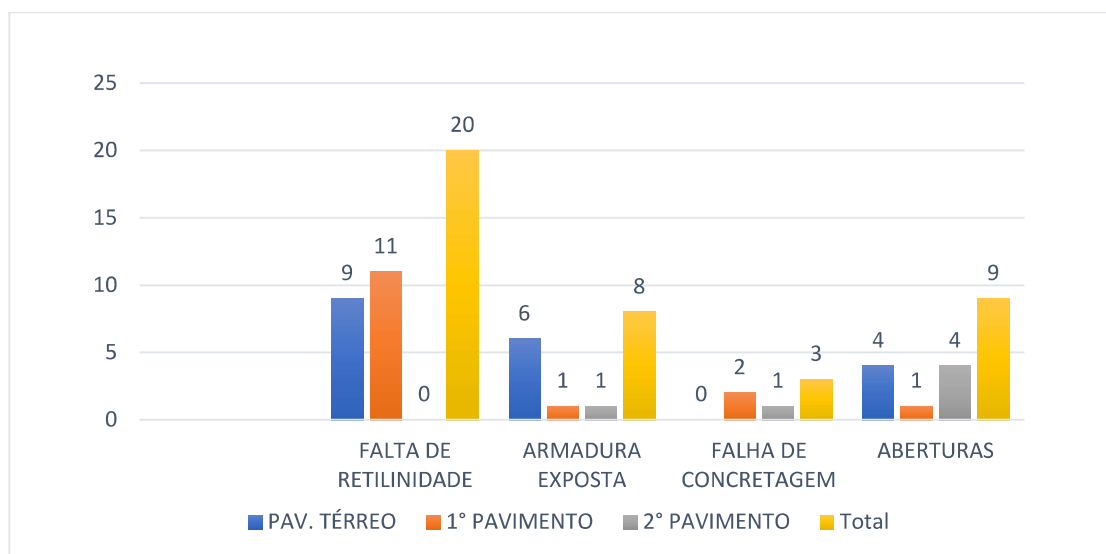
Figura 17 - Aberturas



Fonte: Laudo Técnico (2021)

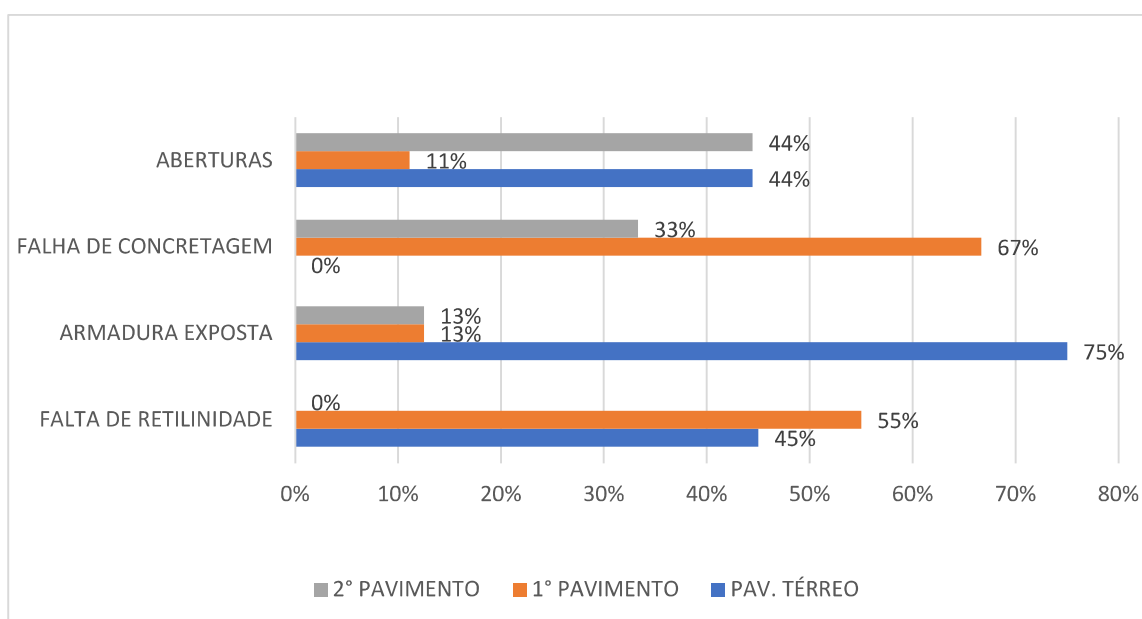
Conforme realizado pelo laudo técnico apresentado à contratante e demonstrado nos anexos E, F e G, as manifestações patológicas encontram-se predominante do pavimento térreo da edificação e com hegemonia da falta de retilidade entre os pilares. Além disso, a frequência de ocorrência é dada da seguinte maneira: falta de retilidade (50,0%), armadura exposta (20,0%), aberturas (22,5%), falha de concretagem (7,5%).

Gráfico 1 - Frequência de Manifestação Patológica Global



Fonte: Autor (2023)

Gráfico 2 - Percentual de Manifestação Patológica por Pavimento



Fonte: Autor (2023)

Apesar das elevadas frequências patológicas, a sua manifestação não ocorre em todos os 32 pilares, sendo sua inexistência nos elementos P14, P15, P18, P19, P20, P23 e P24.

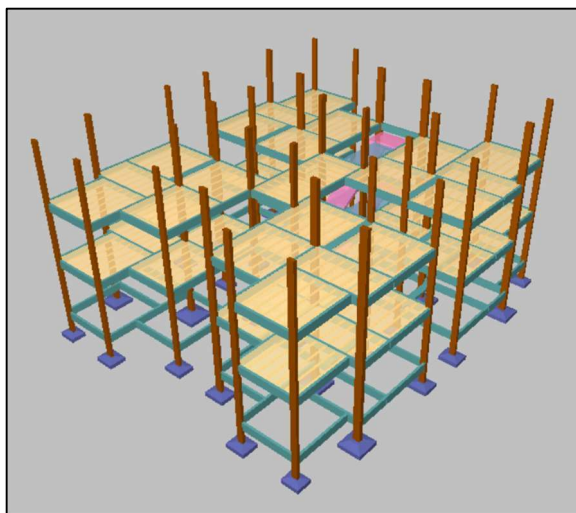
7. MODELAGEM DA EDIFICAÇÃO

7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAS

Almejando a elaboração do projeto de reforço estrutural, é necessário verificar a estabilidade global e/ou localizada da estrutura, bem como suas solicitações e particularidades construtivas.

De modo a simular corretamente o estudo de caso, incluindo a suas particularidades e prováveis futuras intervenções estruturais, esta etapa do trabalho consiste na modelagem da edificação, através do software comercial cypecad (versão 2017), em sua totalidade, conforme os projetos arquitetônico e estruturais disponíveis, carregamentos solicitados e materiais construtivos demandados correspondentes às normas regulatórias brasileira.

Figura 18 - Modelagem esquemática da edificação Paralisada



Fonte: Autor (2023)

7.2 GEOMETRIA

A geometria da edificação baseou-se no projeto estrutural do pavimento térreo e dos projetos arquitetônicos da edificação (Anexos A, B e C).

As alturas dos pavimentos térreo, 1º, 2º e 3º pavimento tipo, platibanda e barrilete (conforme a arquitetura estabelecida) equivalem em metros, respectivamente, à 2,90m, 2,90m, 2,90m, 2,90m, 1,20m e 1,64m.

Para o lançamento dos pilares, utilizou-se dos critérios da norma NBR 6118:2014, onde:

“As exigências que seguem referem-se aos pilares cuja maior dimensão da seção transversal não exceda cinco vezes a menor dimensão, e não são válidas para as regiões especiais (ver Seção 21). Quando a primeira condição não for satisfeita, o pilar deve ser tratado como pilar-parede, aplicando-se o disposto em 18.5.”.

Como:

- Seção 20X30 (P1/P4/P14/P18) → $30/20 = 1,50 < 5,0$
- Seção 15X30 (P2/P3/P5/P6/P7/P12/P13/P21/P24/P25/P26/P27/P28/P30/P31) → $30/15 = 2,0 < 5,0$
- Seção 15X35 (P8/P9/P17) → $35/15 = 2,33 < 5,0$
- Seção 20X35 (P10/P15/P19/P22/P23/P29/P32) → $35/20 = 1,75 < 5,0$
- Seção 20X40 (P11/P16/P20) → $40/20 = 2,0 < 5,0$

Desse modo, todos os elementos do estudo de caso foram modelados como pilares.

7.3 AGRESSIVIDADE DO MEIO

Para ambiente urbana com pouco dinamismo físico e química, será adotado como critério de projeto a agressividade do meio como moderada (classe de agressividade ambiental II)

7.4 COBRIMENTO DAS ARMADURAS

Segundo a norma NBR 6118:2014, para ambientes com classe de agressividade II, deverá ter um recobrimento nominal de 30 mm ou 3,0 cm para vigas e pilares, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Correspondência entre a Classe de Agressividade Ambiental e o Cobrimento Nominal

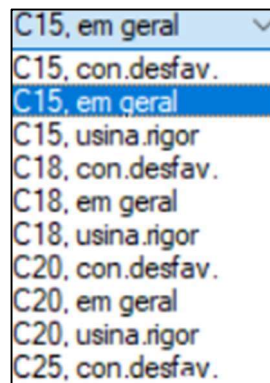
Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar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

Fonte: NBR 6118:2014

7.5 CLASSE DO CONCRETO

Apesar do ensaio de esclerometria demonstrar uma resistência média mínima de 12MPa, o programa de cálculo estrutural adotado apresenta sua limitação perante a sua fixação das classes de concreto, onde o valor mínimo permitido equivale a 15MPa. Desse modo, a edificação será modelada com a classe C15, em geral.

Figura 19 - Limitações do Programa Cypecad

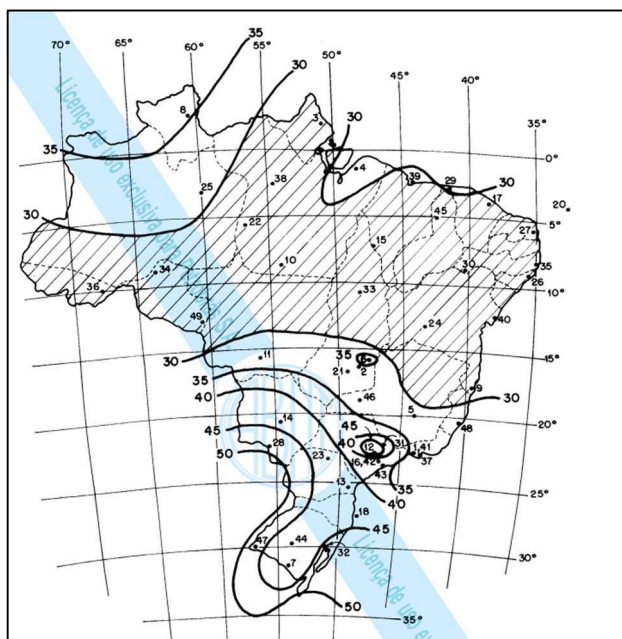


Fonte: Autor (2023)

7.6 VENTO

Para a consideração da influência do vento sobre a edificação estudada, será utilizada a velocidade básica do vento para a região norte e nordeste do Brasil segundo a norma NBR 6123, ou seja, 30 m/s.

Figura 20 - Isopletas da velocidade básica (m/s)



Fonte: NBR 6123:1988

7.7 CARGAS SOLICITADAS

Para a determinação das solicitações dos ambientes internos e ambientes externo da edificação, serão adotados os parâmetros normativos da NBR 6120:2019 conforme as tabelas 1,2,4,6 e 10.

7.7.1 Cargas de Utilização

- **Para as áreas interna aos apartamentos**

Para edifícios residências, os ambientes de dormitórios, sala, copa, cozinha e sanitários terá uma carga uniformemente distribuída $1,50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ ou $0,15 \text{ (t/m}^2\text{)}$.

- **Para corredores de uso comum**

Para uso residência, os corredores de uso comum terão uma carga uniformemente distribuída $3,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ ou $0,30 \text{ (t/m}^2\text{)}$.

- **Escada**

Por se tratar de uma edificação multifamiliar, será adotado o critério para residências e hotéis (uso comum) com uma carga uniformemente distribuída $3,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ ou $0,30 \text{ (t/m}^2\text{)}$

- **Cobertura**

Com acesso apenas para manutenção ou inspeção terá uma carga uniformemente distribuída 1,00 (kN/m²) ou 0,10 (t/m²)

- **Barrilete**

Para áreas técnicas em geral (fora da projeção de equipamentos) terá uma carga uniformemente distribuída 1,50 (kN/m²) ou 0,15 (t/m²)

7.7.2 Cargas Permanentes

- **Alvenaria de vedação dos apartamentos**

Para o cálculo do carregamento das alvenarias, será adotado o bloco cerâmico vazado com espessura nominal de 14cm e com espessura de revestimento por face de 1cm. Desse modo, tem-se uma carga uniformemente distribuída 1,40 (kN/m²) ou 0,14 (t/m²).

Para o cálculo do carregamento da alvenaria, é necessário levar em consideração a sua altura. Em favor da segurança, será utilizado a altura de 2,90m para o cálculo do carregamento linear.

Carga linear: $1,40 \times 2,90 = 4,06$ (kN/m) ou $0,14 \times 2,90 = 0,40$ (t/m)

- **Platibanda**

Por se tratar de uma platibanda de alvenaria com altura média de 1,20m, o seu cálculo adotará os mesmos critérios para as alvenarias.

Carga linear: $1,40 \times 1,20 \cong 1,70$ (kN/m) ou $0,14 \times 1,20 \cong 0,17$ (t/m)

- **Vedação do Barrilete**

Para a vedação do barrilete, será adotado os mesmos critérios de cálculo para as alvenarias.

Carga linear: $1,40 \times 1,64 \cong 2,30$ (kN/m) ou $0,14 \times 1,64 \cong 0,23$ (t/m)

- **Piso**

Para a consideração do carregamento dos pisos da edificação, será adotado uma espessura de 3cm de contrapiso e 2cm de revestimento cerâmico

(totalizando uma espessura de 5cm). Desse modo, segundo a norma 6120, para revestimento de pisos de edifícios residenciais e comerciais terá uma carga uniformemente distribuída 1,00 (kN/m²) ou 0,10 (t/m²).

- **Telhado**

Para a cobertura será adotado um telhado com telhas de fibrocimento ondulada (espessura de até 5mm) e estrutura de madeira, a norma NBR 6120 define uma carga uniformemente distribuída 0,40 (kN/m²) ou 0,04 (t/m²).

