UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
HENRICO SPESSOTO CONCER
JOÃO BATISTA DE SOUZA JUNIOR

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DE UMIDADE EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS, RELACIONANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES NA EMEB JOÃO PAULO I - CAIC NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SANTA CATARINA

Tubarão
2018

HENRICO SPESSOTO CONCER
JOÃO BATISTA DE SOUZA JUNIOR

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DE UMIDADE EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS, RELACIONANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES NA EMEB JOÃO PAULO I - CAIC NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SANTA CATARINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Eng. Norma Beatriz Camisão Schwinden, Esp.

Tubarão
2018

HENRICO SPESSOTO CONCER
JOÃO BATISTA DE SOUZA JUNIOR

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DE UMIDADE EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS, RELACIONANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES NA EMEB JOÃO PAULO I - CAIC NO MUNICÍPIO DE TUBARÃO, SANTA CATARINA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 26 de novembro de 2018.

Professora e orientadora Eng. Norma Beatriz Camisão Schwinden, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Eng. Walter Olivier Alves
Universidade do Sul de Santa Cantarina

Wagner Luís Jeremias

Eng. Civil Wagner Luís Jeremias, Esp.

Aos nossos pais Luciano e Simone,

João Batista e Mª de Fátima,

com amor, seus filhos!

AGRADECIMENTOS

Henrico

Agradeço primeiramente aos meus pais Luciano e Simone, por me darem educação e estarem ao meu lado em todas as minhas decisões, dando-me oportunidade de estudo para garantir um futuro próspero e me motivando para ser alguém melhor a cada momento.

Agradeço a minha namorada, que esteve presente durante todo o processo deste trabalho, me dando força e coragem, acreditando na minha capacidade e estando presente nos bons e maus momentos.

A nossa professora orientadora Eng.ª Norma Beatriz Camisão, por sua paciência e dedicação durante as etapas do nosso trabalho. Ao meu parceiro de trabalho, João Batista de Souza Junior, sempre muito comprometido e atencioso, almejando o melhor resultado.

Aos meus familiares que torceram por mim e compreenderam os momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

João Batista

Agradeço primeiramente a Deus por ter iluminado todo esse caminho, me dando a oportunidade de adquirir conhecimento e engrandecer meu espírito

Em seguida, obrigado aos meus pais João Batista de Souza e Mª de Fátima Francisco de Souza, por todo apoio e dedicação em minha vida e educação, por terem me ensinado os valores para seguir em uma vida digna e honrada.

Agradeço a minha namorada Sofia Pires Mafioletti, por estar ao meu lado em toda minha jornada universitária, por se fazer de confidente e melhor amiga em todos os momentos, por ser entre todos, meu porto seguro e a pessoa com quem mais quero dividir os frutos de todo meu empenho.

A orientadora Eng.ª Norma Beatriz Camisão Schwinden, por dividir suas experiências e conhecimento conosco, tornando-se possível a elaboração deste trabalho.

Ao meu amigo e parceiro de trabalho, Henrico Spessoto Concer por dividir essa responsabilidade e por estar comprometido até o final.

Aos meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram ao longo dessa fase.

“Ver as nossas ideias tomando forma é como ver o Sol ganhando existência”

(John Frusciante).

RESUMO

O contexto inicial deste trabalho deu-se por meio da necessidade de uma recuperação na Escola Municipal de Ensino Básico João Paulo I – Centro de Atendimento Integrado a Crianças e ao Adolescente – CAIC, localizada em Tubarão, Santa Catarina, inaugurada em 1994, devido à grande incidência de manifestações patológicas oriundas de umidade e ausência de manutenção. Sendo assim, elaborou-se um estudo de caso pelos autores, que realizaram visitas periódicas à escola, com o intuito de levantar dados em torno da análise das anomalias presentes nos elementos estruturais, como pilares, vigas e lajes, abordando seu grau de criticidade. Seguiu-se a partir de pesquisas bibliográficas, relacionando autores da área, para melhor entendimento do tema em questão e assim obter resultados coerentes, indicando processos técnicos de recuperação. O estudo constatou que a edificação apresenta uma série de riscos, necessitando de recuperação imediata para evitar o agravamento dos principais pontos encontrados. Entretanto, não demonstra indícios de queda ou perda de vida humana. Para o processo de recuperação dos elementos afetados, deverão ser executadas a limpeza das calhas e a impermeabilização das lajes, além do tratamento individual dos elementos críticos.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Umidade. Elementos Estruturais. CAIC.

ABSTRACT

The initial context of this work was developed by the need of a recuperation in the EMEB João Paulo I – CAIC, located in Tubarão, Santa Catarina, inaugurated in 1994, due to the high incidence of pathological manifestations caused by humidity and lack of maintenance. Therefore, a case study was elaborated by the authors, who made periodic visits to the school, in order to collect data regarding the anomalies present in the structural elements, such as pillars, beams and slabs, addressing their criticality degree. It was followed by bibliographical research, relating authors of the area, to better understand the topic in question and thus obtain consistent results, indicating the technical processes needed to recover the structure. The study pointed that the building shows a series of risks, needing immediate recovery to avoid aggravating the main issues. However, showing no signs of falling or loss of human life. For the recovery process of the affected elements, the cleaning of the gutters, waterproofing of the ceiling, and the individual treatment of the critical elements must be done.

Keywords: Pathological Manifestations. Humidity. Structural Elements. CAIC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bloco Esportivo (Exterior) 17
Figura 2 – *Sheds* CAIC 17
Figura 3 – Bloco do Ensino Fundamental 18
Figura 4 – Bloco de Concreto Simples 19
Figura 5 – Bloco Esportivo (Interior) 21
Figura 6 – Umidade por infiltração 25
Figura 7 – Umidade por condensação 26
Figura 8 – Umidade por capilaridade ascendente 27
Figura 9 – Manta pré-fabricada asfáltica 30
Figura 10 – Preenchimento de trincas com material flexível 31
Figura 11 – Fachada refeitório e ginásio 35
Figura 12 – Maquete Virtual 3D contendo destaque dos elementos críticos 36
Figura 13 – Interior Bloco Ensino Fundamental 37
Figura 14 – Pilar Com Incidência Crítica de Umidade 42
Figura 15 – Pilar Com Incidência Regular de Umidade 43
Figura 16 – Pilar Com Incidência Mínima de Umidade 44
Figura 17 – Viga Com Incidência Crítica de Umidade 48
Figura 18 – Viga Com Incidência Regular de Umidade 49
Figura 19 – Viga Com Incidência Mínima de Umidade 49
Figura 20 – Laje Com Incidência Crítica de Umidade 54
Figura 21 – Laje Com Incidência Regular de Umidade 55
Figura 22 – Laje Com Incidência Mínima de Umidade 56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade 45
Gráfico 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade 50
Gráfico 3 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade 57
Gráfico 4 – Análise Geral do Elementos Estruturais Quanto à Criticidade 57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto a Criticidade 38
Tabela 2 – Análise das Vigas Quanto a Criticidade 45
Tabela 3 – Análise das Lajes Quanto a Criticidade 50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CAIC - Centro de Atendimento Integrado a Crianças e ao Adolescente.

CIAC - Centro Integrado de Atendimento a Crianças.

EMEB - Escola Municipal de Ensino Básico.

NBR - Normas Brasileiras.

PRONAICA - Programa Nacional de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente.

PPP - Plano Político Pedagógico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA 12
1.2 OBJETIVOS 13
1.2.1 Objetivo geral 13
1.2.2 Objetivos específicos 13
1.3 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA E SOCIAL DA PESQUISA 13
1.4 IDENTIFICAÇÃO DO TEMA 14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1 ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO BÁSICO JOÃO PAULO I – CAIC 15
2.1.1 Projeto arquitetônico modelo 16
2.1.2 Dos materiais 18
2.1.2.1 Argamassa armada 18
2.1.2.2 Blocos de concreto 19
2.1.2.3 Estruturas metálicas 20
2.2 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES 21
2.2.1 Patologia na argamassa armada 22
2.2.2 Manifestações oriundas de umidade 22
2.2.3 Classificação das manifestações oriundas de umidade 23
2.2.3.1 Umidade decorrente de intempéries 24
2.2.3.2 Umidade por infiltração 24
2.2.3.3 Umidade por condensação 26
2.2.3.4 Umidade ascendente por capilaridade 26
2.2.3.5 Umidade acidental 27
2.2.4 Métodos de recuperação 28
2.2.4.1 Reparo de eflorescência, mofo e bolor 28
2.2.4.2 Reparo de manifestações por infiltração em telhados e lajes 29
2.2.4.3 Reparo de umidade ascendente provinda do solo 31
2.2.4.4 Reparo de armadura exposta e oxidada 32
2.3 ELEMENTOS ESTRUTURAIS 32
3 METODOLOGIA DA PESQUISA 34
3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA 34
3.2 TIPO DE PESQUISA 34

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA 35
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS 35
3.5 O PROCESSO 36
4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 37
4.1 PILARES 37
4.1.1 Abordagem percentual 44
4.2 VIGAS 45
4.2.1 Abordagem percentual 50
4.3 LAJES 50
4.3.1 Abordagem percentual 56
4.4 ANÁLISE GERAL 57
4.5 RECUPERAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO 58
4.5.1 Tratamento de eflorescência 58
4.5.2 Tratamento por impermeabilização de lajes 58
4.5.3 Tratamento de elementos com armadura exposta 59
4.5.4 Limpeza de calhas entupidas 59
5 CONCLUSÃO 60
REFERÊNCIAS 62
APÊNDICES 65
APÊNDICE A – PLANTA BAIXA - TÉRREO 66
APÊNDICE B – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR 67
APÊNDICE C – PLANTA BAIXA - TÉRREO (PILARES) 68
APÊNDICE D – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (PILARES) 69
APÊNDICE E – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (PILARES) 70
APÊNDICE F – PLANTA BAIXA - TÉRREO (VIGAS) 71
APÊNDICE G – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (VIGAS) 72
APÊNDICE H – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (VIGAS) 73
APÊNDICE I – PLANTA BAIXA - TÉRREO (LAJES) 74
APÊNDICE J – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (LAJES) 75
APÊNDICE K – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (LAJES) 76

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como tema principal o levantamento das manifestações patológicas decorrentes de umidade em elementos estruturais na Escola Municipal de Ensino Básico João Paulo I em Tubarão, Santa Catarina. A obra pública decorrente do Projeto Minha Gente está há mais de 20 anos em fase de uso.

Por meio de referências bibliográficas, foram realizados estudos, referente às avarias patológicas e aos meios de saná-las, com a finalidade de aprofundar o conhecimento na área, abordando assim uma pesquisa mais clara e concreta, a fim de expor resultados coerentes.

Sendo assim, é importante para esse estudo de caso ressaltar as principais anomalias decorrentes do tempo, falta de manutenção, má execução e entre outros fatores que influenciaram o surgimento de tais degradações, analisando-se possíveis soluções para cada item em questão.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

A engenharia tem sido um dos pilares da sociedade desde os primórdios da existência humana, provendo abrigo e proteção, sendo assim essencial para o desenvolvimento. Com o passar dos tempos, buscando novos parâmetros estéticos e métodos construtivos, surgiu a necessidade do aprimoramento de tecnologias para o avanço das construções.

Mesmo com tamanha evolução, ainda nos dias de hoje, as construções sofrem anomalias devido à falta de manutenção, erros de projeto e execução, agentes externos e outros fatores, sendo tais danos denominados manifestações patológicas. As mesmas além de causarem danos estéticos, podem prejudicar a saúde de indivíduos em seu meio e ainda a sua própria estrutura.

Devido a estudos priorizando a gravidade dessas manifestações, surgiram diversas técnicas para reverter essas irregularidades, fazendo com que cada tipo de problema tenha mais de uma solução.

Tendo isso em vista, o tema abordado **levanta as principais ocorrências patológicas derivadas de umidade em elementos estruturais e relaciona possíveis soluções na EMEB João Paulo I - CAIC em Tubarão, Santa Catarina, no segundo semestre de 2018.**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Proceder o diagnóstico dos problemas patológicos motivados por presença de umidade em elementos estruturais, relacionando possíveis soluções para a sua recuperação na EMEB João Paulo I – CAIC, no município de Tubarão, Santa Catarina, visando uma futura reforma na mesma.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Elaborar referencial teórico abrangendo os diversos tipos de manifestações patológicas oriundas de umidade e estratégias de recuperação;

b) Realizar levantamento das ocorrências classificando-as quanto ao grau de criticidade;

c) Identificar o agente causador de manifestações patológicas oriundas de umidade nos elementos estruturais da edificação em estudo;

d) Propor soluções para a recuperação.

1.3 RELEVÂNCIA CIENTÍFICA E SOCIAL DA PESQUISA

As edificações, por mais bem construídas que o forem, podem apresentar, no decorrer do tempo, um conjunto de ocorrências patológicas que, em muitos casos, prejudicam a funcionalidade do prédio. As construções escolares não fogem desse contexto, se tratando de locais de grande concentração de pessoas, exigem um cuidado e monitoramento constantes. A escola investigada pertence a esse cenário e o estudo caracteriza a relevância social.

Simultaneamente, ao apresentar-se os resultados da pesquisa, entidades governamentais, construtores, pesquisadores e engenheiros possuirão subsídios para discussões sobre o tema e problemas assim como ações poderão ser exercidas como objetivo de evitar que novos problemas patológicos surjam. Reside aí a relevância científica do estudo.

1.4 IDENTIFICAÇÃO DO TEMA

Após a realização da disciplina de Patologia das Edificações, com a Professora Eng. Norma Beatriz Camisão Schwinden, os autores adquiriram uma enorme admiração e curiosidade pelas manifestações patológicas e suas diversas formas de recuperação na construção civil.

Por meio de um acordo firmado entre a Unisul e a Prefeitura de Tubarão, dentro da Parceria TCC Comunidade, notou-se a necessidade da elaboração de um levantamento dessas anomalias na Escola Municipal de Ensino Básico João Paulo I – CAIC, para sua possível recuperação.

Então assumiu-se a responsabilidade de realizar o trabalho de conclusão de curso com este tema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para elaboração deste capítulo mostrou-se necessário a exposição de ideias de diversos autores, com a finalidade de levantar uma fundamentação teórica a respeito de um breve histórico do CAIC, sua arquitetura, materiais utilizados em sua edificação. Complementou-se com a definição de manifestações patológicas evidenciadas na unidade do estudo de caso, bem como soluções para sua recuperação.