7.8 ARMAÇÃO DOS PILARES

Por se tratar de uma edificação inacabada, os pilares existentes receberam novos carregamentos provenientes da conclusão da obra após a ocorrência dos processos de reforço e/ou recuperação da estrutura. Desse modo, faz-se necessário conhecer a armação existente de modo a possibilitar o estudo analítico, comportamento global e localizado, diagnóstico e proposta de uma solução às problemáticas encontradas.

Apesar da recomendação de Souza e Ripper (2009) da desconsideração da capacidade resistente do elemento, e da não disposição dos projetos estruturais dos pilares existentes por parte do autor deste trabalho, será calculado a área de aço necessário às solicitações de serviço dos pilares e que corresponderá como as armações efetivas da edificação no momento de sua paralização

O dimensionamento das armações seguiu os critérios estabelecidos nos itens 7.2, 7.3, 7.4, 7.6 e 7.7, com exceção da classe de concreto utilizado, passando de 15 MPa para 25 MPa conforme descrito no projeto inicial. A área de aço demandante dos pilares é dada da seguinte maneira:

Tabela 3 - Armadura Média dos Pilares

Pilar	Dimensão	Arm. Longitudinal	Área de aço (cm ²)
P1/P4	20x30	6Ø10	4,71
P2/P3/P13/P30/P31	15x30	6Ø10	4,71
P5/P6/P24/P25/P27/P28	15x30	4Ø10	3,14
P7	15x30	8Ø10	6,28
P8/P9	15x35	4Ø10	3,14
P10/P22/P23/P29/P32	20x35	4Ø10	3,14
P11/P16	20x40	6Ø10	4,71
P12/P21/P26	15x30	4Ø10 + 2Ø12.5	5,58
P14/P18	30x20	4Ø10	3,14
P15/P19	35x20	4Ø10	3,14
P17	15x35	6Ø10	4,71
P20	20x40	8Ø10	6,28

Fonte: Autor (2023)

8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo CARVALHO e PINHEIRO (2009), as imperfeições geométricas devido ao desvio geométrico, chamado de desaprumo, tem o potencial de provocar esforços não previstos em relação à estrutura geometricamente perfeita, sendo necessário a consideração uma ação relevante que atua sobre a estrutura.

Desse modo, a análise da estrutura será dividida em duas etapas:

- Desaprumo;
- Resistência dos Pilares.

8.1 DESAPRUMO

Este estudo busca analisar a ação de desaprumo definida através dos critérios atuais da ABNT NBR 6118:2014, e seu eventual impacto no processo de reforço dos pilares no estudo de caso. A verificação será realizada nos elementos em todos os elementos desfavoráveis da edificação, ou seja, pilares com desaprumo notificado (P1, P3, P6, P8, P9, P12, P13, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31 e P32).

Uma vez que o laudo técnico existente falhe em identificar as medidas de desaprumo dos pilares, este fato será contornado através do calculado

aproximado do deslocamento da peça, mediante a proporção das dimensões de um pilar conhecido.

Figura 21 - Determinação do Desaprumo - P3 (15x30)



Fonte: Laudo Técnico (2021)

Utilizando-se da única constatação visual disponível (figura 23), tem-se os seguintes valores:

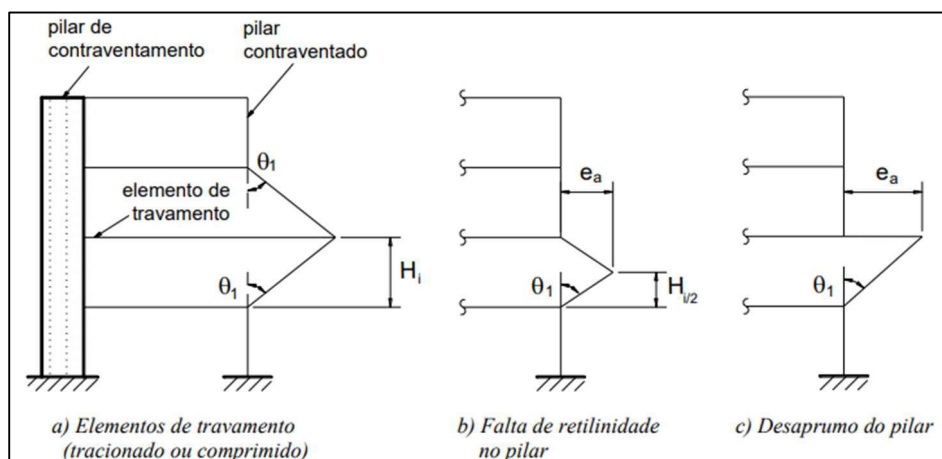
$$\frac{4}{34} = \frac{D}{30} \rightarrow D \cong 3,50\text{cm ou } 0,035\text{m} \quad (1)$$

$$\theta_R = \arctg\left(\text{tg}\left(\frac{0,035}{2,90}\right)\right) \cong 0,0120 \text{ radianos} \quad (2)$$

A ABNT NBR 6118:2014 estabelece as verificações do dimensionamento dos pilares referente aos eventuais efeitos do desaprumo e da falta de retilineidade da edificação (item 11.3.3.4.2), através da determinação ângulo de inclinação (θ_1).

É a partir deste ângulo e do carregamento de cada pavimento que se pode definir as forças horizontais, deslocamento dos elementos e os subsequentes momentos adicionais.

Figura 22 - Imperfeições Geométricas Locais



Fonte: NBR 6118 (2014)

O valor do ângulo de inclinação (θ_1), excentricidade adicional (e_a) e momento de desaprumo (M_a) são expressas de acordo com as seguintes equações:

$$\theta_1 = \frac{1}{100 \sqrt{H}} \quad (3)$$

$$e_a = e_1 \cdot H \quad (4)$$

$$M_a = e_a N_K \quad (5)$$

Onde:

- $\theta_{1,min}$ (para estruturas reticuladas e imperfeições locais) = 1/300;
- $\theta_{1,max}$ = 1/200;
- H = altura do lance, em metro;
- N_K = carga vertical atuante;
- M_a = Momento decorrente do desaprumo da edificação.

Há duas situações a serem analisadas para o estudo de caso. primeira consiste nas hipóteses normativas aplicadas na elaboração do projeto, enquanto que, a segunda representa as circunstâncias observadas in loco.

- Hipóteses de projeto para o pilar P3

$$\theta_1 = \frac{1}{100 \sqrt{H}} \rightarrow \frac{1}{170,29} = 0,0058 \rightarrow 0,005 \text{ radianos} \quad (6)$$

$$e_a = e_1 \cdot H \rightarrow 0,005 \cdot 290 = 1,45 \text{ cm} \quad (7)$$

$$M_a = 0,0145 \cdot 18,59 = 0,269 \text{ tf.m} \quad (8)$$

- Observações in loco para o pilar P3

$$\theta_1 = 0,0120 \text{ radianos}$$

$$e_a = 3,50 \text{ cm}$$

$$M_a = 0,0350 \cdot 18,59 = 0,650 \text{ tf.m} \quad (9)$$

$$\frac{\theta_1(\text{real})}{\theta_1(\text{projeto})} = 2,40 \quad (10)$$

Desse modo, desprende-se que a má realização do empreendimento culminou no acréscimo de solicitação dos elementos acima do previsto inicialmente, os quais, ultrapassam os valores máximos normativos.

8.2 RESISTÊNCIA DOS PILARES

De modo a simplificar o estudo da edificação, esta etapa da análise desconsidera a presença das manifestações patológicas, mas permanece os demais parâmetros específicos do empreendimento (ex: área de aço existente e f_{ck} reduzido).

Para os elementos “pilares”, após realizado as verificações normativas e dimensionamento das armaduras, há a divulgação dos resultados, e a indicação, em forma percentual, da taxa de aproveitamento do elemento comprimido (APROV.). Esta representação implica que quanto maior a taxa de aproveitamento maior será a solicitação do pilar, desse modo, o valor de 100% retrata o limite máximo permitido. Para valores acima de 100%, significa que o componente analisado não está nos conformes das normas regulatórias brasileira para elementos em concreto armado (estado de limite último ELU e/ou estado limite de serviço ELS).

Tabela 4 - Exemplificação de Pavimentos com APROV > 100% (Desaprovados)

PILAR	LOCAL	APROV. (%)
P1	2° PISO (5,8m)	117,30
	1° PISO (2,9M)	117,30
P2	2° PISO (5,8m)	104,20
	1° PISO (2,9M)	109,30
P3	2° PISO (5,8m)	107,10
	1° PISO (2,9M)	111,30
	BALDRAME (0,0M)	100,80
P4	2° PISO (5,8m)	114,00
	1° PISO (2,9M)	114,00

Fonte: Autor (2023)

Conforme a tabela 4 e o apêndice 01, entre os 32 pilares da edificação, 26 elementos apresentam insuficiência em um ou mais pavimentos e não atendendo às condições de serviço impostas. As peças indeferidas apresentam valores máximo e mínimos, respectivamente, 131,0% (P10 - 1º piso) e 100,8% (P3 - baldrame) e para os pavimentos desaprovados, a sua taxa de aproveitamento médio é dada de acordo com a apêndice 01.

8.3 CONCLUSÃO DA ANÁLISE

Através da análise realizada, conclui-se que o baixo controle de qualidade desencadeou a insuficiência prevalente dos pilares e do acréscimo de solicitação imprevista, de modo a demandar intervenções de caráter estruturais que aumentem a capacidade de carga dos elementos estudados.

O reforço de caráter estrutural é necessário para todos os pilares de modo a proporcionar o aumento de suas capacidades de carga, com exceção do pilar P5 que demanda de intervenções que combatem, simultaneamente, os efeitos de corrosão e aberturas ao decorrer de sua seção transversal.

9. REFORÇO ESTRUTURAL

9.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Uma vez finalizada a etapa de análise da edificação e constatado a necessidade de intervenção estrutural, há a obrigação da escolha da técnica construtiva, entre as citadas neste trabalho, a ser empregada. Diante da ausência da retilineidade subsequente dos elementos que impossibilita o emprego dos métodos com elemento metálico e com compósitos de fibras de carbono, o processo de reforço estrutural adotado será de encamisamento retangular.

Segundo Souza e Ripper (2009), o projeto de intervenção estrutural dependerá prontamente da necessidade da edificação, ou seja:

- Elemento não cumpre mais a sua finalidade original (ex: deterioração dos componentes do pilar).

- Necessidade do aumento da capacidade portante do pilar (ex: mudanças da utilização da estrutura);

Assim sendo, a elaboração do projeto de recuperação da estrutura será dividida em duas etapas. A primeira consiste no tratamento das manifestações patológicas das corrosões das armaduras, enquanto, a segunda etapa foca-se na solução do reforço estrutural por encamisamento retangular.

9.2 TRATAMENTO DA CORROSÃO

Conforme demonstrado pelo laudo técnico, a estrutura analisada apresenta a manifestação patológica de corrosão das armaduras distribuída entre seus pavimentos.

Diante desta situação, Helene (1992) afirma a necessidade de uma mão de obra especializada e propõe quatro etapas de recuperação de conforme a esquematizados abaixo:

1º Etapa: limpeza rigorosa

Nesta etapa, consiste na aplicação dos conjuntos de tratamentos prévios na superfície dos componentes estruturais, ou seja, o preparo do substrato (ex: escarificação manual/ mecânica, lixamento manual e escovação manual) seguido da limpeza superficial antes da aplicação das técnicas de recuperação dos elementos (item 4.4 intervenções na superfície de concreto).

A limpeza rigorosa deve ser realizada, preferencialmente, com jato de areia de modo a remover o concreto solto/fissurado, inclusive as camadas superficiais de óxidos/hidróxidos das barras de aço.

2º Etapa: Análise rigorosa

Esta análise consiste na observação de possíveis reduções da seção transversal das armaduras, se possível, realizada via de ensaios comparativos entre armaduras soldáveis e as mais deterioradas.

Helene (1992) define dois procedimentos conforme o grau de deterioração observada in loco.

- Em caso de início de corrosão

Caso deterioração das armaduras esteja em estado inicial, sem o comprometimento do concreto e das barras de aço, deve-se realizar a recuperação do componente estrutural mantendo as suas dimensões originais, através de reparos superficiais localizados conforme as etapas abaixo:

- Demarcação das áreas afetadas;
- Realizar a escarificação (remoção) do concreto solto e deteriorado ao redor das barras, deixando 2,5 cm livres;
- Realizar a limpeza das armaduras (forma manual, com jato de areia ou com aplicação de água), retirando o produto de corrosão, seguido de hidrojateamento de toda a superfície;
- Aplicação da argamassa de reparo (cimento, epóxi ou poliéster), adensando-a bem e respeitando as espessuras máximas de camadas do fabricante do material.

- Em caso avançado de corrosão

Caso a estrutura apresente o comprometimento de seus componentes, nesta situação, há a possibilidade da adição de novos estribos e/ou novas armações longitudinais (emendas para reconstituição da seção por transpasse, luva ou solda) mas recomenda-se a realização do reforço estrutural através do aumento da seção transversal do pilar mediante a aplicação de reforço por encamisamento retangular ou reforço por chapas metálicas.

3º Etapa: Reconstrução do cobrimento

Nesta etapa há a reconstrução do cobrimento das armaduras, de preferência com concreto bem adensado, com o intuito de impedir a penetração de umidade, gases e agentes agressivos até a armadura, seguido da recomposição da área da seção de concreto original.

4º Etapa: Aplicação de revestimento de proteção

Apesar da realização dos tratamentos necessários à corrosão das armaduras, as superfícies expostas do concreto são suscetíveis a agressão do meio, ao qual está inserido, e conseqüentemente às futuras degradações de

seus componentes. Para contornar este fato, há a possibilidade da aplicação de revestimento de proteção (revestimento, vernizes e sistemas de pintura) que buscam reduzir a penetração de agentes nocivos (sais, gases e água).

Mediante as etapas apresentadas e, uma vez que, o laudo técnico apresentado falhe em identificar o grau de deterioração das armaduras, faz-se necessário a verificação in loco e proceder conforme os procedimentos anteriores apresentados.

9.3 REFORÇO ESTRUTURAL COM ENCAMISAMENTO RETANGULAR

A escolha das novas seções transversais de concreto considerará o cobrimento normativo da NBR 6118:2014 de 3,0 cm e um espaçamento arbitrário 2,0 cm entre a face do pilar existente e o eixo central da armação a ser adicionada. Totalizando um acréscimo de 5,0 cm para cada face dos pilares. Desse modo:

- P1/P4: 20x30 (600cm²) → 30x40 (1.200cm²)
- P2/P3/P5/P6/P7/P12/P13/P21/P24/P25/P26/P27/P28/P30/P31:
15x30 → (450cm²) → 25x40 (1.000cm²)
- P8/P9/P17: 15x35 → (525cm²) → 25x45 (1.125cm²)
- P10/P22/P23/P29/P32: 20x35 → (700cm²) → 30x45 (1.350cm²)
- P11/P16/P20: 20x40 → (500cm²) → 30x50 (1.500cm²)
- P14/P18: 30x20 → (600cm²) → 40x30 (1.200cm²)
- P15/P19: 35x20 → (700cm²) → 45x30 (1.350cm²)

Devido a não possibilidade de diferenciação da resistência característica a compressão para um mesmo elemento, a nova seção transversal dos pilares será calculada com um f_{ck} equivalente à 15MPa. Deste modo, o dimensionamento ponderará a resistência central reduzida das peças e aumentará o fator de segurança do método de reforço proposto.

Ademais a isto, especificação técnica dos pilares utilizará das recomendações de Cánovas (1984), onde segundo o mesmo, os materiais empregados devem ter agregados inferiores a 20mm de diâmetro, concreto com $f_{ck} > 20\text{MPa}$ e/ou concreto com 5MPa a mais que a resistência característica do

concreto velho, ou seja, o novo concreto (reforço) será equivalente à 25 MPa e com utilização de brita 0 (granulometria entre 9,5mm a 19mm).

9.3.1 Pilares Sem Desaprumo

Seguindo a recomendação de Souza e Ripper (2009) no qual as armaduras longitudinais existentes deverão ser consideradas contribuinte para a resistência total do pilar, a determinação da armadura de reforço será dada pela diferença da área de aço necessária às novas condições de serviço (fck reduzido, sem alteração da seção transversal) pela área de aço existente estimada nos pilares.

Com esta etapa realizada, tem-se a seguinte tabela:

Tabela 5 - Área de aço de reforço (resumo)

Pilar	Seção Original	Área de Aço (cm ²)		
		Existente	Exigido	Reforço
P2	15x30	4,71	5,97	1,26
P4	20x30	4,71	6,48	1,77
P7	15x30	6,28	9,87	3,59
P10	20x35	3,14	7,69	4,55
P11	20x40	4,71	6,48	1,77
P14	30x20	3,14	5,02	1,88
P15	35x20	3,14	6,28	3,14
P17	15x35	4,71	8,04	3,33
P18	15x35	3,14	4,61	1,47
P19	15x35	3,14	6,43	3,29
P20	15x35	6,28	7,36	1,08
P21	15x35	5,59	8,98	3,39
P22	30x20	3,14	7,07	3,93
P23	30x20	3,14	7,07	3,93
P24	30x20	3,14	5,02	1,88

Fonte: Autor (2023)

Observa-se que o aumento no apêndice 02 e na tabela resumo 7, a área de aço necessária ao reforço proposto desencadeou em valores médios de 2,64 cm² e, para algumas situações, valores iguais a zero. Diante desta situação, será empregado os critérios normativos da NBR 6118:2014 referente às armaduras longitudinais, sendo estas:

- 18.4.2.1 Diâmetro mínimo e taxa de armadura

O diâmetro das barras longitudinais não pode ser inferior a 10 mm nem superior a 1/8 da menor dimensão transversal.

- 18.4.2.2 Distribuição transversal

Em seções poligonais, deve existir pelo menos uma barra em cada vértice; em seções circulares, no mínimo seis barras distribuídas ao longo do perímetro.

Com isso em mente, o reforço estrutural dos pilares mencionados será constituído conforme a tabela 8 e o apêndice 02 e com estribos análogos aos cálculos anteriores de Ø5C/12.

Tabela 6 - Reforço Proposto (Resumo)

Pilar	Reforço Proposto		
	Dimensão	Ar. Long.	Ar. Trans.
P2	20x35	4Ø10	Ø5C/12
P4	25x35	4Ø10	Ø5C/12
P7	20x35	4Ø12,5	Ø5C/12
P10	25x40	6Ø12,5	Ø5C/12
P11	25x35	4Ø10	Ø5C/12
P14	35x25	4Ø10	Ø5C/12
P15	40x25	4Ø12,5	Ø5C/12
P17	20x40	4Ø12,5	Ø5C/12
P18	20x40	4Ø10	Ø5C/12
P19	20x40	6Ø12,5	Ø5C/12
P20	20x40	4Ø10	Ø5C/12
P21	20x40	4Ø12,5	Ø5C/12
P22	35x25	6Ø12,5	Ø5C/12
P23	35x25	6Ø12,5	Ø5C/12
P24	35x25	4Ø10	Ø5C/12

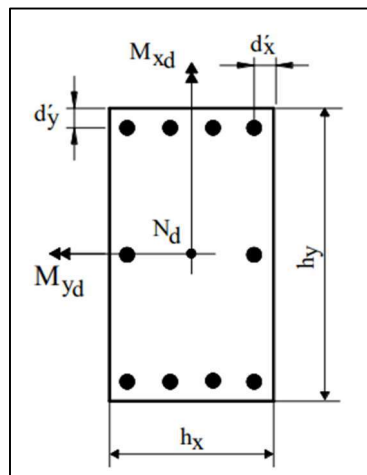
Fonte: Autor (2023)

9.3.2 Pilares com Desaprumo

Em decorrência das limitações do software empregado, esta etapa irá realizar o cálculo manual das áreas de aço exigidas, conforme as exigências normativas da NBR 6118:2014, e desenvolvera-se de forma análoga ao item anterior (9.2.1)

Além disso, pelo fato que o laudo técnico apresentado não constatar informações referentes ao posicionamento da patologia analisada, será pressuposto um avanço de 3,50cm (conforme o item 8.1) simultaneamente para ambos os eixos x e y. Desse modo, o cálculo das armaduras será realizado através flexão composta oblíqua dos pilares.

Figura 23 - Flexão Composta Oblíqua



Fonte: Pinheiro (1994)

Para critério de exemplificação do roteiro de cálculo adotado neste trabalho, será calculado a área de aço necessário para o reforço estrutural do pilar P9 (15x35) do pavimento térreo.

a) Informações

Considerações de Cálculo:

- Momento fletor atuante = Momento atuante + Momento de desaprumo;
- Momento fletor no topo = - momento na base.

Dados:

- $N_K = 269,00$ kN;
- Momento na base (eixo x) = 9,20 kN.m;
- Momento na base (eixo y) = 14,80 kN.m;
- Altura do pavimento = 290 cm;
- Resistência do concreto = 15MPa.

b) Esforços Solicitantes

$$N_D = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot N_k = 1,20 \cdot 1,4 \cdot 326,3 = 451,90 \text{ kN} \quad (11)$$

$$M_{1d,A,x} = 9,20 + 9,41 = 18,615 \text{ kN.m} = 1861,50 \text{ kN.cm} \quad (12)$$

$$M_{1d,A,y} = 14,80 + 9,41 = 24,21 \text{ kN.m} = 2421,50 \text{ kN.cm} \quad (13)$$

$$M_{1d,B,x} = - M_{1d,A,x} = - 1861,50 \text{ kN.cm} \quad (14)$$

$$M_{1d,B,y} = - M_{1d,A,y} = - 2421,50 \text{ kN.cm} \quad (15)$$

c) Índice de Esbeltez (λ)

$$\lambda = \frac{3,46 lex}{h}, \text{ com } \lambda \leq 200 \quad (16)$$

$$\lambda_X = \frac{3,46 lex}{hx} = \frac{3,46 \times 290}{15} = 66,89 \quad (17)$$

$$\lambda_Y = \frac{3,46 ley}{hy} = \frac{3,46 \times 290}{35} = 28,67 \quad (18)$$

d) Momento Fletor Mínimo ($M_{1d,min}$) e Excentricidade Mínima ($e_{1,min}$)

$$M_{1d,min} = N_D(1,5 + 0,03 h), \text{ com } e_{1,min} = \frac{M_{1d,min}}{N_D} \quad (16)$$

$$M_{1dx,min} = 451,90 \cdot (1,5 + [0,03 \cdot 15]) = 881,24 \text{ kN.cm} \quad (17)$$

$$e_{1x,min} = \frac{881,24}{451,90} = 1,95 \text{ cm} \quad (18)$$

$$M_{1dy,min} = 451,90 \cdot (1,5 + [0,03 \cdot 35]) = 1152,40 \text{ kN.cm} \quad (19)$$

$$e_{1y,min} = \frac{1152,40}{451,90} = 2,55 \text{ cm} \quad (20)$$

e) Excentricidade de 1º Ordem (e_1)

$$e_1 = \frac{M_{1d}}{N_D} \quad (21)$$

$$e_{1,x} = \frac{1861,50}{451,90} = 4,12 \text{ cm} \quad (22)$$

$$e_{1,y} = \frac{2421,50}{451,90} = 5,33 \text{ cm} \quad (23)$$

f) Esbeltez Limite (λ_1)

$$\lambda_1 = \frac{25+12,5 \frac{e_1}{h}}{\alpha_b}, \text{ com } 35 \leq \lambda_1 \leq 90 \quad (24)$$

Como os momentos fletores de 1º ordem ($M_{1d,x}$ e $M_{1d,y}$) são maiores que os momentos fletor mínima, em seus respectivos eixos, há a necessidade do cálculo do coeficiente α_b conforme a equação abaixo:

$$\alpha_b = 0,60 + 0,40 \frac{MB}{MA} \geq 0,40 \quad (25)$$

$$\alpha_{b,x} = 0,60 + (0,40 \cdot [\frac{-1861,50}{1861,50}]) = 0,20 \rightarrow \alpha_{b,x} = 0,40 \quad (26)$$

$$\alpha_{b,y} = 0,60 + (0,40 \cdot [\frac{-2421,50}{2421,50}]) = 0,20 \rightarrow \alpha_{b,y} = 0,40 \quad (27)$$

$$\lambda_{1,x} = \frac{25+12,5 \frac{4,12}{15}}{0,40} = 71,08 \quad (28)$$

$$\lambda_{1,y} = \frac{25+12,5 \frac{5,33}{35}}{0,40} = 67,28 \quad (29)$$

Desse modo:

$\lambda_{1,x} > \lambda_x \rightarrow$ são desconsiderados os efeitos locais de 2° ordem na direção x;

$\lambda_{1,y} > \lambda_y \rightarrow$ são desconsiderados os efeitos locais de 2° ordem na direção y.

g) Momento de 2° Ordem Pelo Método do Pilar-Padrão com Curvatura Aproximada

$$M_{d,tot} = \alpha_b \cdot M_{1dA} + N_d \frac{le^2}{10} \frac{1}{r} \geq M_{1dA}, \text{ com } \alpha_b \cdot M_{1dA} \geq M_{1dA,min} \quad (30)$$

Para ambos as direções, o pilar deve ser dimensionado para o máximo momento fletor que ocorre nas extremidades do topo e da base, sem se acrescentar o momento mínimo.

$$M_{d,tot,x} = 1861,50 \text{ kN.cm} > M_{1d,A,x} = 881,24 \text{ kN.cm} \rightarrow \text{ok!} \quad (31)$$

$$M_{d,tot,y} = 2421,50 \text{ kN.cm} > M_{1d,A,y} = 1152,40 \text{ kN.cm} \rightarrow \text{ok!} \quad (32)$$

h) Força Normal Adimensional (v)

$$v = \frac{N_D}{A_c f_{cd}} \quad (33)$$

$$v = \frac{451,90}{(15 \times 35) \left(\frac{1,5}{1,4}\right)} = \frac{436,3}{562,5} = 0,80 \quad (34)$$

i) Cálculo da Área de aço do Pilar

$$\mu = \frac{M_{d,tot}}{h_x A_c f_{cd}} \quad (35)$$

$$\mu_x = \frac{M_{d,tot,x}}{h_x A_c f_{cd}} = \frac{881,24}{15 \times (15 \times 35) \times \frac{1,5}{1,4}} = 0,22 \quad (36)$$

$$\mu_y = \frac{M_{d,tot,y}}{h_y A_c f_{cd}} = \frac{1152,40}{35 \times (15 \times 35) \times \frac{1,5}{1,4}} = 0,12 \quad (37)$$

$$\frac{d_x}{h_x} = \frac{3}{15} = 0,20 \quad (38)$$

$$\frac{d_y}{h_y} = \frac{3}{35} = 0,09 \quad (39)$$

Com $v = 0,78$ e utilizando o ábaco 14B de PINHEIRO (1994) para flexão composta oblíqua, a taxa de armadura resulta $\omega = 0,90$. A armadura é:

$$A_s = \frac{\omega A_c f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,90 \times (15 \times 35) \times \frac{1,5}{1,4}}{\frac{50}{1,15}} = 11,64 \text{ cm}^2 \quad (40)$$

Realizando o mesmo processo para os demais pilares (apêndice 4), tem-se a seguinte tabela resumo de área de aço:

Tabela 7 - Área de Aço de Reforço (Resumo)

Pilar	Seção Original	Área De Aço (cm ²)		
		Existente	Exigida	Reforço
P1	20x30	4,71	14,48	9,77
P3	15x30	4,71	7,41	2,70
P6	15x30	3,14	7,28	4,14
P8	15x35	3,14	9,94	6,80
P9	15x35	3,14	9,94	6,80
P12	15x30	5,59	12,50	6,90
P13	15x30	4,71	13,36	8,65
P25	15x30	3,14	9,06	5,92
P26	15x30	5,59	8,13	2,54
P27	15x30	3,14	6,14	3,00
P28	15x30	3,14	4,84	1,70
P29	20x35	3,14	12,60	9,46
P30	15x30	4,71	7,82	3,11
P31	15x30	4,71	9,81	5,10
P32	20x35	3,14	14,06	10,92

Fonte: Autor (2023)

Assim como no item anterior (9.2.1), há pavimentos com área de aço nulas e com valores abaixo de 2,64 cm² (conforme observado no apêndice 03). Para isso será empregado os mesmos critérios da norma NBR 6118:2014 para armaduras longitudinais, com exceção dos níveis dos pilares que apresentaram armaduras de reforço inferiores aos seus pavimentos subsequente, para estes casos, será prologado as barras de aço adicionais até a fundação do elemento com o intuito de proporcionar a correta transmissão de esforços até sua base de sustentação (sapatas).

Com isso em mente, o reforço estrutural dos pilares mencionados será constituído conforme a tabela 10 e o apêndice 03 e com estribos análogos aos cálculos anteriores de Ø5C/12.