2.1 ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO BÁSICO JOÃO PAULO I – CAIC

De acordo com o Plano Político Pedagógico - PPP, por meio de um termo de comodato firmado com a Prefeitura municipal de Tubarão, o empresário Santos Guglielme realizou a doação de um terreno onde foi construída a escola. No dia 10 de março de 1982 teve início de suas atividades como Grupo Escolar João Paulo I, foi nomeada – em homenagem ao Papa João Paulo I - pelo Prefeito Municipal Paulo Osny May em 12 de abril 1982 sob o Decreto nº 688/82 e foi finalmente inaugurada em 01 de maio de 1982.

Como descrito pelo mesmo documento, a edificação era composta por apenas três salas de aula, secretaria, sala da direção, cozinha, sanitários e uma área coberta. Mais tarde a escola foi ampliada e foram agregadas mais seis salas de aula. Somente em 27 de maio de 1986 o então Prefeito Municipal Miguel Ximenes de Melo Filho converte o Grupo Escolar em Escola Básica, por meio do Decreto nº 962/86.

Segundo Meneses e Santos (2001), em 1991, os então chamados de CIAC (Centros Integrados de Atendimento a Crianças), foram implantados pelo Projeto Minha Gente no governo Collor, com o intuito de dar mais assistência educacional às crianças e adolescentes. Inicialmente seriam construídas 5 mil unidades por todo o Brasil, porém mesmo após o impeachment de Fernando Collor de Melo em 1992, seu sucessor Itamar Franco deu seguimento ao Projeto Minha Gente, renomeando-o como Programa Nacional de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (Pronaica). O Ministro da Educação e do Desporto Murílio Avellar Hingel, para não desperdiçar os investimentos feitos pelo governo Collor, também deu continuidade ao projeto dos CIAC, alterando seu nome para CAIC (Centro de Atendimento Integrado a Crianças e ao Adolescente).

Pesquisas feitas por Castro (2009) afirmam que dos 5 mil CAIC propostos inicialmente, foram executadas por volta de 450 unidades distribuídas por todo país. Uma quantidade não esperada, já que o planejamento era concluir todas as obras em apenas 4 anos.

Voltando a citar o PPP, neste período a Escola Municipal de Ensino Básico João Paulo I vinha recebendo um aumento significativo no número de alunos, o qual a estrutura não suportaria, pois era impossível sua ampliação devido aos limites do terreno à época. Assim, as lideranças políticas de Tubarão juntamente com o Governo Federal passaram a buscar a possibilidade de implantação de um CAIC na região, quando se solicitou a construção no bairro Humaitá de Cima, para suprir a demanda de alunos.

O CAIC Leoclide Zandavalle – nome dado em homenagem ao cidadão e propulsor da Indústria tubaronense – foi inaugurado em 6 de março de 1994, e a Escola Básica João Paulo I passou a atuar em suas dependências.

2.1.1 Projeto arquitetônico modelo

O projeto arquitetônico do modelo CAIC, como afirma Goulart (2014), utilizado em todo Brasil, ficou a cargo do renomado arquiteto brasileiro João Filgueiras Lima, mais conhecido como Lelé, também responsável pelo projeto do Hospital Sarah Kubistschek em Brasília. Lelé teve como foco a preocupação com o clima e a utilização de elementos pré-fabricados.

> As paredes da escola são feitas de blocos de concreto levemente desencontrados permitindo que o vento atravesse as paredes, deixando-as, mesmo em dias quentes, frias. As esquadrias, pivotantes, utilizadas permitem abertura total do vão, favorecendo maior iluminação e ventilação natural. Acima das esquadrias e das paredes (que dão para os corredores) existem sempre bandeiras de vidro que abertas garantem ventilação não só nas salas, mas nos corredores internos e a passagem dos ventos para as salas do outro lado do corredor. (BRITO, 2013, p.09).

Seguindo a concepção de Goulart (2014), devido à meta exigida pelo governo na época para implantar 5 mil unidades em 4 anos, Lelé, para atender as exigências, elaborou os CAIC com argamassa armada e aço, que segundo ele, forneceria mais conforto térmico, maior resistência, possibilitando rápida execução, além de ser mais econômico.

> [...] tem sua arquitetura marcada por quatro blocos interligados entre si. O primeiro e mais marcante, que dá identidade ao CAIC, é o bloco esportivo, que com um formato triangular, determinado por sua vista, se destaca em meio ao restante do conjunto. Associado a este, em seu lado externo, encontra-se um anfiteatro a céu aberto.
> Os demais blocos, alinhados em sequência ao ginásio, não se diferem tanto entre si, dando maior harmonia ao conjunto. (CASTRO, 2009, p.102).

Na figura 1 a seguir, pode-se observar o bloco esportivo, principal ícone arquitetônico no projeto da escola.

Figura 1 – Bloco Esportivo (Exterior)

Fonte: Google Imagens, 2018.

Em concordância com Brito (2013), ambientes como refeitório e o auditório possuem grandes aberturas, visando boa ventilação e iluminação. Toda a edificação possui *sheds* projetados para maior circulação de vento, e contribuir para a iluminação.

Na imagem em sequência tem-se a visão interna e externa dos *sheds*.

Figura 2 – *Sheds* CAIC

Fonte: BRITO, Deborah Cristina Alves de 2013, p. 10.

Os *sheds* foram implantados por Lelé, como meio de aproveitar ao máximo a iluminação natural, diminuindo assim os custos com energia elétrica, além de benefícios térmicos por meio de ótima ventilação.

Na figura 3 a seguir, torna-se fácil observar a arquitetura característica de Lelé.

Figura 3 – Bloco do Ensino Fundamental

Fonte: Google Imagens, 2018.

A obra conta com diversos pensamentos baseados em pré-fabricação e rápida execução, motivos pelos quais tornaram uma escolha inteligente a utilização de argamassa armada em sua extensão, sendo este material mais econômico e flexível que o concreto armado.

2.1.2 Dos materiais

Referente aos materiais que compõem a estrutura do CAIC, tratam-se de elementos pré-moldados em argamassa armada, nas edificações onde localizam-se as salas de aulas e refeitório, o que permitiria maior rapidez e economia em sua execução. As paredes são em sua totalidade de blocos de concreto, buscando mais conforto térmico e resistência. Já o bloco esportivo possui a maior parte de sua execução em elementos metálicos.

2.1.2.1 Argamassa armada

Em concordância com Trigo (2009), a argamassa armada foi desenvolvida por Joseph Louis Lambot por volta de 1848, na França, com a intenção de suceder o uso de madeira em obras arquitetônicas e navais.

Pinheiro, et al. (2010) sustentam que a argamassa armada é composta a partir da junção de agregado miúdo e pasta de cimento, distribuídos por uma malha de barras de aço de pequenos diâmetros no decorrer de toda peça. O que o torna ideal para execução de pré-moldados leves e com pouca espessura.

> A corrosão da armadura pode ser prevenida com controle de fissuração e com o uso de adequado cobrimento da armadura, cujo valor depende do grau de agressividade do ambiente em que a estrutura for construída. (PINHEIRO, et al, 2010. p.07).

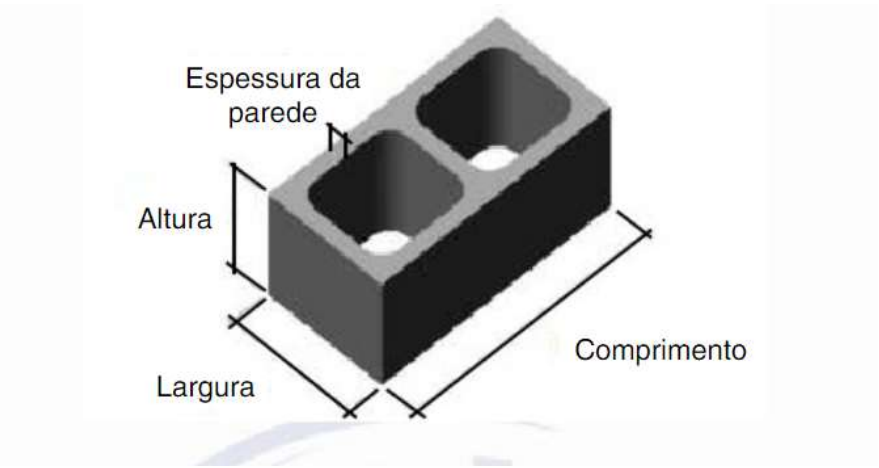
Segundo Campos (2002), o arquiteto Lelé foi um dos responsáveis pela implantação da argamassa armada no campo da industrialização, devido a suas amplas possibilidades.

O projeto CAIC possui tanto os seus pilares, quanto suas vigas em argamassa armada pré-moldada, o que proporcionou menor custo e uma maior agilidade em sua execução, já que o mesmo projeto foi utilizado como modelo em diversas regiões do Brasil.

2.1.2.2 Blocos de concreto

Os blocos de concreto, vazados, utilizados em alvenaria estrutural são utilizados com argamassa de assentamento e podem receber armadura apenas para fins de amarração, nunca utilizadas para absorção de esforços. A NBR 6136 (ABNT, 2016) afirma que os blocos de concreto simples, com ou sem função estrutural, vazados, possuem área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta, como se observa na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Bloco de Concreto Simples



Fonte: NBR 6136, ABNT 2016. p. 02.

Sendo a área líquida a seção vazada do bloco, além disso podem ser apresentados blocos em diversas dimensões.

> A construção de alvenarias estruturais em blocos de concreto é um sistema que utiliza elementos industrializados, de dimensões e peso que os tornam manuseáveis, ligados por argamassa, tornando-se um conjunto monolítico. Paredes estruturais têm como finalidade resistir ao seu próprio peso e também a outras cargas advindas de outros elementos estruturais. (CAMPOS, 2012, p.57).

Na afirmação de Campos (2012), a espessura da parede em blocos de concreto não pode ser menor que 1/20 da altura efetiva ou inferior a 14 mm.

Conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016), os blocos de concreto são classificados quanto a sua utilização e são divididos em:

- Classe A: para blocos com função estrutural, podem ser utilizados acima ou abaixo do nível do solo. Não possuem necessidade de revestimento, devendo os blocos possuírem resistência característica à compressão maior do que 6 MPa.
- Classe B: para blocos com função estrutural, devem ser utilizados apenas acima do nível do solo. Apresentam necessidade de aplicação interna ou externa com revestimento, devendo o bloco possuir resistência característica à compressão de no mínimo 4 MPa.
- Classe C: para blocos com função estrutural, devem ser utilizados apenas acima do nível do solo e resistência característica à compreensão de no mínimo 3 MPa.
- Classe D: para blocos sem função estrutural, devem ser utilizados apenas acima do nível do solo e resistência característica à compreensão de no mínimo 2 MPa.

2.1.2.3 Estruturas metálicas

No Brasil a implementação de estruturas metálicas vem crescendo com o tempo, pois o concreto armado sempre foi o processo de construção mais adotado, apesar de não ser o mais sustentável e econômico na construção.

> A tecnologia da argamassa armada e do aço também apresentam algumas vantagens significativas em relação ao concreto armado quanto à leveza, economia e transportabilidade dos componentes pré-fabricados, além de permitir uma maior flexibilidade espacial. (LELÉ, 2003, apud GUIMARÃES, 2010, p. 46).

Na afirmação de Gervásio (2006), devido ao fato do CAIC necessitar de uma edificação modelo para sua execução nacional, Lelé projetou o ginásio esportivo com pilares e cobertura de aço, sendo um material que causa menor impacto ambiental além de apresentar rápida execução.

> O aço é normalmente identificado como um material “amigo do ambiente” devido essencialmente ao seu potencial de reciclagem. No entanto, não são só os benefícios ambientais do aço que contribuem para os objetivos da construção sustentável. As estruturas metálicas apresentam características naturais que se coadunam com os requisitos da construção sustentável e que tornam este tipo de construção imbatível na realização dos mesmos. (GERVÁSIO, 2006, p.01).

Como visto na Figura 5 a seguir, o ginásio possui pilares inclinados e cobertura metálica, gerando harmonia entre as outras edificações, sendo o mesmo o ponto mais extravagante e o mais característico dos CAIC.

Figura 5 – Bloco Esportivo (Interior)

Fonte: Google Imagens, 2018.

Trazendo um design moderno para toda a edificação, o bloco esportivo triangular desperta interesse a todos, ainda nos dias de hoje.

2.2 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

Assim como na medicina, as edificações também sofrem com doenças, ou anomalias, devido a isso o termo patologia é também utilizado na construção civil. Essas manifestações são então estudadas com o intuito de obtenção de métodos construtivos e tecnológicos, para tratar, solucionar ou prevenir tais problemas nas edificações.

Segundo Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), as manifestações patológicas podem ser classificadas em quatro tipos:

- Endógenas – são originadas a partir da própria edificação, por meio de erros de projeto, material de má qualidade ou erros de execução de projeto.
- Exógenas – ocorrem por meio de terceiros, com impacto de máquinas provocadas por obras vizinhas, exposição a gases ou líquidos corrosivos;
- Naturais – gerados por meio das condições climáticas previamente analisadas ou não, aqui também entram catástrofes naturais, como ventanias, granizo, chuvas torrenciais, descargas elétricas, tremores, enchentes e outros fenômenos.
- Funcionais – se formam através do desgaste da estrutura e dos materiais que a compõem, sendo o tempo o principal fator dessa ocorrência.

Assim como o tipo de manifestação, Siqueira et al. (2009) as caracterizam também quanto à criticidade:

- Crítico: quando as manifestações apresentam riscos à saúde e a estrutura da edificação, sendo elas com efeitos consideráveis ou incorrigíveis;
- Regular: quando o comportamento da estrutura está parcialmente abalado, podendo ser corrigido com estudos e aplicações nas edificações;
- Mínimo: quando não há incidência no aumento da anomalia, sendo ela não prejudicial à saúde ou a estrutura, podendo ser corrigida com facilidade.