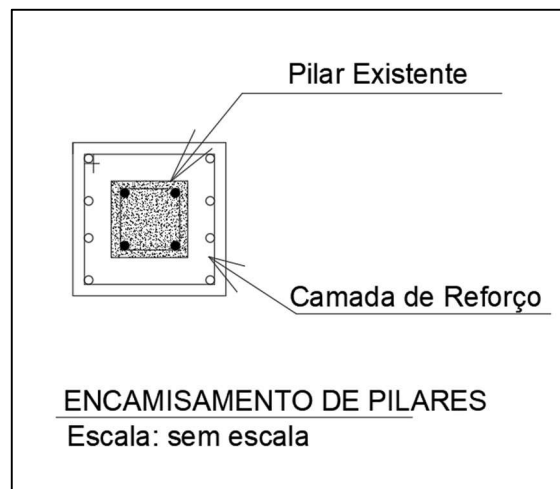
Tabela 8 - Reforço Proposto (Resumo)

Pilar	Reforço Proposto		
	Dimensão	Ar. Long.	Ar. Trans.
P1	25x35	8Ø16	Ø5C/12
P3	20x35	6Ø12,5	Ø5C/12
P6	20x35	6Ø12,5	Ø5C/12
P8	20x40	6Ø16	Ø5C/12
P9	20x40	6Ø16	Ø5C/12
P12	20x35	6Ø16	Ø5C/12
P13	20x35	6Ø16	Ø5C/12
P25	20x35	6Ø16	Ø5C/12
P26	20x35	4Ø12,5	Ø5C/12
P27	20x35	6Ø12,5	Ø5C/12
P28	20x35	4Ø12,5	Ø5C/12
P29	25x40	10Ø16	Ø5C/12
P30	20x35	4Ø12,5	Ø5C/12
P31	20x35	8Ø16	Ø5C/12
P32	25x40	8Ø16	Ø5C/12

Fonte: Autor (2023)

Além disso, uma vez que a quantidade de barras de aço ultrapasse a quantidade mínima necessária para a formulação dos pilares e, somado a isto, as tabelas de Pinheiro (1994) utilizadas nos cálculos deste trabalho localizam-se exclusivamente nas laterais dos elementos, será adotada a padronização da distribuição das armaduras conforme a figura abaixo:

Figura 24 - Reforço Estrutural



Fonte: Autor (2023)

9.4 PROCESSOS DE EXECUÇÃO

Uma vez diagnosticado a necessidade de um reforço estrutural em pilares, faz-se indispensável a realização de cuidados iniciais que busquem proporcionar a correta execução e seguranças dos trabalhos propostos. Para isso, utilizará as recomendações

a) Escoramento dos pilares.

Visando a segurança dos profissionais envolvidos e a integridade da estrutura, pressupõe-se que se realize um sistema de escoramento. Podendo ser metálica ou de madeira, seu projeto deverá estar conforme a norma regulatória NBR 15696:2009. 9 (Formas e escoramentos para estruturas de concreto) e constar os seguintes aspectos:

- Especificar as cargas admissíveis dos equipamentos utilizados;
- Definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos
- Definir as cargas nas bases de apoio;
- Ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes.

b) Escareamento do concreto até obter um substrato firme e rugoso, com boas condições de aderência.

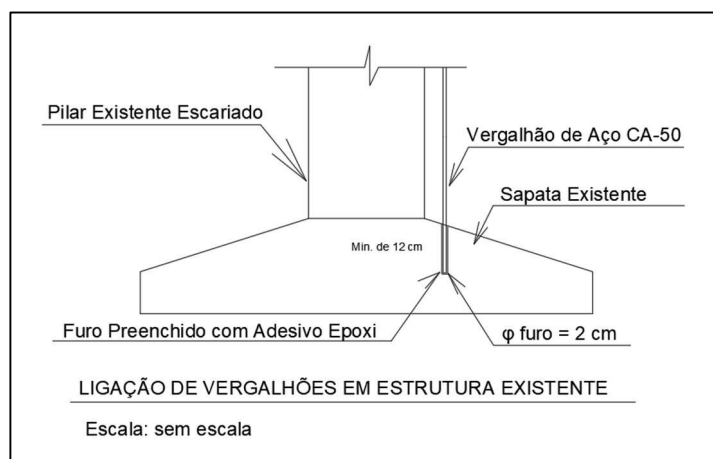
Realização do processo de escareamento do concreto antigo de modo a proporcionar uma melhor aderência do pilar ao qual receberá o reforço, garantindo a união entre o concreto novo e o antigo. Para o uso de concreto projetado, o substrato deve estar saturado e com superfície seca sem empoçamentos (Helene, 1992).

c) Ancoragem de armadura de reforço.

Executar a perfuração em lajes ou blocos para a ancoragem das barras longitudinais em profundidade ≥ 6 cm (Helene, 1992) seguido de sua limpeza com jato de ar e escova de cerdas de aço.

Após isto, deverá realizar o preenchimento do furo com adesivo epóxi bicomponente e a posterior introdução da barra, mantendo-a imóvel até o fim da pega.

Figura 25 - Ancoragem das Armadura



Fonte: Autor (2023)

d) Montagem das armaduras.

Para além de seguir o detalhamento proposto no projeto executivo do reforço, a montagem das armaduras demanda do manuseio de espaçadores para afastar as armaduras longitudinal e transversal do núcleo) para garantir o cobrimento especificado em projeto, para o estudo de caso 30mm.

e) Montagem de fôrmas formes e estanques.

Realizar a montagem das fôrmas ajustando-as a altura máximas de 1,10m nos lances dos pilares com aplicação de material desmoldante na mesma, sendo o último lance não superior a 30 cm. Proceder com a desforma após 48 horas da concretagem e repetir a operação nos lances adjacentes.

f) Preenchimento com microconcreto.

Segundo Helene (1992) o concreto utilizado no reforço estrutural deverá possuir as características:

- Relação água/cimento $\leq 0,50$;
- Abatimento de 100 a 150 mm;
- Aplicação de aditivo plastificante;
- Dimensões características do agregado graúdo igual a $\frac{1}{4}$ da menor dimensão da peça.

Para a situação de utilização de concreto projeto, os processos de concretagem deverão ser iniciados pelos cantos e pelas cavidades, revestindo a seguir as armaduras e formando camadas com espessuras menores que 5cm até atingir a espessura almejada.

g) Cura úmida com aspersão de água limpa.

O processo de cura deverá ser realizado pela saturação por aspersão de água limpa a cada duas horas, durante no tempo mínimo de três dias e no máximo de quatorze dias, e evitar radiação solar direta nas primeiras 36 horas.

10. CONCLUSÃO

A temática abordada neste trabalho teve como objetivo abordar o estudo do reforço estrutural de pilares, a sua diversidade em metodologia construtiva e a sua aplicabilidade em situações práticas, demonstrada através do estudo de caso. Além disso, destaca-se a importância do processo de recuperação e/ou tratamento da edificação de modo a garantir a segurança e a integridade de edificações avariadas ou com danos estruturais.

Em virtude da impossibilidade de confirmações in loco das adversidades citadas neste trabalho em decorrência da finalização das etapas de execução da edificação analisada (com utilização de projeto de reforço estrutural solicitada pela empresa responsável), faz-se necessário a utilização das informações disponíveis no laudo técnico acessível. Uma vez examinado, percebe-se que o mesmo apresenta falhas em não descrever com precisão as manifestações patológicas dos pilares e, possivelmente, ocasionar falhas na elaboração dos futuros projetos de recuperação estrutural.

Entre os possíveis erros causas por este fato estão as descon siderações dos efeitos do desaprumo sobre os elementos e, conseqüentemente, ocasionado um subdimensionamento das armaduras adicionais, e a plausível descon sideração das armaduras presentes nos pilares existentes, resultando num acréscimo de área de aço e aumento dos custos dos processos de recuperação da estrutura.

Apesar destes problemas encontrados, este trabalho adotou de premissas e abordagens de cálculo de modo a contorna esta adversidade. Desse modo, conclui-se que o projeto de reforço estrutural proposto foi elaborado de forma satisfatória a cumpriu com todos os objetivos estipulados e encontrando resultados promissores aplicáveis em situações reais no cotidiano do engenheiro projetista.

É importante destacar que a fundamentação teórica foi crucial para a elaboração do projeto, permitindo uma abordagem mais precisa e coerente. Assim sendo, este estudo oferece uma contribuição significativa para o progresso do conhecimento em relação ao reforço estrutural e pode servir como ponto de partida para investigações e aplicações práticas futuras.

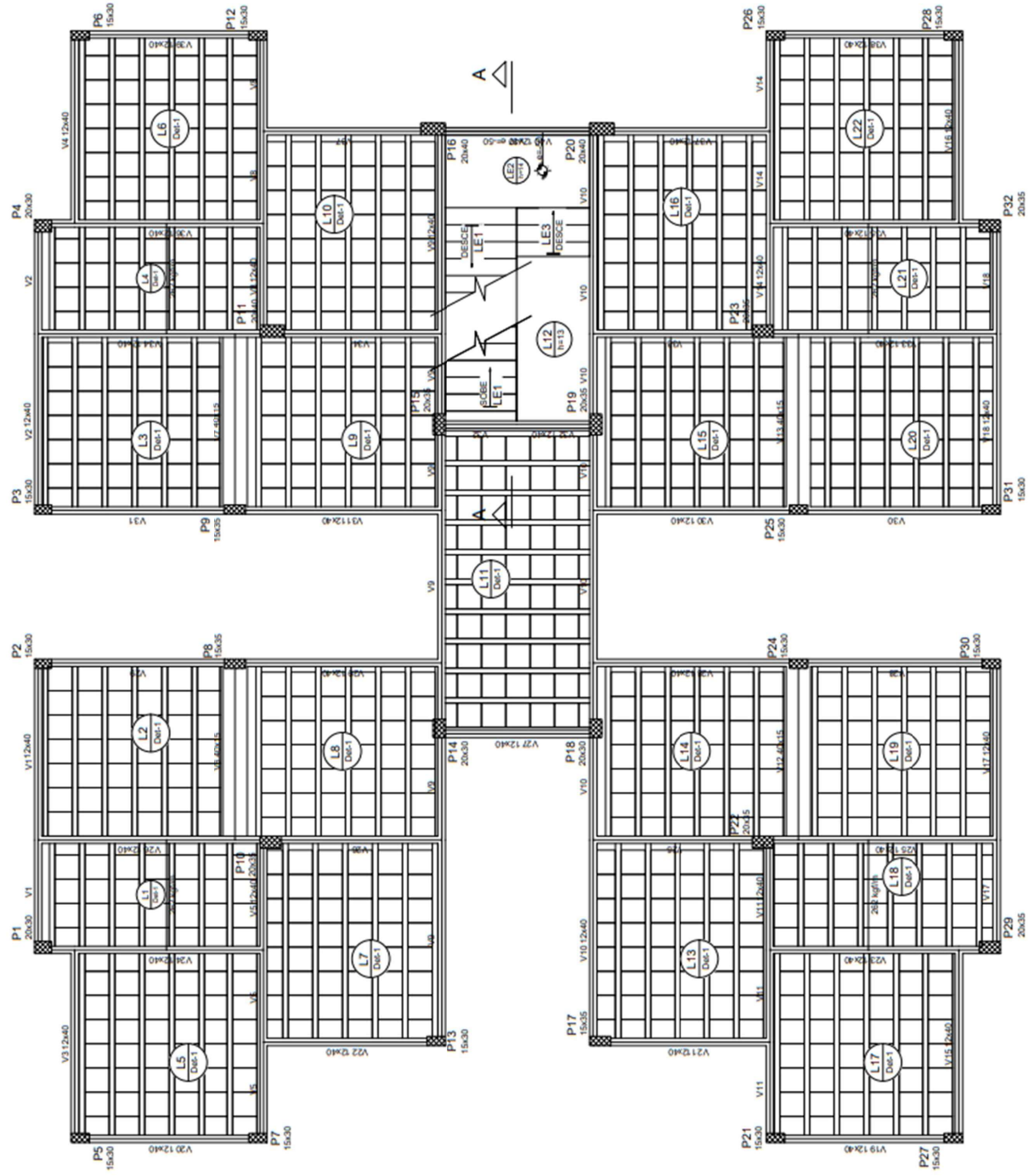
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 2014. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15696:2009 Formas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. São Paulo: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2012 Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- BAUER, L.A.F. Materiais de construção. Volumes 1 e 2. LTC Editora. Rio de Janeiro:1999.
- CÁNOVAS. M.F. Patologia y Terapêutica dei Hormigon Armado. Editorial Dossat, Madrd, 1984
- CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. Cálculo e Detalhamento de Estruturas de Concreto Armado, São Paulo: Pini, 2009.
- FERRARI, V. J. Reforço à flexão de vigas de concreto armado com manta de polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC) aderido a substrato de transição constituído por compósito cimentício de alto desempenho. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- Helene, P. R. L. (1992). Manual de reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. Red Rehabilitar. São Paulo.
- Helene, P; Tomazeli, A. inspeção em estrutura de obras paralisadas. Revista estrutura, 2017.
- NAKAMURA, J. Concreto: curativos estruturais. Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 17, n. 146, p. 50-55, maio 2009.

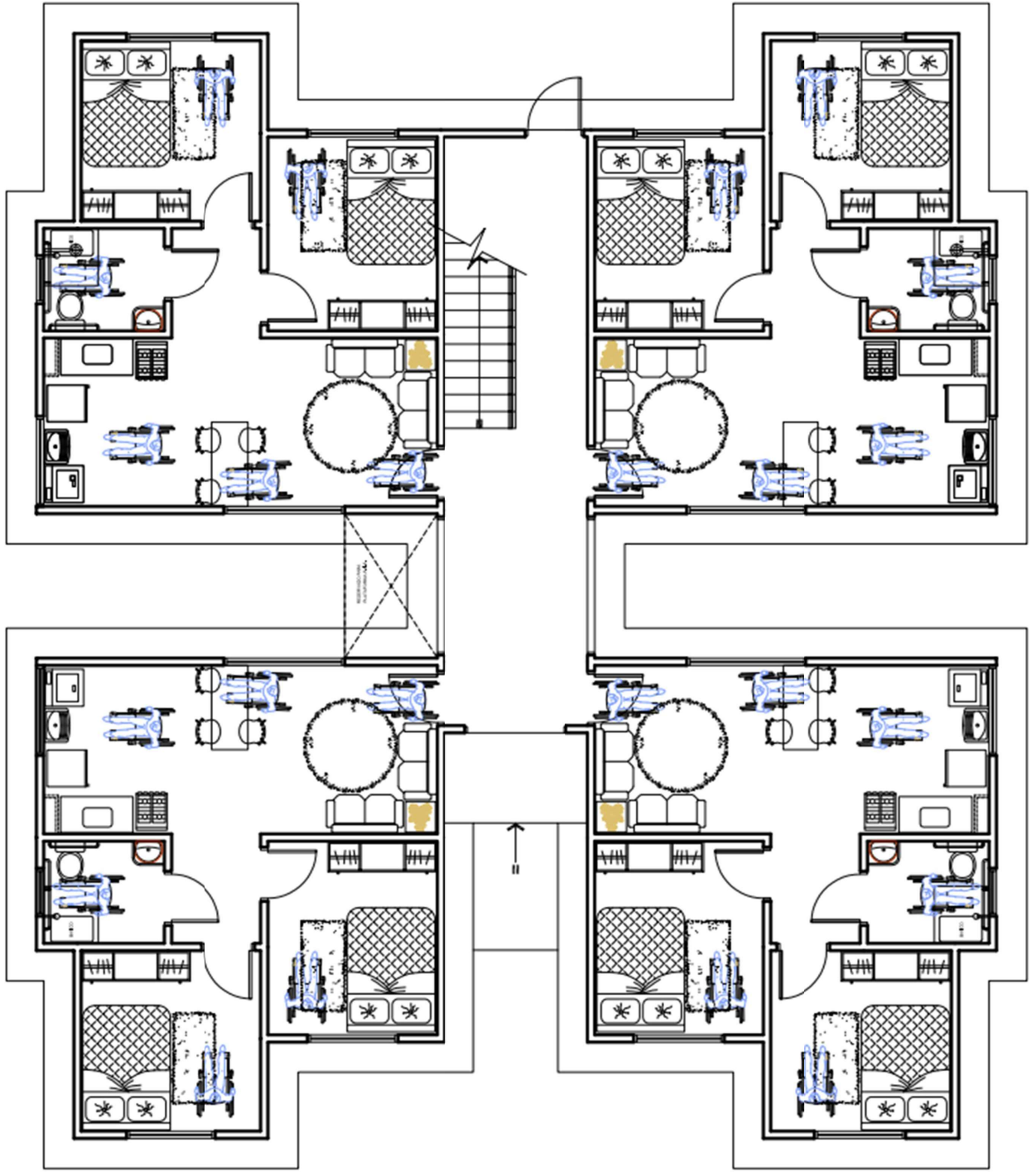
- PIANCASTELLI, E. M. Patologia e terapia das estruturas: reforço com concreto. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, [2005]. Apostila da disciplina Durabilidade, Patologia e Recuperação das Construções de Concreto Armado. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/elvio/5reforco.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2013.
- SOUSA, V, C; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de concreto. PINI Ltda. São Paulo, 2009
- SUDANO, A. L. Desenvolvimento de estratégias híbridas de reforço de pilares de concreto armado por encamisamento com compósitos de alto desempenho. 2010. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: . Acesso em: 20 abr. 2013
- TAKEUTI, A. R. Reforço de pilares de concreto armado por meio de encamisamento com concreto de alto desempenho. 1999. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-03112003113505/publico/Takeuti.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2013.
- VALLE, E.G. (1983). Estruturas de hormigón armado: refuerzo mediante hormigón y estructura metálica. In: Curso de rehabilitacion: 5. La Estructura. Madrid, Colégio Oficial de Arquitectos de Madrid. p.173-179.
- WEIMER, Bianca Funk; THOMAS, Mauricio; DRESCH, Fernanda. Patologia das estruturas. Porto Alegre: Sagah, 2018.

ANEXOS:

ANEXO A - PROJETO ESTRUTURAL: PAVIMENTO TERREO



ANEXO B - LAYOUT: PAVIMENTO TIPO



**ANEXO E - IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS - PAVIMENTO TÉRREO
(MODIFICADO)**

PRÉDIO	EDIFÍCIO 14				
PAVIMENTO	PAVIMENTO TÉRREO				
PILAR	PATOLOGIA?	FALTA DE RETILINIDADE	ARMADURA EXPOSTA	FALHA DE CONCRETAGEM	ABERTURAS
P1	SIM	X			
P2	SIM		X		
P3	SIM	X			
P4	SIM		X		
P5	SIM		X		X
P6	NÃO				
P7	SIM		X		X
P8	SIM	X			
P9	SIM	X			X
P10	NÃO		-		
P11	NÃO				
P12	SIM		X		
P13	SIM	X			X
P14	NÃO				
P15	NÃO				
P16	NÃO				
P17	NÃO				
P18	NÃO				
P19	NÃO				
P20	NÃO				
P21	NÃO				
P22	NÃO				
P23	NÃO				
P24	NÃO				
P25	NÃO				
P26	NÃO				
P27	SIM	X			
P28	NÃO				
P29	SIM	X			
P30	SIM	X			
P31	SIM	X			
P32	NÃO				

**ANEXO F - IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS – 1º PAVIMENTO TIPO
(MODIFICADO)**

PRÉDIO	EDIFÍCIO 14				
PAVIMENTO	1º PAVIMENTO				
PILAR	PATOLOGIA?	FALTA DE RETILIDADE	ARMADURA EXPOSTA	FALHA DE CONCRETAGEM	ABERTURAS
P1	NÃO				
P2	NÃO				
P3	SIM			X	
P4	NÃO				
P5	NÃO				
P6	SIM	X			
P7	NÃO				
P8	SIM	X			X
P9	SIM	X			
P10	NÃO				
P11	NÃO				
P12	SIM	X			
P13	SIM	X			
P14	NÃO				
P15	NÃO				
P16	NÃO				
P17	NÃO				
P18	NÃO				
P19	NÃO				
P20	NÃO				
P21	SIM			X	
P22	SIM		X		
P23	NÃO				
P24	NÃO				
P25	SIM	X			
P26	SIM	X			
P27	NÃO				
P28	SIM	X			
P29	NÃO				
P30	SIM	X			
P31	SIM	X			
P32	SIM	X			

**ANEXO G - IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS – 2º PAVIMENTO TIPO
(MODIFICADO)**

PRÉDIO	EDIFÍCIO 14				
PAVIMENTO	2º PAVIMENTO				
PILAR	PATOLOGIA?	FALTA DE RETILINIDADE	ARMADURA EXPOSTA	FALHA DE CONCRETAGEM	ABERTURAS
P1	NÃO				
P2	NÃO				
P3	NÃO				
P4	SIM				X
P5	NÃO				
P6	SIM				X
P7	NÃO				
P8	NÃO				
P9	NÃO				
P10	NÃO				
P11	SIM				X
P12	SIM				X
P13	NÃO				
P14	NÃO				
P15	NÃO				
P16	SIM				
P17	SIM		X	X	
P18	NÃO				
P19	NÃO				
P20	NÃO				
P21	NÃO				
P22	NÃO				
P23	NÃO				
P24	NÃO				
P25	NÃO				
P26	NÃO				
P27	NÃO				
P28	NÃO				
P29	NÃO				
P30	NÃO				
P31	NÃO				
P32	NÃO				

APÊNDICE

APÊNDICE 01 - VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DOS PILARES_ DESCONSIDERAÇÃO DAS IMPERFEIÇÕES DOS ELEMENTOS

PILAR	LOCAL	POSIÇÃO	VERIFICAÇÕES				
			DISP.	ARM.	Q (%)	N.M (%)	APROV. (%)
P1	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	80,50	112,50	112,50
		EXT. INFERIOR	OK	OK	80,50	106,10	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	81,90	110,80	117,30
		EXT. INFERIOR	OK	OK	81,90	117,30	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	117,30	117,30	117,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	113,50	113,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	95,00	95,00	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	12,30	95,00	95,00
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	45,10	73,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	45,70	73,70	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	16,50	73,70	73,70	
P2	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	44,30	92,00	92,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	44,30	89,20	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	46,30	101,40	104,20
		EXT. INFERIOR	OK	OK	45,40	104,20	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	109,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	34,50	109,30	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	34,50	98,80	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	8,00	98,80	98,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	89,80	69,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	89,40	65,00	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	18,30	65,00	65,00	
P3	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	45,00	95,90	95,90
		EXT. INFERIOR	OK	OK	45,00	92,90	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	45,50	104,30	107,10
		EXT. INFERIOR	OK	OK	44,70	107,10	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	111,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	35,80	111,30	

		EXT. INFERIOR	OK	OK	35,80	100,80	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	7,90	100,80	100,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	92,80	70,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	92,30	65,90	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	18,90	65,90	65,90
P4	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	78,20	109,00	109,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	78,20	102,80	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	79,40	108,10	114,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	79,40	114,00	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	16,00	114,00	114,00
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	57,90	111,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	43,80	93,30	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	11,90	93,30	93,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	44,00	73,10	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	43,30	73,10	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	16,20	73,10	73,10
	P5	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,70	71,50
EXT. INFERIOR			OK	OK	33,70	69,00	
2° PISO (5,8m)		EXT. SUPERIOR	OK	OK	36,50	80,50	82,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	36,50	82,00	
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	89,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	29,50	89,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	27,60	85,80	
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	6,50	85,80	85,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	42,20	60,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	42,10	63,30	
FUNDAÇÃO (-1,2m)		-	N.P	N.P	11,10	63,30	63,30
P6		3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	31,80	68,00
	EXT. INFERIOR		OK	OK	31,80	65,60	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,70	78,00	79,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	33,70	79,60	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	88,30

		EXT. SUPERIOR	OK	OK	23,80	88,30		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	20,80	84,80		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	5,80	84,80	84,80	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	39,30	60,00		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	38,00	61,20		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	10,60	61,20	61,20	
P7	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	54,80	102,40	102,40	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	54,80	99,10		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	55,70	114,40	118,30	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	55,70	118,30		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	120,20	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	44,10	120,20		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	44,10	105,50		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	-	-	77,00	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	X	77,00		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	X	71,10		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	22,00	71,10	71,10	
	P8	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	31,20	57,70	57,70
			EXT. INFERIOR	OK	OK	31,20	57,40	
		2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	34,40	85,20	87,70
EXT. INFERIOR			OK	OK	32,90	87,70		
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	116,10	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	24,60	115,90		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	24,30	116,10		
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	6,00	116,10	116,10	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	20,70	82,10		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	20,70	82,30		
FUNDAÇÃO (-1,2m)		-	N.P	N.P	8,70	84,30	84,30	
P9	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,60	62,00	62,00	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	33,50	61,70		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	36,70	88,80	91,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	36,00	91,20		

	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	119,30	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	24,80	119,30		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	24,10	119,20		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	6,70	119,20	119,20	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	21,50	84,30		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	21,50	84,30		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	8,70	84,30	84,30	
P10	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	39,20	97,80	97,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	39,20	93,80		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	40,90	114,40	118,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	40,90	118,50		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	131,00	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	29,00	131,00		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	23,40	127,90		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	7,30	127,90	127,90	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	31,20	115,50		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	31,20	115,60		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	12,60	115,60	115,60	
	P11	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	37,30	82,50	82,50
			EXT. INFERIOR	OK	OK	36,80	78,90	
2° PISO (5,8m)		EXT. SUPERIOR	OK	OK	38,00	97,70	101,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	38,00	101,20		
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	111,80	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	28,00	111,80		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	23,60	108,40		
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	7,90	108,40	108,40	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	29,90	96,10		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	29,90	96,20		
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	12,00	96,20	96,20		
P12	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	48,40	99,20	99,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	48,40	96,20		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	49,70	110,60	114,30	

		EXT. INFERIOR	OK	OK	49,70	114,30		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	118,50	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	40,00	118,50		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	40,00	104,80		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	-	-	75,90	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	X	75,90		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	X	68,90		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	20,80	68,90	68,90	
P13	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	81,60	114,00	114,00	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	81,60	109,60		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	80,40	121,30	125,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	80,40	125,20		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	127,00	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	63,50	127,00		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	55,20	112,90		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	13,00	112,90	112,90	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	95,20	81,20		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	85,00	77,20		
		FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	21,60	77,20	77,20
	P14	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	22,10	67,00	67,50
EXT. INFERIOR			OK	OK	19,50	67,50		
2° PISO (5,8m)		EXT. SUPERIOR	OK	OK	21,30	92,60	94,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	20,40	94,20		
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	120,20	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	17,20	120,20		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	17,10	119,90		
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	6,10	119,90	119,90	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	15,10	107,20		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	15,10	107,40		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	6,10	107,40	107,40	
P15	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,90	78,40	81,10	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	30,90	81,10		

	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	32,00	106,80	108,00	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	31,40	108,00		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	126,50	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	19,60	126,50		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	20,30	126,30		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	7,40	126,30	126,30	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	9,00	109,80		
EXT. INFERIOR		OK	OK	9,00	110,10			
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	3,60	110,10	110,10		
P16	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	30,40	50,50	50,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	28,30	44,00		
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	24,80	58,40	58,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	24,80	58,70		
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	71,50	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	20,40	71,50		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	18,20	71,50		
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	4,80	71,50	71,50	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,10	67,40		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	33,10	68,30		
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	13,30	68,30	68,30	
	P17	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	76,70	109,80	109,80
			EXT. INFERIOR	OK	OK	76,70	105,40	
2° PISO (5,8m)		EXT. SUPERIOR	OK	OK	76,70	114,60	119,30	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	76,70	119,30		
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	121,30	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	63,60	121,30		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	57,20	108,60		
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	12,90	108,60	108,60	
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	82,90	72,90		
		EXT. INFERIOR	OK	OK	75,00	70,10		
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	18,50	70,10	70,10		
P18	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	14,90	62,70	66,40	

	2° PISO (5,8m)	EXT. INFERIOR	OK	OK	13,30	66,40	93,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	16,80	92,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	15,40	93,30	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	116,00
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	14,40	115,10	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	15,10	116,00	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	5,30	116,00	116,00
EXT. SUPERIOR		OK	OK	15,40	104,60		
EXT. INFERIOR		OK	OK	15,40	104,90		
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	6,00	104,90	104,90	
P19	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	46,50	87,60	87,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	46,70	87,00	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	44,10	108,90	110,80
		EXT. INFERIOR	OK	OK	44,20	110,80	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	126,40
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	30,20	124,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	27,60	126,40	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	9,10	126,40	126,40
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	18,60	108,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	18,60	108,00	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	7,50	108,00	108,00	
P20	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	61,10	103,10	103,10
		EXT. INFERIOR	OK	OK	59,10	91,90	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	55,00	89,30	94,10
		EXT. INFERIOR	OK	OK	55,00	94,10	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	99,50
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	40,80	99,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	40,80	84,80	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	8,20	84,80	84,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,30	71,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	33,30	72,00	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	13,40	72,00	72,00	