2.2.1 Patologia na argamassa armada

Assim como afirma Libório (1989), as manifestações patológicas que se formam em estruturas construídas com argamassa armada são: lixiviação, carbonatação e retração, além de degradação devido a fungos e eflorescência, o que ocorre do mesmo modo no concreto armado, devido a sua diferença ser apenas a presença de brita. Essas anomalias são ocasionadas, principalmente, pela falta de proteção do material exposto.

2.2.2 Manifestações oriundas de umidade

No entender de Souza (2008), a umidade na construção civil sempre representou uma das maiores dificuldades de ser corrigida dentro das obras. Isso se dá ao fato da necessidade de ampliação de estudos e métodos construtivos, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre este fenômeno.

> A umidade é o maior inimigo das construções e da saúde dos seus ocupantes. E é justamente contra este mal que não se tomam muitos cuidados nas obras, por falta de conhecimentos das soluções corretas ou por falta de senso de responsabilidade, partindo-se para soluções mais baratas, mesmo por simples negligência do pessoal encarregado da execução. (RIPPER, 1984, p.42).

Para Santos (2013), a umidade é uma das principais causadoras de manifestações patológicas em muitas obras. Devido a isso, torna-se essencial a obtenção de aspectos preventivos, para evitar o surgimento de tais anomalias, gerando maior qualidade e vida útil para a edificação em questão.

No que se diz respeito a origem da umidade, Verçoza (1985) as classifica de tal maneira:

- Umidades provindas do solo: É fato que todos os tipos de solo apresentam umidade. Em diversas situações essa umidade possui pressão considerável para romper a tensão superficial da água. Nestas situações, se existir uma estrutura

porosa em contato, a água do subsolo ascende por meio de capilaridade até estabelecer um equilíbrio. Quanto maior a proximidade do lençol freático, maior será a pressão gerada. Uma grande incidência desta umidade advinda do subsolo pode causar desagregação das argamassas e tijolos, além de manchá-los.

- Umidades provindas da atmosfera: Tais umidades são originadas principalmente por meio de infiltração da água da chuva e condensações. A água da chuva penetra nas construções, geralmente através de uma má vedação em telhados, que é vencida pela pressão hidrostática, onde, na maioria das vezes, apresentam soluções mecânicas, não sendo culpa da impermeabilização. Quando essas umidades atravessam lajes e paredes mediante percolação, causando diversas manchas, são motivadas por uma má impermeabilização ou falta dela. Já a umidade provinda de condensação é comumente encontrada em peças enterradas, onde devido à falta de ventilação a água condensa-se nas peças tornando difícil secá-las, para evitar essa anomalia deve estar previsto em projeto ventilação permanente, de preferência com alta circulação de ar.
- Umidades provindas da própria construção: Além da chuva e do solo a umidade pode se originar através de materiais da própria obra. Reservatórios e tubulações devem estar totalmente impermeáveis para evitar qualquer infiltração. Salvo essas situações, a água presente em diversos materiais, como concreto e madeira, também pode provocar problemas graves com umidade, o que requer atenção principalmente na fase de execução da obra.

Após tais esclarecimentos, fica claro o quão prejudicial pode ser a presença de umidade em qualquer fase de uma obra. Pensando nisso, buscou-se classificar as manifestações patológicas ocasionadas devido à presença de umidade e a partir dessas, enfatizar métodos reconstrutivos para solucioná-las.

2.2.3 Classificação das manifestações oriundas de umidade

Infelizmente, em grande parte das edificações existentes pode-se perceber a ocorrência de algum tipo de manifestação patológica oriunda da umidade. Já no CAIC não é diferente, sendo assim a anomalia mais predominante em toda obra. “A umidade, além de ser cada vez mais frequente nos dias atuais, é também considerada uma das grandes responsáveis

pelo aparecimento de diversas patologias nas edificações, representando um dos problemas mais difíceis de serem sanados dentro das ciências da construção civil." (BELÉM, 2011, p.12).

O autor também indica que as manifestações causadas pela umidade podem ser classificadas de acordo com a sua origem, sendo elas:

- Umidade decorrente de intempéries;
- Umidade por infiltração;
- Umidade por condensação;
- Umidade ascendente por capilaridade;
- Umidade acidental.

2.2.3.1 Umidade decorrente de intempéries

As manifestações oriundas de intempéries estão ligadas às ações das chuvas, sendo essa anomalia a mais presente na construção civil dentre todas outras as classificações, afirma Belém (2012).

Souza (2008) ressalta que a chuva é a mais frequente causadora de manifestações ligadas a umidade, desde o sentido do vento até a velocidade do mesmo, podendo também gerar anomalias decorrentes da falta de impermeabilização no projeto construtivo, procedimentos inadequados para o escoamento ideal da água pluvial, entre outros.

2.2.3.2 Umidade por infiltração

Seguindo com as afirmações de Souza (2008), indicando que devido às chuvas e a falhas construtivas, a água acaba penetrando nas paredes e lajes das edificações, podendo gerar danos estruturais.

Figura 6 – Umidade por infiltração

Fonte: Google Imagens, 2018.

Além de risco para a saúde da edificação, os mofos também prejudicam o aspecto visual, como visto na imagem acima.

> As infiltrações e manchas de umidade nas superfícies inferiores das lajes são oriundas da deficiência ou ausência do sistema de impermeabilização na face superior das lajes de cobertura. Esta anomalia construtiva possui origens distintas, merecendo destaque especial, até mesmo por responder pelo maior número de obras e serviços de manutenção predial. (GOMIDE, FERNANDES NETO, GULLO, 2009, p.243).

Verçoza (1985) sustenta que a umidade pode afetar a saúde dos habitantes das edificações, pois a percepção das anomalias só ocorre quando as paredes aparentam algum tipo de mancha, bolor ou degradação do revestimento. “A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra. Goteiras e manchas são efeitos mais comuns das infiltrações e que se procura sustar com a impermeabilização.” (VERÇOZA, 1985, p.11).

Afirma também o autor, que a infiltração nos telhados ocorre devido ao fato das telhas apresentarem vazamentos abundantes nos sistemas de fluxo das águas pluviais, como tubos de quedas e calhas.

2.2.3.3 Umidade por condensação

Nos conceitos de Souza (2008), essa manifestação patológica é proveniente do vapor criado no interior dos ambientes das edificações que, quando se encontra com uma superfície fria, gera gotículas de água.

"Essa patologia ocorre, geralmente, durante a estação chuvosa e contribui para o aparecimento de microrganismos prejudiciais à saúde, bem como altera também a estética do ambiente, uma vez que sua ocorrência termina por danificar a estrutura da edificação." (BELÉM, 2011, p.17).

Figura 7 – Umidade por condensação

Fonte: Google Imagens, 2018.

A umidade no ar gerada por chuveiros, panelas e outros aparelhos domésticos acaba condensando nas paredes ou no teto, provocando danos a edificação e a sua população, originando bactérias e fungos, como pode ser observado na figura 7.

2.2.3.4 Umidade ascendente por capilaridade

A manifestação patológica gerada por capilaridade ascendente é originada pela água existente no solo úmido, que é absorvida pela fundação de uma construção e se espalha para as paredes, fachadas e pisos, assim afirma Belém (2011).

> Quando a base de uma peça com tubos capilares – é o caso dos tijolos, argamassa e concretos porosos – encosta em uma superfície úmida, a água sobe até atingir o

> equilíbrio, que variará em cada canal. No caso de paredes de tijolos ou concreto, a umidade geralmente sobe até 70 – 75cm. Em casos especiais, entretanto, pode alcançar alturas bem maiores. (VERÇOZA, 1985, p.16).

Belém (2011, p.17) em concordância com Verçoza, afirma que "[...] a umidade resultante de absorção e capilaridade ocorre pela ação da chamada tensão superficial, onde a presença de umidade do solo se eleva no material construtivo por volta de 70 a 80 cm. Essa umidade ascensional encontra-se presente na terra, através do lençol freático."

Figura 8 – Umidade por capilaridade ascendente

Fonte: Google Imagens, 2018.

A figura 8 mostra como a umidade que fica impregnada nas paredes pode gerar eflorescências, mofos e descolamento de revestimentos, além de danificar a parte estrutural.

2.2.3.5 Umidade acidental

Essa tipologia de manifestação ocorre por vazamento nas tubulações de distribuição e coleta de água. Podendo aparecer em paredes, lajes e pisos, afirma Belém (2011).

Do mesmo modo, Verçoza (1985) complementa que essas anomalias decorrentes de vazamentos de calhas, tubulações internas e externas são evidenciadas por goteiras e manchas.

2.2.4 Métodos de recuperação

Felizmente há maneiras de evitar tais anomalias causadas pela umidade. Segundo Paz *et al.* (2016), uma das maneiras para as prevenir é a otimização do dimensionamento hidráulico-sanitário e o uso de materiais adequados nas edificações.

Como visto no capítulo anterior, a umidade é um grande problema na construção civil, podendo ela trazer várias complicações, tanto para a estrutura em si quanto para os seus usuários.

> Além de causar muitos prejuízos, a umidade nas edificações é encarada como uma das mais difíceis problemáticas a serem sanadas pelos profissionais da área. Isso ocorre porque entre outros motivos, essa manifestação construtiva causa grande desconforto e é capaz de degradar rapidamente uma construção. Em contrapartida, as medidas preventivas adotadas para impedir o seu surgimento geralmente são dispendiosas, em virtude da complexidade de fenômenos que ela envolve. (Belém, 2011, p.15)

Com a necessidade de recuperação das edificações, os métodos tecnológicos foram avançando e hoje em dia já podemos encontrar diversos procedimentos para seu reparo.

2.2.4.1 Reparo de eflorescência, mofo e bolor

No momento em que os sais que estão no interior dos materiais são trazidos para a superfície, fazendo com que ocorra manchas constituídas de pó branco, descolamento da pintura, entre outros sintomas. Essa anomalia é denominada eflorescência, segundo Husseim (2013).

> As eflorescências aparecem quando a água atravessa uma parede que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa, etc. Dissolvendo-se na água eles são trazidos por ela para a superfície, onde a água evapora e os sais se depositam, sólidos ou em forma de pó. Eliminando-se a penetração da água, elimina-se a eflorescência. (VERÇOZA, 1985, p.12).

Na afirmação de Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), mofo e bolor são fungos que se originam nas paredes ou tetos onde a umidade é mais elevada. Nota-se a proliferação dos mesmos devido as machas esverdeadas ou escuras, ocasionando a desagregação do revestimento e gerando odor característico.

Verçoza (1985) sustenta que para eliminar o mofo e bolor é uma tarefa árdua, devido ao fato dessas manifestações serem fungos e para saná-las é por meio da retirada de suas raízes, que estão entranhadas no interior do material. “Para evitar que apareça é preciso evitar a umidade, o que se consegue com impermeabilizações e com ventilação, que secam as

superfícies e removem os esporos (sementes). Mas depois que as raízes atingem maior profundidade é difícil destruí-las." (VERÇOZA, 1985, p.12).

No caso de aparecimento de bolores, mofos e eflorescência nas paredes ou tetos, esses devem ser removidos com água e água sanitária após reparo do principal causador da presença de umidade, de acordo com as indicações de Alves (2011, p.41), "Passe uma escova ou máquina de alta pressão para removê-los por completo. Tenha em atenção se usar a máquina de alta pressão, tapando as fendas maiores com argamassa ou silicone reparando as juntas que estiverem em mau estado."

> Uma das ações é melhorar o arejamento e ventilação da residência. No tempo mais frio, deixar entrar e circular ar fresco para dentro da casa. Este ar é mais seco e menos rico em vapor de água, substituindo assim o ar mais condensado por ar mais seco. Em habitações mais recentes, onde o isolamento é mais eficaz, deve-se permitir que sejam mais arejadas, por meio de ventiladores ou por manter as janelas abertas sempre que possível. (HUSSEIN, 2013, p.41).

Assim como recomenda Alves (2011), se as manifestações estiverem localizadas em paredes sujeitas a grande quantidade de umidade, deve-se isolar as mesmas com tinta ou revestimento especial para impermeabilização.

2.2.4.2 Reparo de manifestações por infiltração em telhados e lajes

A falta de impermeabilização ou má aplicação nas lajes e também a ausência de manutenção ou inconformidade na execução de telhados, pode acarretar diversas manifestações.

Segundo Verçoza (1985) para sana-las deve-se buscar serviço especializado, tão como, fazer a troca de telhas danificadas ou realizar impermeabilização adequada nas coberturas.

Para Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), o projeto de impermeabilização é obrigatório desde que a NBR 9575/98 entrou em vigor, que tem o intuito de trazer avanços nos sistemas construtivos de impermeabilização, devido à grande incidência dessas manifestações.

De maneira preventiva, Verçoza (1985) cita 06 (seis) maneiras de impermeabilizar lajes de cobertura:

- Com asfalto;
- Com emulsão asfáltica;
- Com mantas de polímeros;
- Com elastômeros;

- Com revestimento impermeável;
- Com mantas pré-fabricadas.

Como citado acima, segue uma figura representando um método de impermeabilização por mantas pré-fabricadas.

Figura 9 – Manta pré-fabricada asfáltica

Fonte: Google Imagens, 2018.

A manta pré-fabricada asfáltica é uma opção popular, principalmente na região, onde são encontradas em diversas marcas e valores.

Nos piores casos, as infiltrações em lajes podem gerar fissuras e trincas que devem ser tratadas de acordo com as indicações de Hussein (2013), aplicando material flexível próprio para reparo diretamente nelas.

Figura 10 – Preenchimento de trincas com material flexível

Fonte: Google Imagens, 2018.

A figura 10 apresenta o processo de restauração de fissura ou trinca, com a aplicação de material adequado.

2.2.4.3 Reparo de umidade ascendente provinda do solo

Em casos onde a umidade do solo penetra na estrutura devido à falta de impermeabilização ou erros de projeto, a principal forma de corrigi-las deve ser através da criação de uma membrana estanque ou barreira de impermeabilização, como sugere Alves (2011).

Os passos a serem seguidos, conforme afirmação do mesmo autor, devem ser:

- Realizar aberturas de 100 cm de comprimento por 15 cm de altura à cada 80 cm de distância na base das paredes afetadas ou vigas baldrame;
- Executar a limpeza das aberturas efetuadas anteriormente, para regularização da superfície;
- Aplicar soluções impermeabilizantes na parte inferior das aberturas;
- Após os métodos serem concluídos, fecham-se as aberturas com alvenaria encunhada deixando 10 cm em cada lado das aberturas;
- Seguido de tal tratamento, executa-se a mesma solução nos trechos de 80 cm que foram distanciados anteriormente, para toda a base da parede estar completamente impermeabilizada;
- Com todos os passos concluídos, esperar secagem dos materiais utilizados e após deve-se aplicar uma camada de revestimento com aditivo impermeabilizante no local restaurado.

Apesar de necessitar de mão-de-obra especializada e ter altos custos de execução, esta é a solução mais eficiente, pois consiste em retirar duas fiadas de tijolos e realizar uma nova impermeabilização, tratando assim, toda a parede afetada.

Outro método utilizado em casos de umidade ascendente e também citado por Alves (2011), é a injeção de produto hidrófugo (resinas sintéticas). Esse artifício é de fácil aplicação, pois necessita apenas a realização de pequenas aberturas feitas com brocas na base da parede afetada, para a injeção do produto. A furação deve ser realizada a cada 10 ou 15 centímetros e a uma altura de 5 centímetros do chão. O processo deve ser realizado três vezes num intervalo de 24 horas entre eles. Tal solução não necessita de mão-de-obra especializada, tornando-o um recurso mais econômico.

2.2.4.4 Reparo de armadura exposta e oxidada

Segundo Olivari (2003) a exposição de armadura pode-se dar por diversos fatores além da incidência de umidade, o cobrimento insuficiente e a falta de manutenção são fortes impulsionadores desta situação.

Como método de reparo Olivari (2003) indica o seguinte processo:

- Remoção da argamassa de cobrimento;
- Limpeza das barras de aço da armadura;
- Proteção galvânica nas barras de aço;
- Substituição das barras quando necessário;
- Reconstrução da área afetada;
- Acabamento.

2.3 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Segundo Fontes (2005), os elementos estruturais são divididos em segmentos que podem ser associados a uma teoria de cálculo já consolidada em meio técnico, a sua classificação se dá quanto a sua geometria e tipo de esforço, sendo divididos, principalmente, entre pilares, vigas e lajes.

Os pilares, nos entendimentos de Pergher (2015), além de suportar o seu peso próprio, são responsáveis por receber as reações das vigas e das forças horizontais geradas pelo vento.

Seguindo ainda os fundamentos de Pergher (2015), as vigas são responsáveis por receber as ações das lajes apoiadas, de paredes, seu peso próprio e entre outras cargas.

As lajes para Carvalho e Figueiredo (2010), são responsáveis por transmitir as ações de cargas para as vigas e eventualmente para os pilares.

Após levantamentos do referencial teórico partiu-se para o capitulo metodológico, abordando os procedimentos utilizados para confecção desse trabalho.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para elaboração deste trabalho, foram levantados dados por meio de pesquisas bibliográficas em livros, portais, monografias e revistas, com o intuito de agregar conhecimento sobre as mais diversas formas de manifestações patológicas derivadas de umidade, a fim de identificá-las e propor como solucioná-las.

Após determinadas pesquisas, sucedeu-se um estudo de caso, evidenciando as principais manifestações patológicas oriundas de umidade em elementos estruturais na EMEB João Paulo I – CAIC, no município de Tubarão, Santa Catarina. Em seguida, foram analisadas individualmente cada manifestação e diagnosticada as abordagens mais adequadas.

3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA

Segundo Gil (2002), a Pesquisa Bibliográfica é levantada a partir de livros e artigos científicos para se obter informação rápida e objetiva a respeito de um tema em questão. Afirma ainda que os livros de referência são separados em dois tipos, livro de referência informativa, que possui a informação necessária, e livros de referência remissiva, que direcionam à outras fontes.

> Pesquisa é a atividade científica pela qual descobrimos a realidade. Partimos do pressuposto de que a realidade não se desvenda na superfície. Não é o que aparenta à primeira vista. Ademais, nossos esquemas explicativos nunca esgotam a realidade, porque esta é mais exuberante que aqueles. (DEMO, 1985, p.23).

Esta é a grande função da investigação científica que permite aos envolvidos uma correta interpretação da realidade que os cercam.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Realizou-se uma pesquisa qualitativa (método de abordagem) que possui como método de procedimento o Estudo de Caso. Os estudos de caso possibilitam uma análise pontual de um objeto isolado. Esta análise é realizada sem a interferência ou do meio de inserção do objeto ou de momentos históricos anteriores ou posteriores.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para fundamentação da pesquisa, foi abordado como população uma generalização dos CAIC em diversas regiões do Brasil. Já como escolha intencional para amostra, foram levantados dados do CAIC de Tubarão, Santa Catarina, como apresentado no item 2.1 da revisão bibliográfica.

Figura 11 – Fachada refeitório e ginásio

Fonte: Autores, 2018.

Como apresentado no item 2.1.1 a arquitetura de Lelé demonstra traços marcantes, principalmente seu ginásio, que até os dias atuais continua sendo o ícone do projeto CAIC, entretanto os pontos com maiores problemas patológicos estão nos prédios das salas de aula e refeitório, objetos deste estudo.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

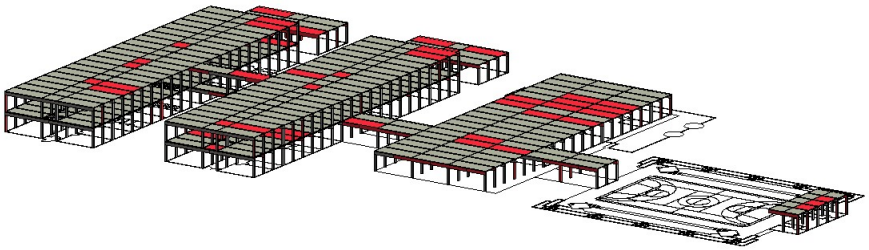
Com o intuito de coleta de dados, utilizaram-se artigos científicos como base, devido ao fato de possuírem análises de especialistas e dados mais sucintos, eliminando o risco de equívocos. Além disso, fotografias dos aspectos patológicos encontrados na edificação foram utilizados também como coleta de dados por permitirem uma observação fidedigna como proposto pela pergunta central da pesquisa.

3.5 O PROCESSO

Todos os elementos estruturais, pilares, vigas e lajes, foram analisados individualmente quanto ao grau de criticidade, por meio de ferramentas conhecidas, elaborando tabelas e gráficos para assim tratar isoladamente cada ponto.

Como forma de realização da pesquisa, os autores, após medições no local de estudo, elaboraram plantas baixas da escola totalizando 5.661,72 m² de área construída, formulando os apêndices A e B. A partir destes desenvolveu-se uma maquete virtual da escola utilizando o software Revit®, a qual conta com um vídeo orbitando por toda área da edificação em estudo, além de destacar os elementos classificados como críticos, o que auxiliará a visualização e maior compreensão dos mesmos.

Figura 12 – Maquete Virtual 3D contendo destaque dos elementos críticos



Fonte: Autores, 2018.

Após tal estudo, foram sugeridos os métodos de recuperação mais adequados, observada em cada situação, tendo em vista o agente causador dos focos de umidade presentes nos elementos estudados.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com intuito de evidenciar cada ponto estrutural atingido, como pilares, vigas e lajes, toda a análise apresenta registros fotográficos, como na figura 13 a seguir, onde pode-se observar todos os elementos citados.

Figura 13 – Interior Bloco Ensino Fundamental

Fonte: Autores, 2018.

Cabe ressaltar que, em toda vida útil da escola, a mesma nunca recebeu manutenção ou qualquer procedimento referente à impermeabilização ou tratamento estrutural, devido ao fato de se tratarem de elementos pré-moldados em argamassa armada, agravando assim a incidência de umidade.

4.1 PILARES

Para critério de estudo foram numerados todos os pilares, com a finalidade de facilitar o diagnóstico individual, após isso os mesmos foram introduzidos em uma matriz de análise conforme o grau de criticidade apresentado no item 2.2 deste trabalho, classificados como M, R e C, significando, respectivamente, mínimo, regular e crítico, como pode ser verificado na tabela 1 a seguir. Já o posicionamento dos pilares pode ser encontrado nos apêndices C, D e E.

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade

(continua)

PILARES							
Nº PILAR	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**
P1A	C	P125A	M	P248	R	P56B	M
P2A	M	P126A	M	P249	R	P57B	M
P3A	M	P127A	M	P250	R	P58B	C
P4A	R	P128A	R	P251	M	P59B	M
P5A	M	P129A	M	P252	R	P60B	R
P6A	M	P130A	M	P253	R	P61B	M
P7A	M	P131A	R	P254	R	P62B	M
P8A	M	P132A	M	P255	R	P63B	M
P9A	M	P133A	R	P256	R	P64B	R
P10A	M	P134A	M	P257	R	P65B	M
P11A	M	P135A	R	P258	R	P66B	M
P12A	M	P136A	M	P259	R	P67B	R
P13A	M	P137A	M	P260	R	P68B	R
P14A	M	P138A	M	P261	R	P69B	R
P15A	M	P139A	R	P262	R	P70B	M
P16A	M	P140A	M	P263	R	P71B	M
P17A	M	P141A	M	P264	R	P72B	R
P18A	M	P142A	M	P265	R	P73B	R
P19A	M	P143A	M	P266	M	P74B	R
P20A	R	P144A	M	P267	M	P75B	M
P21A	M	P145A	R	P268	R	P76B	M
P22A	M	P146A	M	P269	R	P77B	M
P23A	M	P147A	R	P270	M	P78B	C
P24A	M	P148A	M	P271	M	P79B	M
P25A	R	P149A	M	P272	R	P80B	R
P26A	M	P150A	M	P273	R	P81B	R
P27A	M	P151A	R	P274	M	P82B	M
P28A	C	P152A	M	P275	M	P83B	R
P29A	R	P153A	M	P276	R	P84B	C

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade

(continuação)

PILARES							
Nº PILAR	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**
P30A	M	P154A	R	P277	R	P85B	M
P31A	M	P155A	M	P278	M	P86B	R
P32A	C	P156A	M	P279	R	P87B	R
P33A	M	P157A	R	P280	C	P88B	R
P34A	M	P158A	M	P281	R	P107B	R
P35A	M	P159A	M	P282	M	P108B	M
P36A	R	P160A	M	P283	R	P109B	R
P37A	M	P161A	M	P284	R	P110B	C
P38A	M	P162A	M	P285	R	P111B	R
P39A	M	P163A	M	P286	M	P112B	R
P40A	M	P164A	M	P287	M	P113B	R
P41A	R	P165A	M	P288	C	P114B	M
P42A	M	P166A	M	P289	R	P115B	C
P43A	M	P167A	R	P290	R	P116B	M
P44A	M	P168A	M	P291	R	P117B	M
P45A	M	P169A	M	P292	C	P118B	M
P46A	M	P170A	M	P293A	R	P119B	R
P47A	M	P171A	M	P294A	R	P120B	M
P48A	M	P172A	M	P295	M	P121B	M
P49A	M	P173A	M	P296	M	P122B	M
P50A	M	P174A	M	P297	R	P123B	R
P51A	M	P175A	M	P298	C	P124B	M
P52A	M	P176A	M	P299	M	P125B	M
P53A	M	P177A	M	P300	C	P126B	C
P54A	M	P178A	M	P301	M	P127B	R
P55A	M	P179A	M	P302	R	P128B	M
P56A	M	P180A	M	P303	R	P129B	M
P57A	R	P181A	M	P304	R	P130B	C
P58A	M	P182A	R	P305	R	P131B	R

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade

(continuação)

PILARES							
Nº PILAR	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**
P59A	M	P183A	M	P306	M	P132B	M
P60A	M	P184A	M	P307	M	P133B	R
P61A	M	P185A	M	P308	R	P134B	M
P62A	M	P186A	R	P309	R	P135B	R
P63A	M	P187A	M	P310	C	P136B	M
P64A	M	P188A	M	P311	C	P137B	R
P65A	R	P189A	M	P312	R	P138B	M
P66A	M	P190A	R	P313	R	P139B	M
P67A	M	P191A	C	P314	C	P140B	M
P68A	M	P192A	M	P315	C	P141B	M
P69A	R	P193A	M	P1B	C	P142B	R
P70A	M	P194A	M	P2B	M	P143B	M
P71A	M	P195	R	P3B	M	P144B	M
P72A	M	P196	R	P4B	R	P145B	M
P73A	R	P197	C	P5B	R	P146B	R
P74A	M	P198	R	P6B	R	P147B	C
P75A	M	P199	R	P7B	R	P148B	M
P76A	M	P200	M	P8B	C	P149B	M
P77A	R	P201	R	P9B	R	P150B	M
P78A	M	P202	R	P10B	R	P151B	M
P79A	M	P203	R	P11B	R	P152B	R
P80A	M	P204	R	P12B	R	P153B	C
P81A	M	P205	R	P13B	M	P154B	C
P82A	M	P206	R	P14B	M	P155B	R
P83A	M	P207	R	P15B	M	P156B	R
P84A	R	P208	M	P16B	R	P157B	M
P85A	M	P209	R	P17B	R	P158B	M
P86A	M	P210	C	P18B	M	P159B	R
P87A	M	P211	M	P19B	R	P160B	R

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade

(continuação)

PILARES							
Nº PILAR	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**
P88A	R	P212	R	P20B	R	P161B	M
P89	R	P213	M	P21B	R	P162B	M
P90	R	P214	M	P22B	M	P163B	R
P91	M	P215	R	P23B	M	P164B	M
P92	C	P216	R	P24B	R	P165B	R
P93	R	P217	R	P25B	R	P166B	M
P94	M	P218	R	P26B	M	P167B	R
P95	C	P219	M	P27B	R	P168B	R
P96	M	P220	R	P28B	R	P169B	M
P97	M	P221	R	P29B	M	P170B	M
P98	R	P222	R	P30B	M	P171B	M
P99	C	P223	R	P31B	R	P172B	C
P100	C	P224	R	P32B	R	P173B	C
P101	C	P225	R	P33B	R	P174B	M
P102	C	P226	M	P34B	M	P175B	M
P103	R	P227	C	P35B	C	P176B	R
P104	M	P228	C	P36B	M	P177B	M
P105	R	P229	M	P37B	R	P178B	M
P106	R	P230	R	P38B	R	P179B	R
P107A	M	P231	C	P39B	M	P180B	R
P108A	M	P232	R	P40B	R	P181B	R
P109A	M	P233	M	P41B	C	P182B	M
P110A	M	P234	R	P42B	M	P183B	C
P111A	M	P235	M	P43B	M	P184B	M
P112A	M	P236	M	P44B	M	P185B	M
P113A	M	P237	R	P45B	M	P186B	C
P114A	M	P238	R	P46B	M	P187B	R
P115A	R	P239	R	P47B	R	P188B	R
P116A	M	P240	M	P48B	R	P189B	R

Tabela 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade

(conclusão)

PILARES							
Nº PILAR	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**	**Nº PILAR**	**CRITICIDADE**
P117A	M	P241	R	P49B	C	P190B	M
P118A	M	P242	R	P50B	M	P191B	M
P119A	M	P243	M	P51B	M	P192B	M
P120A	M	P244	R	P52B	M	P193B	M
P121A	M	P245	R	P53B	M	P194B	M
P122A	M	P246	R	P54B	M	P293B	M
P123A	R	P247	M	P55B	M	P294B	M
P124A	M						

Fonte: Autores, 2018.