P21	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	52,80	103,30	103,30
		EXT. INFERIOR	OK	OK	52,30	100,40	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	53,20	114,10	118,10
		EXT. INFERIOR	OK	OK	53,10	118,10	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	120,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	41,50	120,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	41,50	107,70	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	-	-	77,60
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	X	77,60	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	X	71,20	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	22,00	71,20	71,20	
P22	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	37,20	90,70	90,70
		EXT. INFERIOR	OK	OK	37,20	87,40	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	39,00	109,20	112,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	39,00	112,60	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	126,40
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	27,50	126,40	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	22,40	124,90	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	6,80	124,90	124,90
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	31,20	112,90	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	31,20	113,00	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	12,50	113,00	113,00	
P23	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	36,80	87,50	87,50
		EXT. INFERIOR	OK	OK	36,80	85,00	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	38,40	108,00	111,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	38,40	111,00	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	125,70
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	26,70	125,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	22,00	125,20	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	6,70	125,20	125,20
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,60	114,00	
EXT. INFERIOR		OK	OK	33,60	113,90		

	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	13,50	113,90	113,90
P24	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	22,40	58,80	60,50
		EXT. INFERIOR	OK	OK	21,90	60,50	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	22,70	91,50	93,30
		EXT. INFERIOR	OK	OK	22,10	93,30	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	121,20
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	17,00	120,70	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	16,00	121,20	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	5,00	121,20	121,20
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	26,10	89,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	26,10	89,40	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	10,50	89,40	89,40	
P25	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	22,90	59,50	62,20
		EXT. INFERIOR	OK	OK	22,33	62,20	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	22,70	93,70	95,40
		EXT. INFERIOR	OK	OK	21,70	95,40	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	122,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	16,20	122,40	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	15,30	122,80	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	5,00	122,80	122,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	27,60	91,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	27,60	90,70	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	11,10	90,70	90,70	
P26	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	50,20	99,40	99,40
		EXT. INFERIOR	OK	OK	49,70	96,30	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	48,40	109,20	112,90
		EXT. INFERIOR	OK	OK	48,40	112,90	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	116,60
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	39,10	116,60	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	39,10	104,60	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	-	-	75,10
EXT. SUPERIOR		OK	OK	X	75,10		

		EXT. INFERIOR	OK	OK	X	68,60	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	21,00	68,60	68,60
P27	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	29,40	68,60	68,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	29,40	66,50	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	32,10	78,70	80,10
		EXT. INFERIOR	OK	OK	32,10	80,10	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	88,50
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	25,80	88,50	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	24,20	83,90	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	6,00	83,90	83,90
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	41,10	59,90	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	41,20	62,60	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	10,90	62,60	62,60	
P28	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	25,90	65,60	65,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	25,90	63,50	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	27,90	76,30	77,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	27,80	77,60	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	86,60
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	19,70	86,60	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	19,10	86,00	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	5,00	86,00	86,00
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	38,80	58,60	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	37,80	59,40	
FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	10,50	59,70	59,70	
P29	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	63,60	121,70	121,70
		EXT. INFERIOR	OK	OK	63,60	113,70	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	65,70	115,20	122,30
		EXT. INFERIOR	OK	OK	65,70	122,30	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	13,20	122,30	122,30
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	74,50	119,00	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	35,20	99,70	
BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	9,90	99,70	99,70	

		EXT. SUPERIOR	OK	OK	33,20	77,40	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	35,30	78,30	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	12,80	78,30	78,30
P30	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	42,00	91,20	91,20
		EXT. INFERIOR	OK	OK	42,00	88,50	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	42,20	101,40	104,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	42,20	104,00	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	-	-	110,10
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	34,40	110,10	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	34,40	99,00	
	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	7,60	99,00	99,00
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	89,20	70,20	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	87,70	65,90	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	18,20	65,90	65,90
	P31	3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	42,20	93,10
EXT. INFERIOR			OK	OK	41,90	90,00	
2° PISO (5,8m)		EXT. SUPERIOR	OK	OK	43,00	101,40	104,00
		EXT. INFERIOR	OK	OK	43,00	104,00	
1° PISO (2,9M)		2,9 m	-	-	-	-	109,80
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	35,10	109,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	35,10	98,50	
BALDRAME (0,0M)		0,0 m	-	-	7,30	98,50	98,50
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	92,20	70,40	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	91,70	65,40	
FUNDAÇÃO (-1,2m)		-	N.P	N.P	18,80	65,40	65,40
P32		3° PISO (8,7m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	62,60	120,00
	EXT. INFERIOR		OK	OK	62,60	111,70	
	2° PISO (5,8m)	EXT. SUPERIOR	OK	OK	64,30	112,90	119,60
		EXT. INFERIOR	OK	OK	64,30	119,60	
	1° PISO (2,9M)	2,9 m	-	-	12,90	119,60	119,60
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	44,80	117,30	
EXT. INFERIOR		OK	OK	32,70	98,10		

	BALDRAME (0,0M)	0,0 m	-	-	9,60	98,10	98,10
		EXT. SUPERIOR	OK	OK	32,70	76,80	
		EXT. INFERIOR	OK	OK	33,60	77,50	
	FUNDAÇÃO (-1,2m)	-	N.P	N.P	12,60	77,50	77,50

APÊNDICE 02 - ARMAÇÃO NECESSÁRIA ÀS CONDIÇÕES ORIGINAIS DE SERVIÇO

ARMADURA EXISTENTE							
PILAR	LOCAL	ARMADURA LONGITUDINAL				ARMADURA TRANSVERSAL	ÁREA DE AÇO (cm ²)
		DIMENSÃO	CANTOS	FACE X	FACE Y		
P1	3° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P2	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P3	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P4	3° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	20x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P5	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P6	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P7	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28

	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/03	6,28
P8	3° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P9	3° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P10	3° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P11	3° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P12	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/03	5,59
P13	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P14	3° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P15	3° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P16	3° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71

	2° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	20x40	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P17	3° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x35	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x35	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x35	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P18	3° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	30x20	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P19	3° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	35x20	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P20	3° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	2° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	1° PAVIMENTO	20x40	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	TÉRREO	20x40	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/12	6,28
	FUNDAÇÃO	20x40	4Ø10	-	4Ø10	Ø5C/03	6,28
P21	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/03	5,59
P22	3° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P23	3° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P24	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14

P25	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P26	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/12	5,59
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø12,5	Ø5C/03	5,59
P27	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P28	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P29	3° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	FUNDAÇÃO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14
P30	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P31	3° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	2° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	1° PAVIMENTO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	TÉRREO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/12	4,71
	FUNDAÇÃO	15x30	4Ø10	-	2Ø10	Ø5C/03	4,71
P32	3° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	2° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	1° PAVIMENTO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	TÉRREO	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/12	3,14
	fundação	20x35	4Ø10	-	-	Ø5C/03	3,14

APÊNDICE 03 - REFORÇO PROPOSTO PARA PILARES SEM DESAPRUMO

PILAR	NÍVEL	ÁREA DE AÇO			REFORÇO PROPOSTO		
		INICIAL	SOLICIT.	REFORÇO	DIMENSÃO	AR. LONG.	AR. TRANS.
P2	3º PAVIMENTO	4,71	4,71	0,00	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	4,71	6,28	1,57	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	4,71	6,28	1,57	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	4,71	6,28	1,57	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	4,71	6,28	1,57	20X35	4Ø10	Ø5C/12
P4	3º PAVIMENTO	4,71	6,48	1,77	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	4,71	6,48	1,77	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	4,71	6,48	1,77	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	4,71	6,48	1,77	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	4,71	6,48	1,77	25X35	4Ø10	Ø5C/12
P7	3º PAVIMENTO	6,28	7,36	1,08	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	6,28	10,49	4,21	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	6,28	10,49	4,21	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	6,28	10,49	4,21	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	6,28	10,49	4,21	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
P10	3º PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	25X40	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	3,14	6,48	3,34	25X40	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	3,14	9,61	6,47	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	9,61	6,47	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	9,61	6,47	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
P11	3º PAVIMENTO	4,71	4,71	0,00	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	4,71	5,59	0,88	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	4,71	7,36	2,65	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	4,71	7,36	2,65	25X35	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	4,71	7,36	2,65	25X35	4Ø10	Ø5C/12
P14	3º PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	3,14	6,28	3,14	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	6,28	3,14	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	6,28	3,14	35X25	4Ø10	Ø5C/12
P15	3º PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	40X25	4Ø10	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	3,14	4,71	1,57	40X25	4Ø10	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	3,14	7,85	4,71	40X25	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	7,85	4,71	40X25	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	7,85	4,71	40X25	4Ø12,5	Ø5C/12
P17	3º PAVIMENTO	4,71	8,04	3,33	20X40	4Ø12,5	Ø5C/12
	2º PAVIMENTO	4,71	8,04	3,33	20X40	4Ø12,5	Ø5C/12
	1º PAVIMENTO	4,71	8,04	3,33	20X40	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	4,71	8,04	3,33	20X40	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	4,71	8,04	3,33	20X40	4Ø12,5	Ø5C/12

P18	3° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	3,14	5,59	2,45	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	5,59	2,45	35X25	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	5,59	2,45	35X25	4Ø10	Ø5C/12
P19	3° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	40X25	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	3,14	4,91	1,77	40X25	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	3,14	8,04	4,90	40X25	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	8,04	4,90	40X25	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	8,04	4,90	40X25	6Ø12,5	Ø5C/12
P20	3° PAVIMENTO	6,28	7,36	1,08	25X45	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	6,28	7,36	1,08	25X45	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	6,28	7,36	1,08	25X45	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	6,28	7,36	1,08	25X45	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	6,28	7,36	1,08	25X45	4Ø10	Ø5C/12
P21	3° PAVIMENTO	5,59	6,48	0,88	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	5,59	9,61	4,02	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	5,59	9,61	4,02	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	5,59	9,61	4,02	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	5,59	9,61	4,02	20X35	4Ø12,5	Ø5C/12
P22	3° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	25X40	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	3,14	8,05	4,91	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	3,14	8,05	4,91	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	8,05	4,91	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	8,05	4,91	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
P23	3° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	25X40	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	3,14	4,91	1,77	25X40	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	3,14	8,04	4,90	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	8,04	4,90	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	8,04	4,90	25X40	6Ø12,5	Ø5C/12
P24	3° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	3,14	3,14	0,00	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	3,14	6,28	3,14	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	3,14	6,28	3,14	20X35	4Ø10	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	3,14	6,28	3,14	20X35	4Ø10	Ø5C/12

**APÊNDICE 04 - CÁLCULO DA ÁREA DE AÇO DEMANDADA AOS PILARES
COM IMPERFEIÇÕES GEOMÉTRICAS**

(PARTE 01/08)

Pilar	NÍVEL	Dimensão		Dados				
		Eixo X	Eixo Y	N_K (kN)	M.base (X)	M.base (Y)	Altura	Resist.
		(cm)	(cm)	(kN)	(kN.m)	(kN.m)	(cm)	(MPa)
P1	1° PAVIMENTO	20	30	364,30	21,80	20,40	290,0	15,0
	TÉRREO	20	30	423,10	13,40	17,20	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	20	30	423,10	4,80	8,90	290,0	15,0
P3	1° PAVIMENTO	15	30	185,90	2,80	15,50	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	220,70	6,60	13,90	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	220,70	0,90	6,60	290,0	15,0
P6	2° PAVIMENTO	15	30	117,10	9,10	8,50	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	163,00	8,10	9,80	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	196,80	7,10	9,30	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	196,80	2,50	4,60	290,0	15,0
P8	2° PAVIMENTO	15	35	192,30	11,50	11,00	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	35	261,50	9,10	14,50	290,0	15,0
	TÉRREO	15	35	304,10	10,30	8,80	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	35	304,10	5,90	7,10	290,0	15,0
P9	2° PAVIMENTO	15	35	197,60	12,10	11,00	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	35	269,00	9,20	14,80	290,0	15,0
	TÉRREO	15	35	311,70	10,60	14,80	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	35	311,70	6,00	7,30	290,0	15,0
P12	2° PAVIMENTO	15	30	164,10	3,40	17,20	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	213,80	2,80	17,60	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	265,20	2,30	8,20	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	265,20	2,30	7,10	290,0	15,0
P13	2° PAVIMENTO	15	30	174,40	17,00	13,50	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	221,80	15,20	14,70	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	273,10	11,60	11,20	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	273,10	4,60	6,50	290,0	15,0
P25	2° PAVIMENTO	15	30	186,70	6,40	10,60	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	249,30	6,30	13,40	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	298,30	6,50	13,40	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	298,30	5,30	7,00	290,0	15,0
P26	2° PAVIMENTO	15	30	159,40	5,00	16,50	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	208,60	3,50	17,10	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	245,80	0,90	8,70	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	245,80	0,60	7,10	290,0	15,0
P27	1° PAVIMENTO	15	30	152,50	7,40	10,00	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	194,50	7,40	9,60	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	194,50	4,50	4,50	290,0	15,0
P28	2° PAVIMENTO	15	30	109,50	7,10	8,70	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	162,60	4,40	9,80	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	191,40	5,80	9,30	290,0	15,0

	FUNDAÇÃO	15	30	191,40	2,60	4,50	290,0	15,0
P29	1° PAVIMENTO	20	35	407,50	26,00	21,20	290,0	15,0
	TÉRREO	20	35	467,60	15,60	18,50	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	20	35	467,60	4,80	9,80	290,0	15,0
P30	2° PAVIMENTO	15	30	136,30	3,10	14,70	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	189,00	2,70	15,30	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	237,60	6,00	13,70	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	237,60	2,80	6,20	290,0	15,0
P31	2° PAVIMENTO	15	30	131,80	3,10	14,80	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	15	30	184,50	2,60	15,30	290,0	15,0
	TÉRREO	15	30	219,00	5,80	13,70	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	15	30	219,00	0,90	6,50	290,0	15,0
P32	2° PAVIMENTO	20	35	290,60	25,40	20,70	290,0	15,0
	1° PAVIMENTO	20	35	403,80	25,40	21,20	290,0	15,0
	TÉRREO	20	35	463,40	14,70	18,20	290,0	15,0
	FUNDAÇÃO	20	35	463,40	4,50	9,70	290,0	15,0

(PARTE 02/08)