Em visita de campo foram constatados diversos graus das anomalias geradas por umidade visíveis nos pilares estudados, na figura 14 seguinte, fica fácil observar um nível crítico de incidência.

Figura 14 – Pilar Com Incidência Crítica de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

O pilar P228 da figura anterior demonstra um alto nível de eflorescência e exposição de armadura já oxidada, sendo, portanto, classificado como crítico.

Na seguinte figura 15 é apresentado um pilar com grau de criticidade classificado como regular.

Figura 15 – Pilar Com Incidência Regular de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

O pilar P106 conta com um nível menor de eflorescência em relação a um pilar classificado como crítico, mas ainda assim apresenta uma certa degradação ocasionada por meio de manifestações advindas de umidade por infiltração.

A imagem 16 apresenta um pilar com criticidade mínima.

Figura 16 – Pilar Com Incidência Mínima de Umidade

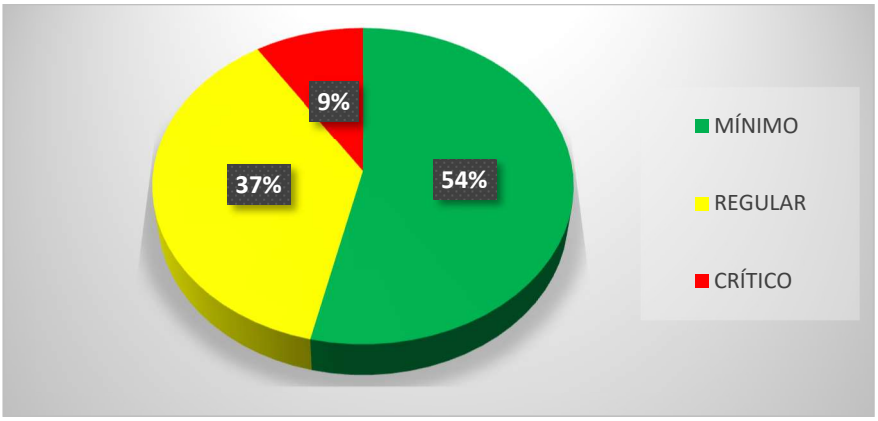
Fonte: Autores, 2018.

Já no pilar P251, classificado com grau de criticidade mínimo, não foram constatados níveis elevados de manifestações, não gerando nenhum dano para a edificação.

4.1.1 Abordagem percentual

Após levantamento da situação passou-se a análise de dados abrangendo todos os pilares existentes na edificação, para o mesmo foi elaborado o gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 – Análise dos Pilares Quanto à Criticidade



Fonte: Autores, 2018.

Com o gráfico torna-se fácil a visualização e o entendimento da análise, sendo que foram analisados um total de 493 pilares, dos quais 267 encontram-se em estado mínimo, 183 em estado regular e 43 em estado crítico.

4.2 VIGAS

No caso das vigas foram mantidos os padrões de levantamento de dados utilizados anteriormente, frisando seu grau de manifestações patológicas de umidade, onde pode-se constatar na tabela 2 a classificação e numeração de todas as vigas da edificação, conforme apêndices F, G e H.

Tabela 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade

(continua)

VIGAS							
Nº VIGA	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**
V01A	M	V77A	R	V153	R	V18B	R
V02A	M	V78A	C	V154	C	V19B	C
V03A	M	V79A	M	V155	R	V20B	R
V04A	M	V80A	R	V156	M	V21B	R
V05A	M	V81A	M	V157	R	V22B	C
V06A	M	V82A	M	V158	R	V23B	M
V07A	M	V83A	R	V159	R	V24B	R

Tabela 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade

(continuação)

VIGAS							
Nº VIGA	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**
V08A	R	V84A	M	V160	C	V25B	R
V09A	M	V85A	M	V161	M	V26B	R
V10A	M	V86A	R	V162	C	V27B	R
V11A	M	V87A	M	V163	R	V28B	R
V12A	M	V88A	C	V164	M	V29B	M
V13A	R	V89A	M	V165	M	V30B	M
V14A	R	V90A	M	V166	C	V31B	M
V15A	M	V91A	M	V167	C	V32B	M
V16A	C	V92A	M	V168	R	V33B	R
V17A	C	V93A	M	V169	M	V34B	C
V18A	R	V94A	M	V170	C	V35B	C
V19A	M	V95A	C	V171	R	V36B	R
V20A	M	V96A	C	V172	C	V37B	R
V21A	M	V97A	C	V173	M	V38B	R
V22A	M	V98A	C	V174	R	V39B	M
V23A	M	V99	C	V175	C	V40B	R
V24A	M	V100	C	V176	M	V41B	M
V25A	M	V101	C	V177	M	V42B	R
V26A	M	V102	C	V178	R	V43B	R
V27A	C	V103	R	V179	R	V44B	R
V28A	M	V104	C	V180	M	V55B	R
V29A	C	V105	C	V181	M	V56B	R
V30A	M	V106	R	V182	R	V57B	R
V31A	R	V107	C	V183	R	V58B	C
V32A	M	V108	C	V184	M	V59B	R
V33A	R	V109	R	V185	C	V60B	M
V34A	M	V110	C	V186	C	V61B	R
V35A	C	V111	C	V187	C	V62B	R
V36A	R	V112	C	V188	R	V63B	R

Tabela 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade

(continuação)

VIGAS							
Nº VIGA	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**
V37A	R	V113	M	V189A	C	V64B	R
V38A	R	V114	C	V190A	R	V65B	M
V39A	C	V115	M	V191A	C	V66B	M
V40A	M	V116	C	V192A	C	V67B	M
V41A	C	V117	C	V193	C	V68B	M
V42A	C	V118	C	V194	C	V69B	M
V43A	C	V119	C	V195	C	V70B	R
V44A	C	V120	M	V196	C	V71B	R
V45	C	V121	M	V197	R	V72B	R
V46	C	V122	R	V198	C	V73B	R
V47	C	V123	R	V199	C	V74B	M
V48	C	V124	M	V200	C	V75B	R
V49	M	V125	C	V201	C	V76B	M
V50	C	V126	C	V202	C	V77B	R
V51	R	V127	C	V203	R	V78B	M
V52	R	V128	R	V204	C	V79B	R
V53	C	V129	R	V205	C	V80B	R
V54	C	V130	C	V206	R	V81B	C
V55A	R	V131	C	V207	R	V82B	M
V56A	R	V132	C	V208	M	V83B	M
V57A	M	V133	C	V209	R	V84B	R
V58A	C	V134	C	V210	C	V85B	R
V59A	M	V135	C	V01B	R	V86B	M
V60A	R	V136	C	V02B	R	V87B	R
V61A	R	V137	C	V03B	M	V88B	R
V62A	R	V138	C	V04B	M	V89B	R
V63A	R	V139	R	V05B	R	V90B	M
V64A	R	V140	M	V06B	M	V91B	R
V65A	C	V141	R	V07B	R	V92B	M

Tabela 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade

(conclusão)

VIGAS							
Nº VIGA	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**	**Nº VIGA**	**CRITICIDADE**
V66A	C	V142	C	V08B	M	V93B	R
V67A	R	V143	C	V09B	R	V94B	C
V68A	C	V144	M	V10B	C	V95B	M
V69A	R	V145	M	V11B	M	V96B	M
V70A	R	V146	C	V12B	M	V97B	R
V71A	M	V147	C	V13B	R	V98B	C
V72A	R	V148	M	V14B	R	V189B	R
V73A	R	V149	R	V15B	M	V190B	R
V74A	R	V150	R	V16B	M	V191B	C
V75A	C	V151	C	V17B	R	V192B	C
V76A	R	V152	M				

Fonte: Autores, 2018.

Em visita de campo foram constatados diversos graus de anomalias geradas por umidade visíveis nas vigas estudadas; na figura 17 a seguir, fica fácil observar um nível crítico de incidência.

Figura 17 – Viga Com Incidência Crítica de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

A viga V75A acima demonstra um alto nível de eflorescência e exposição de armadura já oxidada, sendo classificado como crítico.

Na seguinte figura 18 é apresentada uma viga com grau de criticidade classificado como regular.

Figura 18 – Viga Com Incidência Regular de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

A viga V36A acima conta com um nível menor de eflorescência em relação a uma viga classificada como crítico, mas ainda assim apresenta uma certa degradação ocasionada por meio de manifestações advindas de umidade.

A imagem 19 apresenta uma viga com criticidade mínima.

Figura 19 – Viga Com Incidência Mínima de Umidade

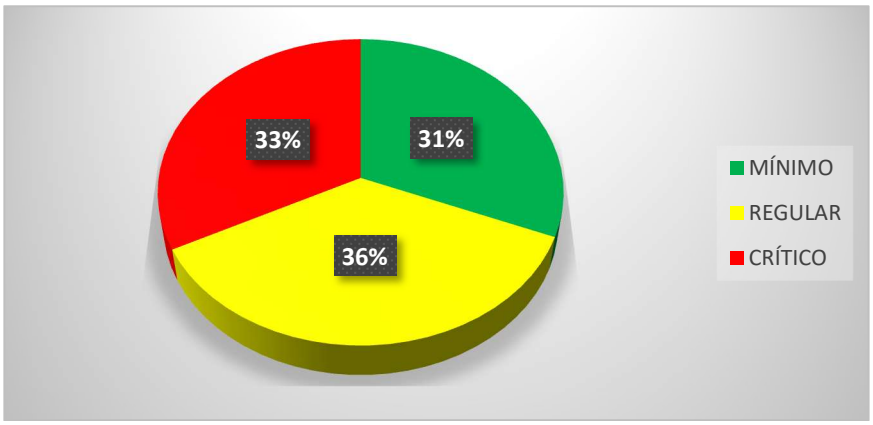
Fonte: Autores, 2018.

Já na viga V181, classificada com grau de criticidade mínima, não foram constatados níveis elevados de manifestações, não gerando nenhum dano para a edificação.

4.2.1 Abordagem percentual

Após levantamento e análise de dados sobre todas as vigas existentes na edificação foi elaborado o gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Análise das Vigas Quanto à Criticidade



Fonte: Autores, 2018.

Com o gráfico torna-se fácil a visualização e o entendimento da análise, sendo que foram analisadas um total de 302 vigas, onde 94 encontram-se em estado mínimo, 110 em estado regular e 98 em estado crítico.

4.3 LAJES

Ainda nos mesmos parâmetros de sondagem, as lajes foram estudadas separadamente, sendo elas pré-moldadas em argamassa armada, tendo em vista seu grau de criticidade, onde pode-se constatar na tabela 3 a classificação e numeração de todas as lajes da edificação, conforme apêndices I, J e K.

Tabela 3 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade

(continua)

LAJES							
Nº LAJE	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**
L01A	M	L90A	R	L178	R	L41B	C
L02A	S/ LAJE	L91A	C	L179	R	L42B	R
L03A	R	L92A	C	L180	R	L43B	M

Tabela 3 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade

(continuação)

LAJES							
Nº LAJE	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**
L04A	M	L93A	R	L181	R	L44B	R
L05A	M	L94A	R	L182	R	L45B	M
L06A	M	L95A	R	L183	C	L46B	M
L07A	M	L96A	M	L184	C	L47B	M
L08A	M	L97A	R	L185	C	L48B	R
L09A	R	L98A	R	L186	R	L49B	M
L10A	M	L99A	R	L187	M	L50B	R
L11A	M	L100A	R	L188	C	L51B	R
L12A	R	L101A	R	L189	C	L52B	R
L13A	M	L102A	R	L190	C	L53B	R
L14A	M	L103A	R	L191	R	L54B	R
L15A	R	L104A	R	L192	C	L55B	M
L16A	M	L105A	R	L193	C	L56B	R
L17A	R	L106A	R	L194	R	L57B	M
L18A	M	L107A	R	L195	C	L58B	M
L19A	M	L108A	S/ LAJE	L196	C	L59B	M
L20A	C	L109A	R	L197	M	L60B	C
L21A	M	L110A	R	L198	R	L61B	M
L22A	M	L111A	R	L199	R	L62B	R
L23A	R	L112A	R	L200	R	L63B	C
L24A	M	L113A	R	L201	R	L75B	R
L25A	R	L114A	R	L202	R	L76B	R
L26A	R	L115A	R	L203	R	L77B	R
L27A	R	L116A	R	L204	R	L78B	R
L28A	M	L117A	R	L205	R	L79B	C
L29A	R	L118A	R	L206A	R	L80B	C
L30A	S/ LAJE	L119A	R	L207A	R	L81B	M
L31A	R	L120A	C	L208	R	L82B	R
L32A	M	L121A	R	L209	R	L83B	R

Tabela 3 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade

(continuação)