Pilar	NÍVEL	Esforços Solicitantes						
		Força normal de cálculo			$M_{1d,A,x}$	$M_{1d,A,y}$	$M_{1d,B,x}$	$M_{1d,B,y}$
		y_n	y_f	N_d (kN)	(kN.cm)	(kN.cm)	(kN.m)	(kN.m)
P1	1° PAVIMENTO	1,0	1,4	510,0	3455,05	3315,05	-3455,05	-3315,05
	TÉRREO	1,0	1,4	592,3	2820,85	3200,85	-2820,85	-3200,85
	FUNDAÇÃO	1,0	1,4	592,3	1960,85	2370,85	-1960,85	-2370,85
P3	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	312,3	930,65	2200,65	-930,65	-2200,65
	TÉRREO	1,2	1,4	370,8	1432,45	2162,45	-1432,45	-2162,45
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	370,8	862,45	1432,45	-862,45	-1432,45
P6	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	196,7	1319,85	1259,85	-1319,85	-1259,85
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	273,8	1380,50	1550,50	-1380,50	-1550,50
	TÉRREO	1,2	1,4	330,6	1398,80	1618,80	-1398,80	-1618,80
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	330,6	938,80	1148,80	-938,80	-1148,80
P8	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	323,1	1823,05	1773,05	-1823,05	-1773,05
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	439,3	1825,25	2365,25	-1825,25	-2365,25
	TÉRREO	1,2	1,4	510,9	2094,35	1944,35	-2094,35	-1944,35
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	510,9	1654,35	1774,35	-1654,35	-1774,35
P9	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	332,0	1901,60	1791,60	-1901,60	-1791,60
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	451,9	1861,50	2421,50	-1861,50	-2421,50
	TÉRREO	1,2	1,4	523,7	2150,95	2570,95	-2150,95	-2570,95
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	523,7	1690,95	1820,95	-1690,95	-1820,95
P12	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	275,7	914,35	2294,35	-914,35	-2294,35
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	359,2	1028,30	2508,30	-1028,30	-2508,30
	TÉRREO	1,2	1,4	445,5	1158,20	1748,20	-1158,20	-1748,20
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	445,5	1158,20	1638,20	-1158,20	-1638,20
P13	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	293,0	2310,40	1960,40	-2310,40	-1960,40
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	372,6	2296,30	2246,30	-2296,30	-2246,30
	TÉRREO	1,2	1,4	458,8	2115,85	2075,85	-2115,85	-2075,85
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	458,8	1415,85	1605,85	-1415,85	-1605,85

P25	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	313,7	1293,45	1713,45	-1293,45	-1713,45
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	418,8	1502,55	2212,55	-1502,55	-2212,55
	TÉRREO	1,2	1,4	501,1	1694,05	2384,05	-1694,05	-2384,05
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	501,1	1574,05	1744,05	-1574,05	-1744,05
P26	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	267,8	1057,90	2207,90	-1057,90	-2207,90
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	350,4	1080,10	2440,10	-1080,10	-2440,10
	TÉRREO	1,2	1,4	412,9	950,30	1730,30	-950,30	-1730,30
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	412,9	920,30	1570,30	-920,30	-1570,30
P27	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	256,2	1273,75	1533,75	-1273,75	-1533,75
	TÉRREO	1,2	1,4	326,8	1420,75	1640,75	-1420,75	-1640,75
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	326,8	1130,75	1130,75	-1130,75	-1130,75
P28	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	184,0	1093,25	1253,25	-1093,25	-1253,25
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	273,2	1009,10	1549,10	-1009,10	-1549,10
	TÉRREO	1,2	1,4	321,6	1249,90	1599,90	-1249,90	-1599,90
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	321,6	929,90	1119,90	-929,90	-1119,90
P29	1° PAVIMENTO	1,0	1,4	570,5	4026,25	3546,25	-4026,25	-3546,25
	TÉRREO	1,0	1,4	654,6	3196,60	3486,60	-3196,60	-3486,60
	FUNDAÇÃO	1,0	1,4	654,6	2116,60	2616,60	-2116,60	-2616,60
P30	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	229,0	787,05	1947,05	-787,05	-1947,05
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	317,5	931,50	2191,50	-931,50	-2191,50
	TÉRREO	1,2	1,4	399,2	1431,60	2201,60	-1431,60	-2201,60
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	399,2	1111,60	1451,60	-1111,60	-1451,60
P31	2° PAVIMENTO	1,2	1,4	221,4	771,30	1941,30	-771,30	-1941,30
	1° PAVIMENTO	1,2	1,4	310,0	905,75	2175,75	-905,75	-2175,75
	TÉRREO	1,2	1,4	367,9	1346,50	2136,50	-1346,50	-2136,50
	FUNDAÇÃO	1,2	1,4	367,9	856,50	1416,50	-856,50	-1416,50
P32	2° PAVIMENTO	1,0	1,4	406,8	3557,10	3087,10	-3557,10	-3087,10
	1° PAVIMENTO	1,0	1,4	565,3	3953,30	3533,30	-3953,30	-3533,30
	TÉRREO	1,0	1,4	648,8	3091,90	3441,90	-3091,90	-3441,90
	FUNDAÇÃO	1,0	1,4	648,8	2071,90	2591,90	-2071,90	-2591,90

(PARTE 03/08)

Pilar	NÍVEL	índice de esbeltez		Momento fletor mínimo			
		l_x	l_y	$M_{1d,min,x}$	$e_{1,min,x}$	$M_{1d,min,y}$	$e_{1,min,y}$
		Adimensional		(kN.cm)	(cm)	(kN.cm)	(cm)
P1	1° PAVIMENTO	50,17	33,45	1071,04	2,10	1224,05	2,40
	TÉRREO	50,17	33,45	1243,91	2,10	1421,62	2,40
	FUNDAÇÃO	50,17	33,45	1243,91	2,10	1421,62	2,40
P3	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	609,01	1,95	749,55	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	723,01	1,95	889,86	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	723,01	1,95	889,86	2,40
P6	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	383,62	1,95	472,15	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	533,99	1,95	657,22	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	644,72	1,95	793,50	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	644,72	1,95	793,50	2,40
P8	2° PAVIMENTO	66,89	28,67	629,97	1,95	823,81	2,55
	1° PAVIMENTO	66,89	28,67	856,67	1,95	1120,27	2,55

	TÉRREO	66,89	28,67	996,23	1,95	1302,76	2,55
	FUNDAÇÃO	66,89	28,67	996,23	1,95	1302,76	2,55
P9	2° PAVIMENTO	66,89	28,67	647,34	1,95	846,52	2,55
	1° PAVIMENTO	66,89	28,67	881,24	1,95	1152,40	2,55
	TÉRREO	66,89	28,67	1021,13	1,95	1335,32	2,55
	FUNDAÇÃO	66,89	28,67	1021,13	1,95	1335,32	2,55
P12	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	537,59	1,95	661,65	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	700,41	1,95	862,04	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	868,80	1,95	1069,29	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	868,80	1,95	1069,29	2,40
P13	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	571,33	1,95	703,18	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	726,62	1,95	894,30	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	894,68	1,95	1101,14	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	894,68	1,95	1101,14	2,40
P25	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	611,63	1,95	752,77	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	816,71	1,95	1005,18	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	977,23	1,95	1202,75	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	977,23	1,95	1202,75	2,40
P26	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	522,19	1,95	642,70	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	683,37	1,95	841,08	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	805,24	1,95	991,07	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	805,24	1,95	991,07	2,40
P27	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	499,59	1,95	614,88	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	637,18	1,95	784,22	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	637,18	1,95	784,22	2,40
P28	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	358,72	1,95	441,50	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	532,68	1,95	655,60	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	627,03	1,95	771,72	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	627,03	1,95	771,72	2,40
P29	1° PAVIMENTO	50,17	28,67	1198,05	2,10	1454,78	2,55
	TÉRREO	50,17	28,67	1374,74	2,10	1669,33	2,55
	FUNDAÇÃO	50,17	28,67	1374,74	2,10	1669,33	2,55
P30	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	446,52	1,95	549,56	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	619,16	1,95	762,05	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	778,38	1,95	958,00	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	778,38	1,95	958,00	2,40
P31	2° PAVIMENTO	66,89	33,45	431,78	1,95	531,42	2,40
	1° PAVIMENTO	66,89	33,45	604,42	1,95	743,90	2,40
	TÉRREO	66,89	33,45	717,44	1,95	883,01	2,40
	FUNDAÇÃO	66,89	33,45	717,44	1,95	883,01	2,40
P32	2° PAVIMENTO	50,17	28,67	854,36	2,10	1037,44	2,55
	1° PAVIMENTO	50,17	28,67	1187,17	2,10	1441,57	2,55
	TÉRREO	50,17	28,67	1362,40	2,10	1654,34	2,55
	FUNDAÇÃO	50,17	28,67	1362,40	2,10	1654,34	2,55

(PARTE 04/08)

Pilar	NÍVEL	Excent. de 1° ordem		Esbeltez limite			
		$e_{1,x}$	$e_{1,y}$	verificação de α_b			
		(cm)	(cm)	eixo x	eixo y	x	y
P1	1° PAVIMENTO	6,77	6,50	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,76	5,40	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,31	4,00	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P3	1° PAVIMENTO	2,98	7,05	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	3,86	5,83	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,33	3,86	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P6	2° PAVIMENTO	6,71	6,40	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	5,04	5,66	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,23	4,90	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,84	3,47	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P8	2° PAVIMENTO	5,64	5,49	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	4,15	5,38	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,10	3,81	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,24	3,47	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P9	2° PAVIMENTO	5,73	5,40	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	4,12	5,36	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,11	4,91	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,23	3,48	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P12	2° PAVIMENTO	3,32	8,32	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	2,86	6,98	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	2,60	3,92	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,60	3,68	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P13	2° PAVIMENTO	7,89	6,69	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	6,16	6,03	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,61	4,52	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,09	3,50	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P25	2° PAVIMENTO	4,12	5,46	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	3,59	5,28	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	3,38	4,76	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,14	3,48	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P26	2° PAVIMENTO	3,95	8,24	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	3,08	6,96	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	2,30	4,19	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,23	3,80	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P27	1° PAVIMENTO	4,97	5,99	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,35	5,02	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,46	3,46	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P28	2° PAVIMENTO	5,94	6,81	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	3,69	5,67	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	3,89	4,98	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,89	3,48	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P29	1° PAVIMENTO	7,06	6,22	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40

	TÉRREO	4,88	5,33	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,23	4,00	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P30	2° PAVIMENTO	3,44	8,50	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	2,93	6,90	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	3,59	5,52	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,78	3,64	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P31	2° PAVIMENTO	3,48	8,77	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	2,92	7,02	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	3,66	5,81	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	2,33	3,85	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
P32	2° PAVIMENTO	8,74	7,59	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	1° PAVIMENTO	6,99	6,25	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	TÉRREO	4,77	5,31	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40
	FUNDAÇÃO	3,19	4,00	cálculo de α_b	cálculo de α_b	0,40	0,40

(PARTE 05/08)

Pilar	NÍVEL	Esbeltez limite			
		$l_{1,x}$ calculado	$l_{1,y}$ calculado	$l_{1,x}$ adotado	$l_{1,y}$ adotado
		Adimensional			
P1	1° PAVIMENTO	73,08	69,27	73,08	69,27
	TÉRREO	69,94	68,13	69,94	68,13
	FUNDAÇÃO	67,67	66,67	67,67	66,67
P3	1° PAVIMENTO	68,71	69,84	68,71	69,84
	TÉRREO	70,55	68,58	70,55	68,58
	FUNDAÇÃO	67,35	66,52	67,35	66,52
P6	2° PAVIMENTO	76,48	69,17	76,48	69,17
	1° PAVIMENTO	73,00	68,40	73,00	68,40
	TÉRREO	71,31	67,60	71,31	67,60
	FUNDAÇÃO	68,42	66,12	68,42	66,12
P8	2° PAVIMENTO	74,26	67,40	74,26	67,40
	1° PAVIMENTO	71,16	67,31	71,16	67,31
	TÉRREO	71,04	65,90	71,04	65,90
	FUNDAÇÃO	69,25	65,60	69,25	65,60
P9	2° PAVIMENTO	74,43	67,32	74,43	67,32
	1° PAVIMENTO	71,08	67,28	71,08	67,28
	TÉRREO	71,06	66,88	71,06	66,88
	FUNDAÇÃO	69,23	65,60	69,23	65,60
P12	2° PAVIMENTO	69,41	71,17	69,41	71,17
	1° PAVIMENTO	68,46	69,77	68,46	69,77
	TÉRREO	67,92	66,59	67,92	66,59
	FUNDAÇÃO	67,92	66,33	67,92	66,33
P13	2° PAVIMENTO	78,93	69,47	78,93	69,47
	1° PAVIMENTO	75,34	68,78	75,34	68,78
	TÉRREO	72,11	67,21	72,11	67,21
	FUNDAÇÃO	68,93	66,15	68,93	66,15
P25	2° PAVIMENTO	71,09	68,19	71,09	68,19

	1° PAVIMENTO	69,97	68,00	69,97	68,00
	TÉRREO	69,54	67,46	69,54	67,46
	FUNDAÇÃO	69,04	66,13	69,04	66,13
P26	2° PAVIMENTO	70,73	71,09	70,73	71,09
	1° PAVIMENTO	68,92	69,75	68,92	69,75
	TÉRREO	67,29	66,86	67,29	66,86
P27	FUNDAÇÃO	67,14	66,46	67,14	66,46
	1° PAVIMENTO	72,86	68,74	72,86	68,74
	TÉRREO	71,56	67,73	71,56	67,73
P28	FUNDAÇÃO	69,71	66,10	69,71	66,10
	2° PAVIMENTO	74,88	69,60	74,88	69,60
	1° PAVIMENTO	70,20	68,41	70,20	68,41
P29	TÉRREO	70,60	67,68	70,60	67,68
	FUNDAÇÃO	68,52	66,13	68,52	66,13
	1° PAVIMENTO	73,53	68,05	73,53	68,05
P30	TÉRREO	70,13	67,26	70,13	67,26
	FUNDAÇÃO	67,55	66,07	67,55	66,07
	2° PAVIMENTO	69,66	71,36	69,66	71,36
P31	1° PAVIMENTO	68,61	69,69	68,61	69,69
	TÉRREO	69,97	68,25	69,97	68,25
	FUNDAÇÃO	68,30	66,29	68,30	66,29
P32	2° PAVIMENTO	69,76	71,63	69,76	71,63
	1° PAVIMENTO	68,59	69,81	68,59	69,81
	TÉRREO	70,12	68,55	70,12	68,55
P32	FUNDAÇÃO	67,35	66,51	67,35	66,51
	2° PAVIMENTO	76,16	69,27	76,16	69,27
	1° PAVIMENTO	73,43	68,08	73,43	68,08
P32	TÉRREO	69,95	67,24	69,95	67,24
	FUNDAÇÃO	67,49	66,07	67,49	66,07

(PARTE 06/08)

Pilar	NÍVEL	Esbetez limite	
		Análise	Análise
		Eixo X	Eixo Y
P1	1° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	TÉRREO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	FUNDAÇÃO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
P3	1° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	TÉRREO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	FUNDAÇÃO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
P6	2° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	1° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	TÉRREO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
P8	FUNDAÇÃO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	2° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
	1° PAVIMENTO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem
P8	TÉRREO	Desconsiderar efeitos de 2° ordem	Desconsiderar efeitos de 2° ordem