LAJES							
Nº LAJE	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**
L33A	M	L122A	R	L210	C	L84B	M
L34A	R	L123A	M	L211	R	L85B	R
L35A	R	L124A	M	L212	R	L86B	R
L36A	R	L125A	R	L213	R	L87B	M
L37A	M	L126A	M	L214	R	L88B	M
L38A	R	L127A	M	L215	R	L89B	R
L39A	R	L128A	M	L216	M	L90B	M
L40A	M	L129A	R	L217	R	L91B	M
L41A	R	L130A	M	L218	M	L92B	M
L42A	R	L131A	M	L219	C	L93B	M
L43A	R	L132A	R	L220	M	L94B	M
L44A	C	L133A	R	L221	C	L95B	R
L45A	R	L134A	R	L222	M	L96B	R
L46A	R	L135A	R	L223	C	L97B	R
L47A	R	L136A	R	L224	M	L98B	M
L48A	R	L137A	R	L225	R	L99B	R
L49A	R	L138	R	L01B	M	L100B	R
L50A	R	L139	R	L02B	M	L101B	M
L51A	R	L140	M	L03B	M	L102B	R
L52A	R	L141	R	L04B	M	L103B	M
L53A	R	L142	R	L05B	R	L104B	M
L54A	R	L143	R	L06B	R	L105B	R
L55A	R	L144	C	L07B	M	L106B	C
L56A	R	L145	M	L08B	R	L107B	M
L57A	M	L146	C	L09B	R	L108B	M
L58A	M	L147	R	L10B	R	L109B	M
L59A	C	L148	C	L11B	R	L110B	M
L60A	R	L149	M	L12B	C	L111B	C
L61A	R	L150	M	L13B	R	L112B	M

Tabela 2 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade

(conclusão)

LAJES							
Nº LAJE	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**	**Nº LAJE**	**CRITICIDADE**
L62A	C	L151	M	L14B	C	L113B	M
L63A	C	L152	M	L15B	C	L114B	R
L64	C	L153	R	L16B	R	L115B	C
L65	C	L154	R	L17B	R	L116B	R
L66	C	L155	M	L18B	R	L117B	R
L67	R	L156	M	L19B	M	L118B	R
L68	C	L157	R	L20B	M	L119B	M
L69	R	L158	M	L21B	R	L120B	M
L70	R	L159	R	L22B	M	L121B	R
L71	R	L160	R	L23B	M	L122B	R
L72	C	L161	R	L24B	R	L123B	M
L73	R	L162	C	L25B	R	L124B	R
L74	R	L163	C	L26B	C	L125B	M
L75A	M	L164	R	L27B	M	L126B	M
L76A	C	L165	C	L28B	R	L127B	R
L77A	R	L166	R	L29B	C	L128B	M
L78A	M	L167	R	L30B	M	L129B	M
L79A	R	L168	R	L31B	M	L130B	R
L80A	R	L169	M	L32B	R	L131B	R
L81A	C	L170	R	L33B	R	L132B	M
L82A	M	L171	R	L34B	M	L133B	R
L83A	R	L172	R	L35B	R	L134B	C
L84A	M	L173	R	L36B	R	L135B	R
L85A	R	L174	R	L37B	R	L136B	R
L86A	R	L175	R	L38B	R	L137B	C
L87A	R	L176	R	L39B	M	L206B	R
L88A	C	L177	R	L40B	R	L207B	C
L89A	C						

Fonte: Autores, 2018.

Em visita de campo foram constatados diversos graus de anomalias geradas por umidade visíveis nas lajes estudadas, na figura 20 a seguir, fica fácil observar um nível crítico de incidência.

Figura 20 – Laje Com Incidência Crítica de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

A laje L65 acima demonstra um alto nível de eflorescência e com incidência de chuva há infiltração de água pela mesma, acarretando em goteiras, o que provoca o surgimento de poças no local, sendo classificado como crítico.

Na seguinte figura é apresentado uma laje com grau de criticidade classificado como regular.

Figura 21 – Laje Com Incidência Regular de Umidade

Fonte: Autores, 2018.

A laje L03A acima conta com um nível menor de eflorescência em relação a uma laje classificada como crítica, mas ainda assim apresenta uma certa degradação ocasionada por meio de manifestações advindas de umidade.

A imagem 22 apresenta uma laje com criticidade mínima.

Figura 22 – Laje Com Incidência Mínima de Umidade

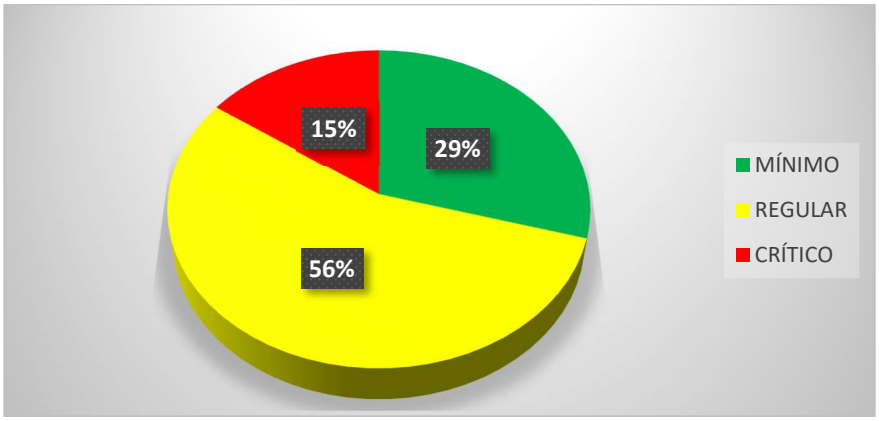
Fonte: Autores, 2018.

Já na laje L131A, classificada com grau de criticidade mínima, não foram constatados níveis elevados de manifestações, não gerando nenhum dano para a edificação.

4.3.1 Abordagem percentual

Após levantamento e análise de dados sobre todas as lajes existentes na edificação foi elaborado o gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3 – Análise das Lajes Quanto à Criticidade



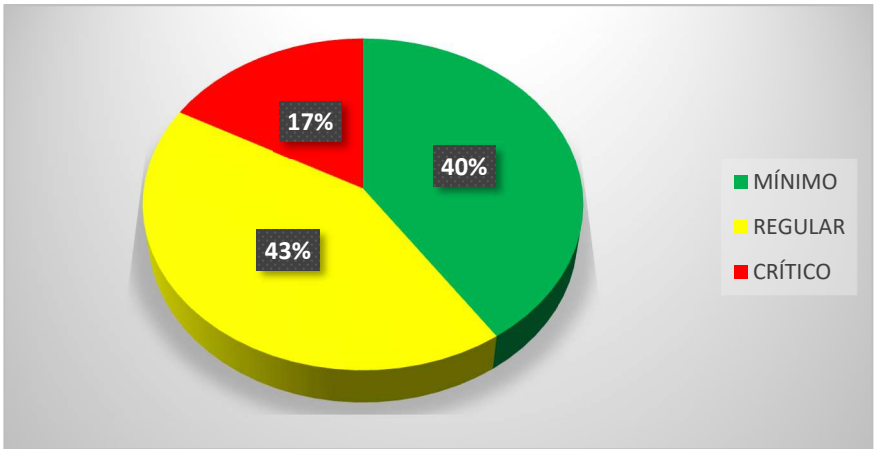
Fonte: Autores, 2018.

Com o gráfico torna-se fácil a visualização e o entendimento da análise, sendo que foram analisadas um total de 350 lajes, onde 103 encontram-se em estado mínimo, 194 em estado regular e 53 em estado crítico.

4.4 ANÁLISE GERAL

Após levantamento e análise de dados sobre todos os elementos estruturais existentes na edificação foi elaborado o gráfico 4 a seguir.

Gráfico 4 – Análise Geral do Elementos Estruturais Quanto à Criticidade



Fonte: Autores, 2018.

Foram analisados um total de 1145 elementos estruturais, visto que 194 encontram-se em estado crítico, ressaltando assim a importância de uma recuperação da edificação em estudo.

4.5 RECUPERAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

Seguindo o estudo levantado nos capítulos anteriores, buscou-se tratar as anomalias patológicas encontradas, como forma de prevenção de degradação futura, de modo a corrigir os danos sofridos ao longo de mais de vinte anos de uso sem devida manutenção.

Tendo em vista que a umidade ocasionou diversas manifestações, entre elas o pior caso sendo a exposição e oxidação das armaduras dos elementos estruturais, seguem os métodos de saná-las, todos apoiados nos estudos apresentados na fundamentação teórica, constante do capítulo 2 deste trabalho.

4.5.1 Tratamento de eflorescência

Como destacado no item 2.2.4.1, os elementos que apresentam apenas presença de eflorescência, sem maiores danos, devem ser limpos com água e água sanitária, aplicando com escovas de limpeza, buscando remover todas as manchas esbranquiçadas.

Vale frisar que o motivador do problema deve ser tratado a fim de evitar o reaparecimento de manchas, métodos de reparo que se encontram nos itens posteriores.

4.5.2 Tratamento por impermeabilização de lajes

Todas as lajes da edificação em estudo carecem de um novo tratamento impermeabilizante, posto que é a infiltração o principal impulsionador das ocorrências patológicas presentes no local.

O método sugerido conta com a aplicação de manta asfáltica pré-fabricada em todas as áreas de cobertura com lajes pré-moldadas em argamassa armada, além disso, as lajes que estiverem em piores condições, com presença de trincas e fissuras, deverão passar por processos de recuperação com aplicação de material flexível próprio para a ocorrência, como apresentado no item 2.2.4.2.

Destaca-se aqui que a aplicação de manta asfáltica necessita manutenção periódica conforme prevista pelo fornecedor, variando de acordo com a marca e modelo, o tempo de garantia se altera de acordo com o aplicador, sendo que o tempo mínimo geralmente é de cinco anos.

4.5.3 Tratamento de elementos com armadura exposta

Todos os elementos caracterizados com grau crítico de criticidade com exposição e oxidação de armadura deverão passar pelo processo de recuperação citado no item 2.2.4.4, para assim garantir sua função estrutural e evitar maiores danos. Para isso deve-se remover a argamassa de cobrimento, realizar limpeza das barras de aço da armadura, aplicar proteção galvânica nas barras de aço, substituir as barras quando necessário, reconstruir a área afetada e por fim proceder com o acabamento.

4.5.4 Limpeza de calhas entupidas

Após constantes visitas na edificação em estudo, foi constatado um alto nível de entupimento das calhas devido à falta de manutenção no local, acelerando grande parte das manifestações já citadas anteriormente.

Como medida corretiva, sugere-se a retirada de materiais causadores da obstrução das mesmas, como folhas, plásticos, despojos de aves, entre outros dejetos, além de sua limpeza periódica, seguindo orientações de uma empresa local prestadora do serviço, o intervalo de limpeza se dá em prol da necessidade, de acordo principalmente com a presença de árvores próximas, o que ocasiona rápido bloqueio devido à queda de folhas, tendo isso em vista, recomenda-se um acompanhamento mensal.

Neste capítulo buscou-se realizar um estudo aprofundado dos dados levantados em campo, de modo que os resultados fossem apresentados de forma clara, expressando assim a classificação dos elementos estruturais quanto a criticidade, além das sugestões de métodos de recuperação levantados pelos autores.

Através das informações contidas neste capítulo, tornou-se capaz a mensuração do estado da edificação de estudo e como reverter esta situação, conclusão esta que está apresentada juntamente com o fechamento geral do trabalho no próximo capitulo.

5 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido apresentou um estudo de caso levantando as manifestações patológicas oriundas de umidade em elementos estruturais, na EMEB João Paulo I – CAIC em Tubarão, Santa Catarina.

Como forma de elaboração deste, foram realizadas pesquisas bibliográficas a respeito de assuntos coerentes com o tema abordado, conforme descrito no capítulo 2, abrangendo assuntos referentes à argamassa armada, manifestações patológicas provenientes de umidade, o modelo da arquitetura do projeto nacional CAIC e formas de recuperação das anomalias, cumprindo com o objetivo específico a).

Como medida de análise, foram elaboradas matrizes a partir dos dados coletados em campo, a fim de organizar os mesmos, agregando-os em gráficos percentuais, após análise quantitativa, tendo informações precisas pertinentes ao grau de criticidade de todos os elementos estruturais encontrados na edificação, para assim, encontrar o melhor método de recuperação, conforme apresentado nos capítulos 3 e 4. A pesquisa revelou que entre os componentes estudados, as vigas, em proporção, possuem um maior índice de criticidade, carecendo de maior atenção. Concretizando-se assim o proposto como objetivo específico b).

Com o foco em manifestações decorrentes de umidade, as mesmas provindas da presença indesejável de água, notou-se a frágil presença de impermeabilização nos elementos estruturais, além do entupimento das calhas, causadas pela falta de manutenção, tornando assim a chuva um grande inimigo, como já fora confirmado anteriormente por Verçoza (1985), que a umidade proveniente da atmosfera atravessa lajes e paredes mediante percolação, causando diversas manchas, como eflorescência, um tipo de manifestação bastante presente no local de estudo, sendo motivada por uma má impermeabilização ou falta dela, em concordância com o objetivo específico c).

Após análises periódicas do local de estudo foi determinado risco elevado nos principais elementos estruturais, não sendo constatado risco de queda ou perigo aos seus usuários, entretanto registra-se que apresenta a necessidade de recuperação imediata, devido a ameaça de agravamento das manifestações. Recomenda-se, focar nos principais pontos críticos destacados no capítulo 4. Os pontos não classificados como crítico também merecem atenção, porém sua recuperação poderá ser executada de forma gradativa.

Assim como a maioria das edificações públicas, os prédios estão sujeitos a degradação e deterioração, para isso necessitam de um constante programa de manutenção, sendo preventiva ou corretiva, ação que deve ser priorizada, com a destinação de recursos para

esse fim. Pois as anomalias detectadas, além de ocasionarem danos à estética da edificação, podem chegar a um estado ainda mais crítico e comprometer a funcionalidade e o desempenho da estrutura, podendo com o passar dos anos levá-la à ruína, causando não só um dano econômico, como também um sério risco à saúde e segurança dos seus usuários.

Como medida de recuperação, completando o objetivo específico d), recomenda-se que imediatamente sejam limpas as calhas, desobstruindo-as, além da necessidade de realização de impermeabilização com mantas pré-fabricadas, como descrito no item 2.2.4.2, em todas as coberturas, e sobretudo a realização de manutenções periódicas após sua instalação, a fim de manter a conservação das mesmas. Além disto, sugere-se a adoção de métodos de recuperação de acordo com o item 4.4.

A partir do apresentado entende-se que os objetivos propostos foram atingidos.

Para trabalhos futuros sugere-se um estudo de implantação de Projeto Preventivo Contra Incêndio e Pânico (PPCI), tendo em vista que o local de estudo é uma escola pública de ensino básico e apresenta sistema de prevenção precário, além de levantamento orçamentário dos elementos ressaltados em capítulos anteriores.