(PARTE 07/08)

Pilar	NÍVEL	$M_{d,tot}$				Força normal adimensiona (v)
		$M_{d,tot,x}$ (kN.cm)		$M_{d,tot,y}$ (kN.cm)		
		(kN.cm)	ok!	(kN.cm)	ok!	
P1	1° PAVIMENTO	3455,05	ok!	3315,05	ok!	0,79
	TÉRREO	2820,85	ok!	3200,85	ok!	0,92
	FUNDAÇÃO	1960,85	ok!	2370,85	ok!	0,92
P3	1° PAVIMENTO	930,65	ok!	2200,65	ok!	0,65
	TÉRREO	1432,45	ok!	2162,45	ok!	0,77
	FUNDAÇÃO	862,45	ok!	1432,45	ok!	0,77
P6	2° PAVIMENTO	1319,85	ok!	1259,85	ok!	0,41
	1° PAVIMENTO	1380,50	ok!	1550,50	ok!	0,57
	TÉRREO	1398,80	ok!	1618,80	ok!	0,69
	FUNDAÇÃO	938,80	ok!	1148,80	ok!	0,69
P8	2° PAVIMENTO	1823,05	ok!	1773,05	ok!	0,57
	1° PAVIMENTO	1825,25	ok!	2365,25	ok!	0,78
	TÉRREO	2094,35	ok!	1944,35	ok!	0,91
	FUNDAÇÃO	1654,35	ok!	1774,35	ok!	0,91
P9	2° PAVIMENTO	1901,60	ok!	1791,60	ok!	0,59
	1° PAVIMENTO	1861,50	ok!	2421,50	ok!	0,80
	TÉRREO	2150,95	ok!	2570,95	ok!	0,93
	FUNDAÇÃO	1690,95	ok!	1820,95	ok!	0,93
P12	2° PAVIMENTO	914,35	ok!	2294,35	ok!	0,57
	1° PAVIMENTO	1028,30	ok!	2508,30	ok!	0,74
	TÉRREO	1158,20	ok!	1748,20	ok!	0,92
	FUNDAÇÃO	1158,20	ok!	1638,20	ok!	0,92
P13	2° PAVIMENTO	2310,40	ok!	1960,40	ok!	0,61
	1° PAVIMENTO	2296,30	ok!	2246,30	ok!	0,77
	TÉRREO	2115,85	ok!	2075,85	ok!	0,95
	FUNDAÇÃO	1415,85	ok!	1605,85	ok!	0,95
P25	2° PAVIMENTO	1293,45	ok!	1713,45	ok!	0,65
	1° PAVIMENTO	1502,55	ok!	2212,55	ok!	0,87
	TÉRREO	1694,05	ok!	2384,05	ok!	1,04
	FUNDAÇÃO	1574,05	ok!	1744,05	ok!	1,04
P26	2° PAVIMENTO	1057,90	ok!	2207,90	ok!	0,56
	1° PAVIMENTO	1080,10	ok!	2440,10	ok!	0,73
	TÉRREO	950,30	ok!	1730,30	ok!	0,86
	FUNDAÇÃO	920,30	ok!	1570,30	ok!	0,86
P27	1° PAVIMENTO	1273,75	ok!	1533,75	ok!	0,53
	TÉRREO	1420,75	ok!	1640,75	ok!	0,68
	FUNDAÇÃO	1130,75	ok!	1130,75	ok!	0,68
P28	2° PAVIMENTO	1093,25	ok!	1253,25	ok!	0,38
	1° PAVIMENTO	1009,10	ok!	1549,10	ok!	0,57
	TÉRREO	1249,90	ok!	1599,90	ok!	0,67
	FUNDAÇÃO	929,90	ok!	1119,90	ok!	0,67
P29	1° PAVIMENTO	4026,25	ok!	3546,25	ok!	0,76
	TÉRREO	3196,60	ok!	3486,60	ok!	0,87
	FUNDAÇÃO	2116,60	ok!	2616,60	ok!	0,87

P30	2° PAVIMENTO	787,05	ok!	1947,05	ok!	0,47
	1° PAVIMENTO	931,50	ok!	2191,50	ok!	0,66
	TÉRREO	1431,60	ok!	2201,60	ok!	0,83
	FUNDAÇÃO	1111,60	ok!	1451,60	ok!	0,83
P31	2° PAVIMENTO	771,30	ok!	1941,30	ok!	0,46
	1° PAVIMENTO	905,75	ok!	2175,75	ok!	0,64
	TÉRREO	1346,50	ok!	2136,50	ok!	0,76
	FUNDAÇÃO	856,50	ok!	1416,50	ok!	0,76
P32	2° PAVIMENTO	3557,10	ok!	3087,10	ok!	0,54
	1° PAVIMENTO	3953,30	ok!	3533,30	ok!	0,75
	TÉRREO	3091,90	ok!	3441,90	ok!	0,87
	FUNDAÇÃO	2071,90	ok!	2591,90	ok!	0,87

(PARTE 08/08)

Pilar	NÍVEL	Cálculo da armação do pilar						
		μ_x	μ_y	dy/hy	dx/hx	ÁBACO	w	área de aço
		Adimensional						cm ²
P1	1° PAVIMENTO	0,27	0,17	0,10	0,15	25B	1,30	19,22
	TÉRREO	0,22	0,17	0,10	0,15	25B	1,30	19,22
	FUNDAÇÃO	0,15	0,12	0,10	0,15	25B	1,30	19,22
P3	1° PAVIMENTO	0,13	0,15	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	TÉRREO	0,20	0,15	0,10	0,20	14B	1,05	11,64
	FUNDAÇÃO	0,12	0,10	0,10	0,20	14B	0,50	5,54
P6	2° PAVIMENTO	0,18	0,09	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	1° PAVIMENTO	0,19	0,11	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	TÉRREO	0,19	0,11	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	FUNDAÇÃO	0,13	0,08	0,10	0,20	14A	0,60	6,65
P8	2° PAVIMENTO	0,22	0,09	0,09	0,20	14A	0,80	10,35
	1° PAVIMENTO	0,22	0,12	0,09	0,20	14B	0,90	11,64
	TÉRREO	0,25	0,10	0,09	0,20	14B	1,10	14,23
	FUNDAÇÃO	0,20	0,09	0,09	0,20	14B	0,80	10,35
P9	2° PAVIMENTO	0,23	0,09	0,09	0,20	14A	0,80	10,35
	1° PAVIMENTO	0,22	0,12	0,09	0,20	14B	0,90	11,64
	TÉRREO	0,25	0,13	0,09	0,20	14B	1,10	14,23
	FUNDAÇÃO	0,20	0,09	0,09	0,20	14B	0,80	10,35
P12	2° PAVIMENTO	0,13	0,16	0,10	0,20	14A	0,75	8,32
	1° PAVIMENTO	0,14	0,17	0,10	0,20	14B	1,50	16,63
	TÉRREO	0,16	0,12	0,10	0,20	14B	1,50	16,63
	FUNDAÇÃO	0,16	0,11	0,10	0,20	14B	1,30	14,42
P13	2° PAVIMENTO	0,32	0,14	0,10	0,20	14A	1,40	15,53
	1° PAVIMENTO	0,32	0,16	0,10	0,20	14B	1,50	16,63
	TÉRREO	0,29	0,14	0,10	0,20	14B	1,50	16,63
	FUNDAÇÃO	0,20	0,11	0,10	0,20	14B	0,90	9,98
P25	2° PAVIMENTO	0,18	0,12	0,10	0,20	14A	0,70	7,76
	1° PAVIMENTO	0,21	0,15	0,10	0,20	14B	0,90	9,98
	TÉRREO	0,23	0,16	0,10	0,20	14B	1,20	13,31
	FUNDAÇÃO	0,22	0,12	0,10	0,20	14B	1,00	11,09

P26	2° PAVIMENTO	0,15	0,15	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	1° PAVIMENTO	0,15	0,17	0,10	0,20	14B	0,90	9,98
	TÉRREO	0,13	0,12	0,10	0,20	14B	0,70	7,76
	FUNDAÇÃO	0,13	0,11	0,10	0,20	14B	0,70	7,76
P27	1° PAVIMENTO	0,18	0,11	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	TÉRREO	0,20	0,11	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	FUNDAÇÃO	0,16	0,08	0,10	0,20	14A	0,60	6,65
P28	2° PAVIMENTO	0,15	0,09	0,10	0,20	14A	0,30	3,33
	1° PAVIMENTO	0,14	0,11	0,10	0,20	14A	0,50	5,54
	TÉRREO	0,17	0,11	0,10	0,20	14A	0,60	6,65
	FUNDAÇÃO	0,13	0,08	0,10	0,20	14A	0,50	5,54
P29	1° PAVIMENTO	0,27	0,14	0,09	0,15	25B	1,30	22,43
	TÉRREO	0,21	0,13	0,09	0,15	25B	1,00	17,25
	FUNDAÇÃO	0,14	0,10	0,09	0,15	25B	0,60	10,35
P30	2° PAVIMENTO	0,11	0,13	0,10	0,20	14A	0,50	5,54
	1° PAVIMENTO	0,13	0,15	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	TÉRREO	0,20	0,15	0,10	0,20	14B	1,10	12,20
	FUNDAÇÃO	0,15	0,10	0,10	0,20	14B	0,70	7,76
P31	2° PAVIMENTO	0,11	0,13	0,10	0,20	14A	0,50	5,54
	1° PAVIMENTO	0,13	0,15	0,10	0,20	14A	0,80	8,87
	TÉRREO	0,19	0,15	0,10	0,20	14B	1,60	17,74
	FUNDAÇÃO	0,12	0,10	0,10	0,20	14B	1,10	12,20
P32	2° PAVIMENTO	0,24	0,12	0,09	0,15	25A	0,90	15,53
	1° PAVIMENTO	0,26	0,13	0,09	0,15	25B	1,00	17,25
	TÉRREO	0,21	0,13	0,09	0,15	25B	0,90	15,53
	FUNDAÇÃO	0,14	0,10	0,09	0,15	25B	0,90	15,53

APÊNDICE 05 - REFORÇO PROPOSTO PARA PILARES COM DESAPRUMO

PILAR	NÍVEL	DIMENSÃO ORIGINAL	ÁREA DE AÇO			REFORÇO PROPOSTO	
			INICIAL	SOLICIT.	REFORÇO	AR. LONG.	AR. TRANS.
P1	3° PAVIMENTO	20x30	4,71	7,36	2,65	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	20x30	4,71	7,36	2,65	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	20x30	4,71	19,22	14,51	8Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	20x30	4,71	19,22	14,51	8Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	20x30	4,71	19,22	14,51	8Ø16	Ø5C/12
P3	3° PAVIMENTO	15X30	4,71	4,71	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	4,71	6,28	1,57	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	4,71	8,87	4,16	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	4,71	11,64	6,93	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	4,71	5,54	0,83	6Ø12,5	Ø5C/12
P6	3° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	3,14	8,87	5,73	6Ø12,5	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	3,14	8,87	5,73	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	3,14	8,87	5,73	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	3,14	6,65	3,51	6Ø12,5	Ø5C/12
P8	3° PAVIMENTO	15X35	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12

	2° PAVIMENTO	15X35	3,14	10,35	7,21	4Ø16	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X35	3,14	11,64	8,50	6Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	15X35	3,14	14,23	11,09	6Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X35	3,14	10,35	7,21	6Ø16	Ø5C/12
P9	3° PAVIMENTO	15X35	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X35	3,14	10,35	7,21	4Ø16	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X35	3,14	11,64	8,50	6Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	15X35	3,14	14,23	11,09	6Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X35	3,14	10,35	7,21	6Ø16	Ø5C/12
P12	3° PAVIMENTO	15X30	5,59	6,48	0,88	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	5,59	8,32	2,72	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	5,59	16,63	11,04	6Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	5,59	16,63	11,04	6Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	5,59	14,42	8,82	6Ø16	Ø5C/12
P13	3° PAVIMENTO	15X30	4,71	8,04	3,33	4Ø12,5	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	4,71	15,53	10,82	6Ø16	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	4,71	16,63	11,92	6Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	4,71	16,63	11,92	6Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	4,71	9,98	5,27	6Ø16	Ø5C/12
P25	3° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	3,14	7,76	4,62	4Ø16	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	3,14	9,98	6,84	4Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	3,14	13,31	10,17	6Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	3,14	11,09	7,95	6Ø16	Ø5C/12
P26	3° PAVIMENTO	15X30	5,59	6,28	0,69	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	5,59	8,87	3,28	4Ø12,5	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	5,59	9,98	4,39	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	5,59	7,76	2,17	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	5,59	7,76	2,17	4Ø12,5	Ø5C/12
P27	3° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	3,14	8,87	5,73	6Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	3,14	8,87	5,73	6Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	3,14	6,65	3,51	6Ø12,5	Ø5C/12
P28	3° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,14	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	3,14	3,33	0,19	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	3,14	5,54	2,40	4Ø10	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	3,14	6,65	3,51	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	3,14	5,54	2,40	4Ø12,5	Ø5C/12
P29	3° PAVIMENTO	20X35	3,14	6,48	3,34	4Ø12,5	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	20X35	3,14	6,48	3,34	4Ø12,5	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	20X35	3,14	22,43	19,29	10Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	20X35	3,14	17,25	14,11	10Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	20X35	3,14	10,35	7,21	10Ø16	Ø5C/12

P30	3° PAVIMENTO	15X30	4,71	4,71	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	4,71	5,54	0,83	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	4,71	8,87	4,16	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	4,71	12,20	7,49	4Ø12,5	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	4,71	7,76	3,05	4Ø12,5	Ø5C/12
P31	3° PAVIMENTO	15X30	4,71	4,71	0,00	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	15X30	4,71	5,54	0,83	4Ø10	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	15X30	4,71	8,87	4,16	4Ø12,5	Ø5C/12
	TÉRREO	15X30	4,71	17,74	13,03	8Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	15X30	4,71	12,20	7,49	8Ø16	Ø5C/12
P32	3° PAVIMENTO	20X35	3,14	6,48	3,34	4Ø10	Ø5C/12
	2° PAVIMENTO	20X35	3,14	15,53	12,39	8Ø16	Ø5C/12
	1° PAVIMENTO	20X35	3,14	17,25	14,11	8Ø16	Ø5C/12
	TÉRREO	20X35	3,14	15,53	12,39	8Ø16	Ø5C/12
	FUNDAÇÃO	20X35	3,14	15,53	12,39	8Ø16	Ø5C/12