REFERÊNCIAS

ALVES, Paulo Rodrigues. **Umidade Ascendente: Estudo da Patologia nas Residências.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará. Pará: 2011.Disponível em: <http://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/420>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

ASSOSSIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria. Rio de Janeiro, 2016.

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

BELÉM, José Marcondes de Freitas. **Umidade nas Edificações: Causas, Consequências e Medidas Preventivas.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional do Cariri. Ceará: 2011. Disponível em: < http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=tcc_de_jose_marcondes.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

BRITO, Deborah Cristina Alves de. **Soluções Para Melhoramento do Conforto Ambiental em Escolas da Rede Municipal de Caruaru.** Instituto de Pós-Graduação e Graduação – IPOG. Recife: Março de 2013. Disponível em: <http://www.bussinesstour.com.br/uploads/arquivos/8f3a3c87a8a4dc0be27b82c4c6d3fdf4.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2018.

CAMPOS, Felipe Henrique Azevedo. **Análise do Ciclo de Vida na Construção Civil: Um Estudo Comparativo Entre Vedações Estruturais em Painéis Pré-moldados em Alvenaria em Blocos de Concreto.** Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2012.

CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de. **Da Argamassa Armada ao Microconcreto de Alto Desempenho: Perspectivas de Desenvolvimento Para a Pré-fabricação Leve.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado segundo a NBR 6118:2003.** São Carlos, SP: 2010.

CASTRO, Carlos Dunham Maciel Siaines de. **O Espaço da Escola na Cidade: CIEP e Arquitetura Pública Escolar.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB. Brasília, DF: 2009.

DEMO, Pedro. **Introdução à Metodologia de Pesquisa da Ciência.** São Paulo: Atlas, 1985. Disponível em: <http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/fetch/74301206/DEMO-Introducao-a-Metodologia-da-Ciencia.pdf>. Acesso em: 11 de Maio de 2018.

FIGUEIREDO, D.M.C.; BERNANDO, I.; COSTA, R. **Patologia das Edificações.** Centro Universitário de Formiga – UNIFOR. Minas Gerias, 2012. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfbkUAK/patologia-das-edificacoes>. Acesso em: 22 de maio de 2018.

FONTES, Fernando F. **Análise estrutural de elementos lineares segundo a NBR 6118:2003.** São Carlos, SP: 2005.

GERVÁSIO, Helena. **A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas.** Construmetal 2008 – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica. São Paulo: Setembro de 2008.

Disponível em: <http://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/27_Helena_Gervasio.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

GIL, Antônio Carlos, **Como Elaborar Projetos de Pesquissa.** São Paulo 2002. Disponível em: <http://www.madame.adv.br/aula/Frederico/GIL.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

GOMIDE, Tito. L.; FAGUNDES NETO, Jerônimo C.; GULLO, Marco A. **Engenharia Diagnóstica em Edificações.** 1. Ed. São Paulo: Pini, 2009.

GOULART, Mariana Fontes. **Conforto térmico no Colégio de Aplicação Pedagógica da Universidade Estadual de Maringá: proposta para melhoria do desempenho térmico de um antigo CAIC.** Instituto de Arquitetura e Urbanismo – USP. São Carlos: Abril de 2014.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **A Obra de João Filgueiras Lima no Contexto da Cultura Arquitetônica Contemporânea.** Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Paulo: 2010.

HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. **Levantamento de Patologias Causadas por Infiltrações Devida à Falha ou Ausência de Impermeabilização em Construções Residencias na Cidade de Campo Mourão – PR.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão: 2013.

LIBÓRIO, Jefferson B. L. **Estudo Patológico de Construções de Argamassa Armada Existentes no Brasil.** Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. São Carlos: 1989. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/1990DO_JeffersonBenedictoLibardiLiborio.pdf>. Acesso em: 06 de junho de 2018.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Verbete CIACs (Centros Integrados de Atendimento à Criança).** Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrasil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/ciacs-centros-integrados-de-atendimento-a-crianca/>. Acesso em: 09 de abril 2018.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2003. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37900509/civil-01.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1539133929&Signature=ijNSJ1%2FqiLdrB9X7DMFcI5LMl4Y%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DGIORGIO_OLIVARI_PATOLOGIA_EM_EDIFICACOES.pdf>. Acesso em: 09 de outubro de 2018.

PAZ, Lidiane A. F. da Paz; COSTA, Láylla Cristhine de A.; PAULA, Matheus O. de; ALMEIDA, Junior D. de; FERNANDES, Fernando A. da S. **Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas – TO.** REGET/UFSM V.20 p.174-180. Santa Maria: 2016.

PERGHER, Arthur. **Análise de estabilidade global e dimensionamento dos pilares de edifício de concreto armado.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, SC: 2015

PINHEIRO, Libênio M., MUZARDO, Cassiane D., SANTOS, Sandro P., CATOIA, Thiago, CATOIA, Bruna. **Estruturas de Concreto – Capítulo 1.** USP – EESC – Dep. Eng. De Estruturas: Março de 2010.

PLANO POLÍTICO PEDAGÓGICO/PPP, **Escola Municipal de Ensino Básico João Paulo I:** modelo institucional. Tubarão: 2018.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: Pini, 1984.

SALES, Urânia. **Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistema de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação.** Tese (Mestreado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia Civil, 2001.

SANTOS, Silmara Silva dos. **Patologia das Construções.** Instituto de Pós-Graduação e Graduação – IPOG, Curitiba: Outubro de 2013.

SIQUEIRA, Ailton Pessoa de; LARA, Alexandre Marcelo Fontes; ROTH, Antonio Giuseppe; SILVA, Cirlene Mendes da; ROTTMANN, Eduardo; KAHN, Fabiana Carramaschi; PUJADAS, Flávia Zoéga Andreatta; LAURIA, Fúlvio; GOMES JÚNIOR, Giddalthy de Oliveira; RIBEIRO, Guilherme de Barros Monteiro; CARDOSO, Hélio da Fonseca; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira; SILVA, José Carlos Paulino da; RICCO, José Eduardo de Abreu; PINTO, José Ricardo; ANTONELLI, Marcelo; KALIL, Marli Lanza; LAGUNA, Mauricio Grecco; GOMES, Milton; PINTO NETO, Misael Cardoso; MAGRI, Paulo Palmieri; BEREZOVSKY, Rejane Saute; BARROS, Sidney de; GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; JACOB JUNIOR, Vanderlei. **Inspeção Predial – Check up predial: Guia da boa manutenção -** 2ª Edição**.** São Paulo: Leud, 2009.

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Escola de Engenharia da UFMG: 2008.

TRIGO, Cristina Câncio. **Pré-fabicados em Argamassa Armada: Material, Técnica e Desenho de Componentes Desenvolvidos por Lelé.** Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2009.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na Construção.** Porto Alegre: Sagra, 1985.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANTA BAIXA - TÉRREO

Nesse apêndice encontra-se o projeto do térreo da EMEB – João Paulo I, CAIC, com todas as divisórias nomeadas conforme no local, sendo todo o desenho elaborado e medido pelos autores.

APÊNDICE B – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR

Nesse apêndice encontra-se o projeto do pavimento superior da EMEB – João Paulo I, CAIC, com todas as divisórias nomeadas conforme no local, sendo todo o desenho elaborado e medido pelos autores.

APÊNDICE C – PLANTA BAIXA - TÉRREO (PILARES)

Nesse apêndice encontra-se a locação dos pilares do térreo da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todos numerados pelos autores.

APÊNDICE D – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (PILARES)

Nesse apêndice encontra-se a locação dos pilares do pavimento superior da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todos numerados pelos autores.

APÊNDICE E – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (PILARES)

Nesse apêndice encontra-se a locação dos pilares da sala da banda situada nos fundos do ginásio da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todos numerados pelos autores.

APÊNDICE F – PLANTA BAIXA - TÉRREO (VIGAS)

Nesse apêndice encontra-se a locação das vigas do térreo da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.

APÊNDICE G – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (VIGAS)

Nesse apêndice encontra-se a locação das vigas do pavimento superior da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.

APÊNDICE H – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (VIGAS)

Nesse apêndice encontra-se a locação das vigas da sala da banda situada nos fundos do ginásio da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.

APÊNDICE I – PLANTA BAIXA - TÉRREO (LAJES)

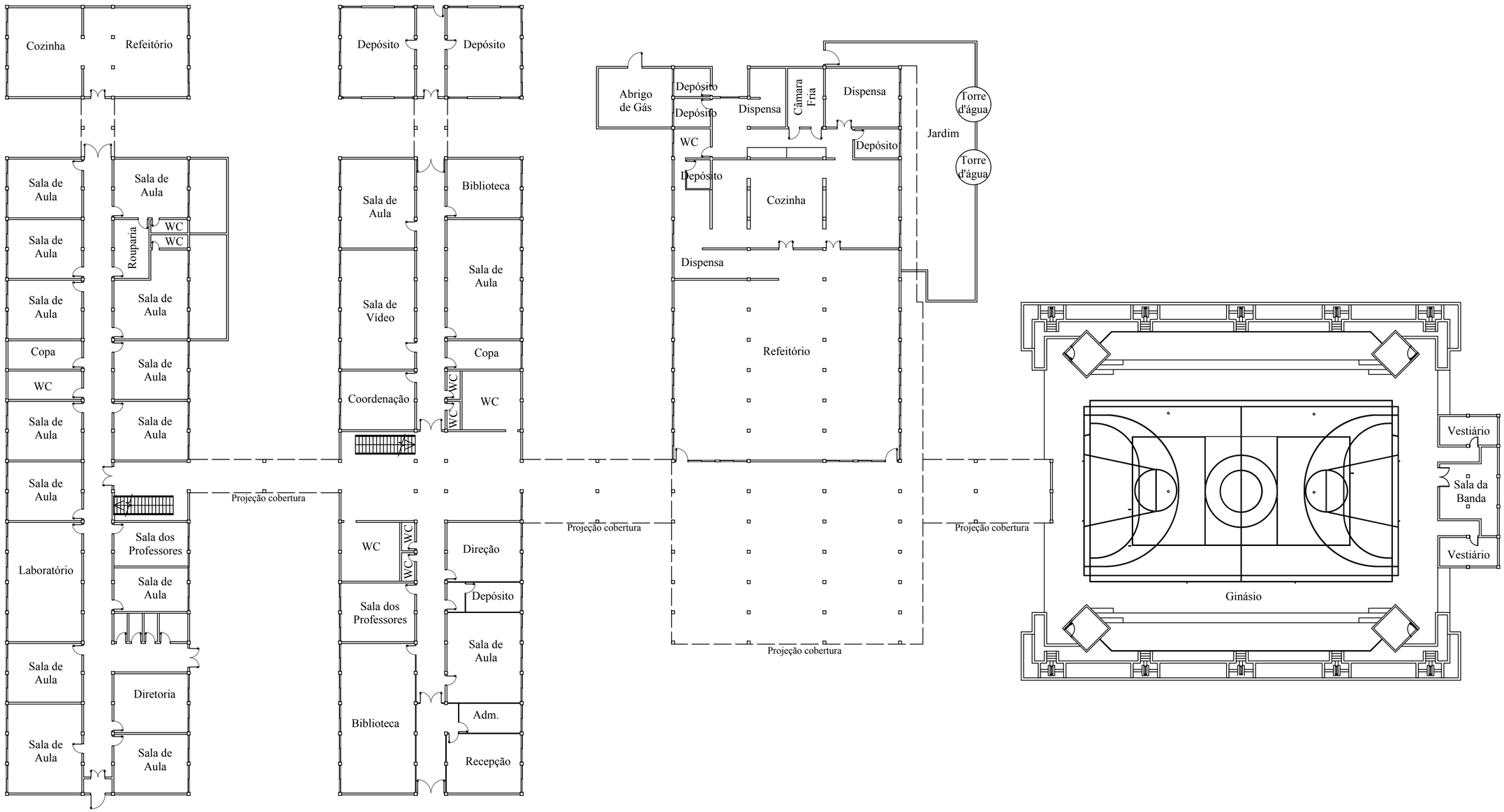
Nesse apêndice encontra-se a locação das lajes do térreo da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.

APÊNDICE J – PLANTA BAIXA – PAVIMENTO SUPERIOR (LAJES)

Nesse apêndice encontra-se a locação das lajes do pavimento superior da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.

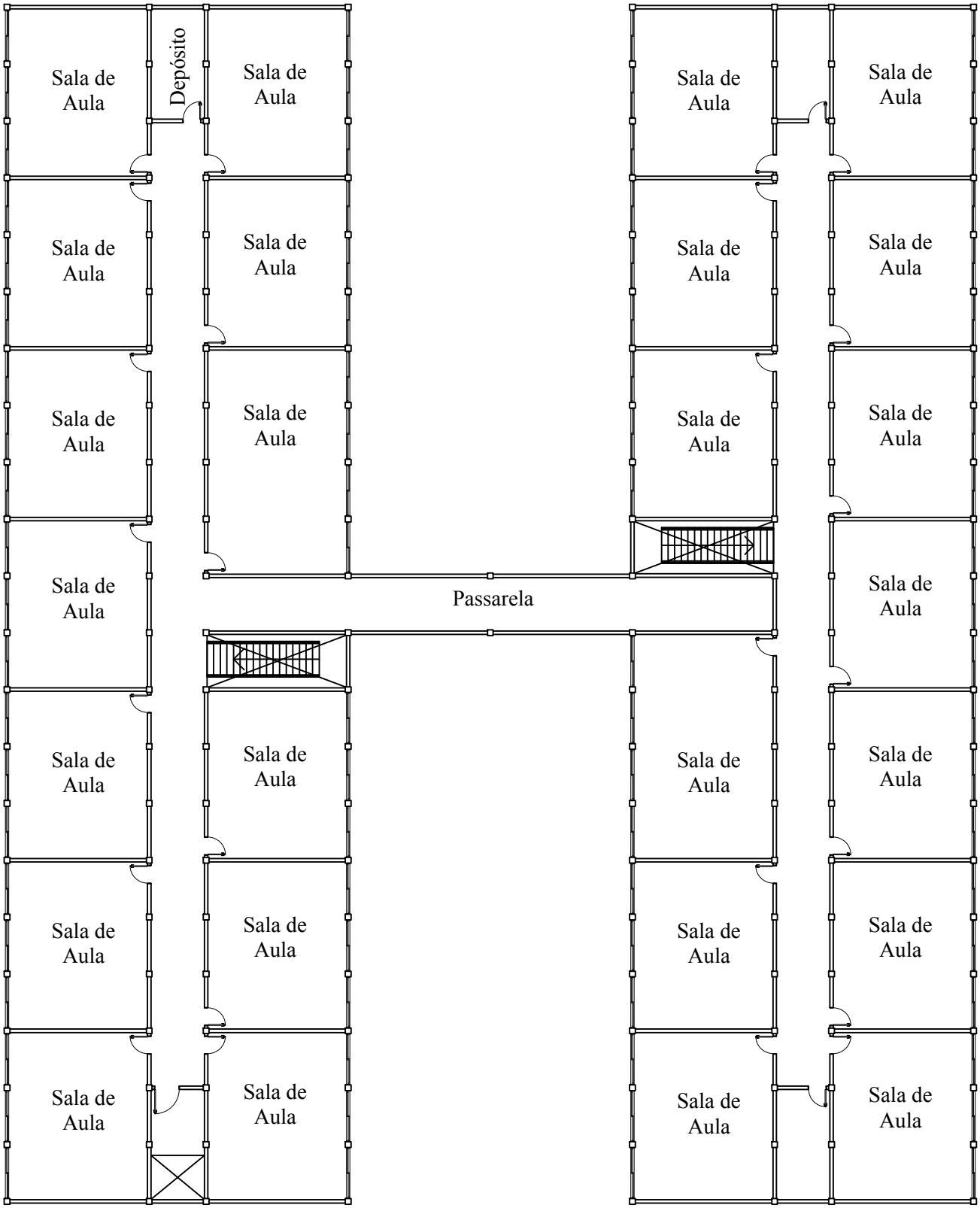
APÊNDICE K – PLANTA BAIXA - GINÁSIO (LAJES)

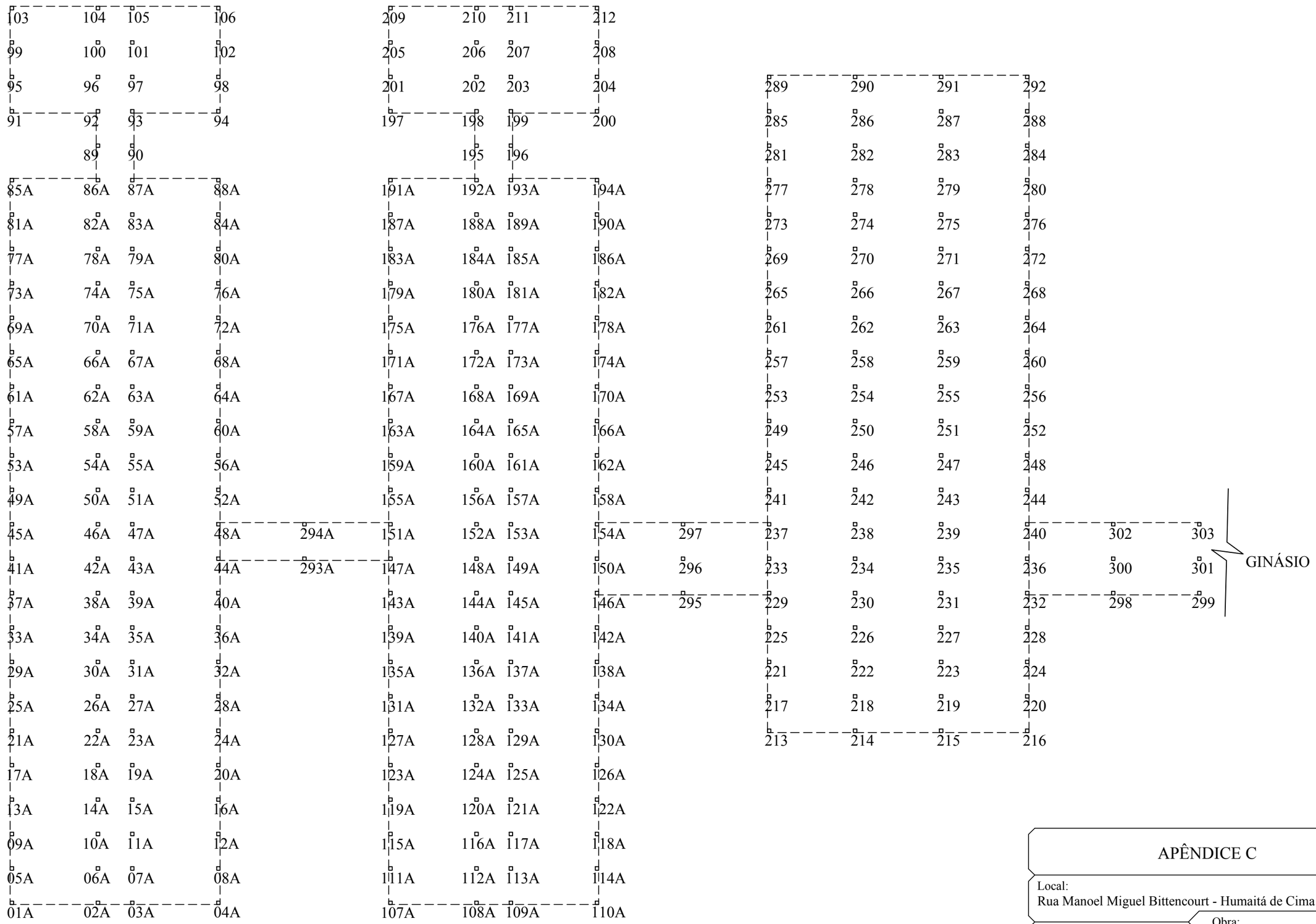
Nesse apêndice encontra-se a locação das lajes da sala da banda situada nos fundos do ginásio da EMEB – João Paulo I, CAIC, sendo todas numeradas pelos autores.



PLANTA BAIXA - TÉRREO
ÁREA: 4.032,46 m²
ESCALA 1:250

APÊNDICE A	
Local: Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC	
Assunto: Planta Baixa - Térreo	Obra: EMEB João Paulo I - CAIC
Área: 5.661,72 m² / Escala: Indicada	Autores: Henrico Spessoto Concer, João Batista de Souza Junior


Sala de Aula
Depósito
Sala de Aula
Sala de Aula
Sala de Aula



PLANTA BAIXA - TÉRREO (PILARES)

APÊNDICE C

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

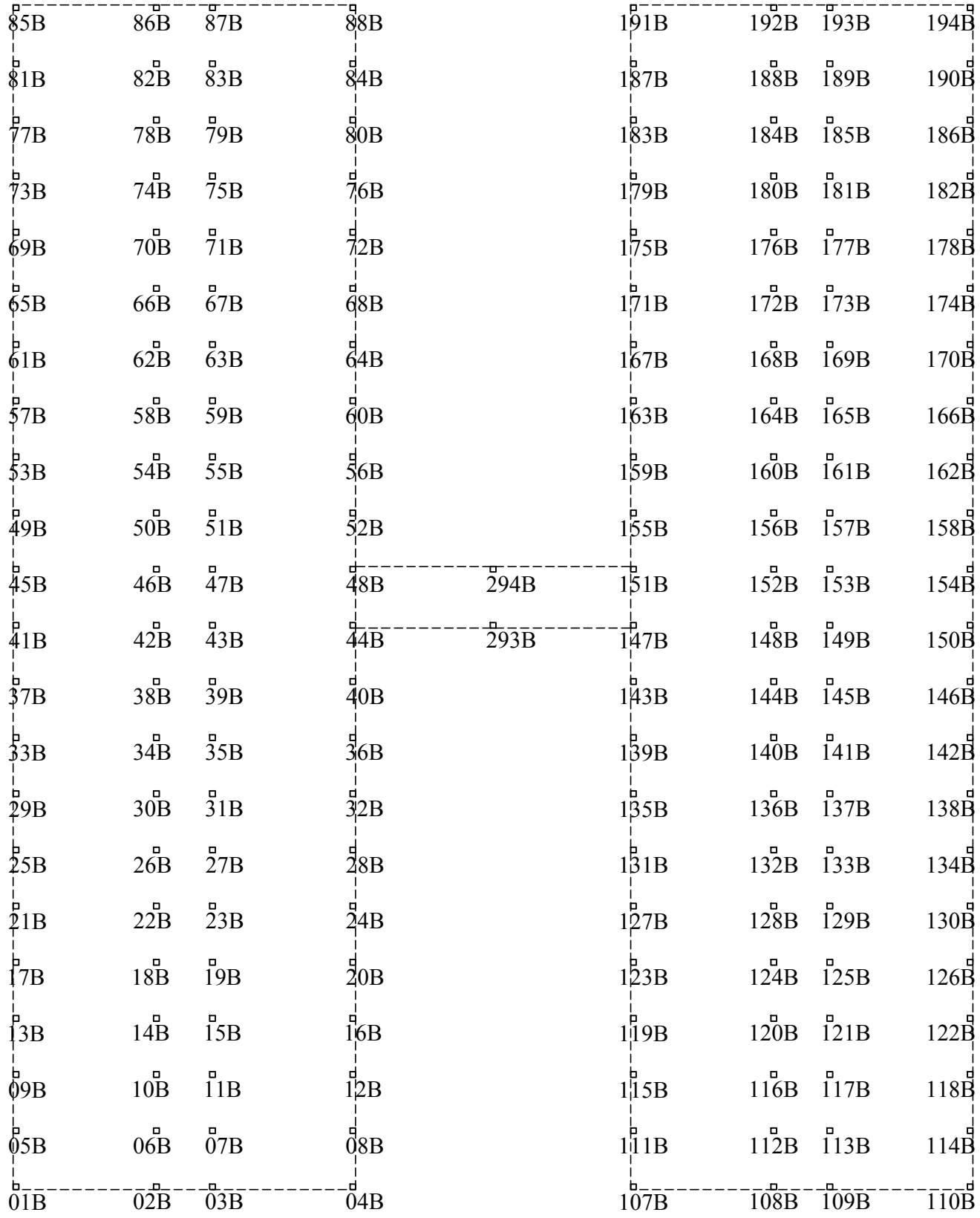
Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Assunto:
Térreo - Pilares

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SUPERIOR (PILARES)

APÊNDICE D

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

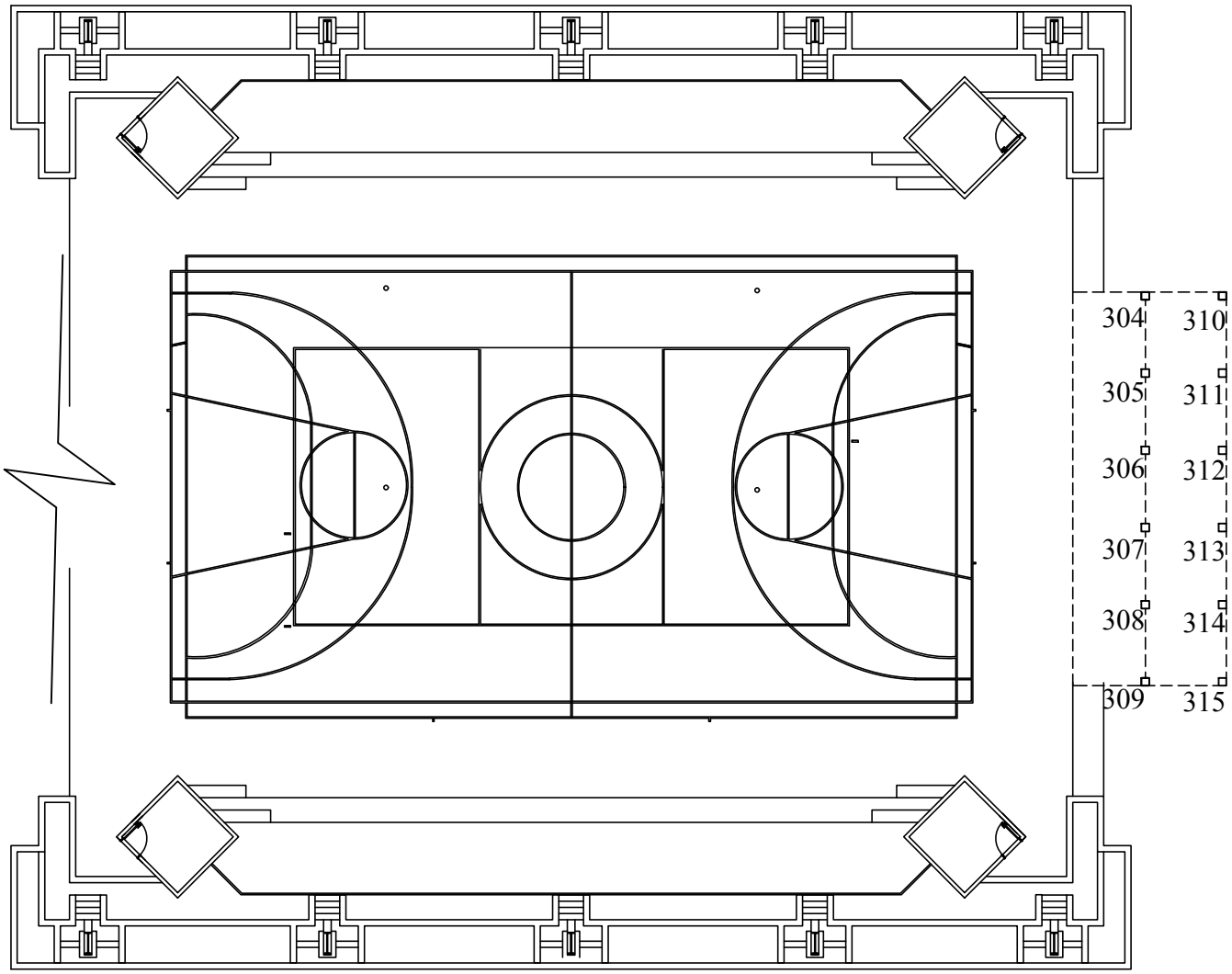
Assunto:
Pavimento Superior- Pilares

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - GINÁSIO (PILARES)

APÊNDICE E

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

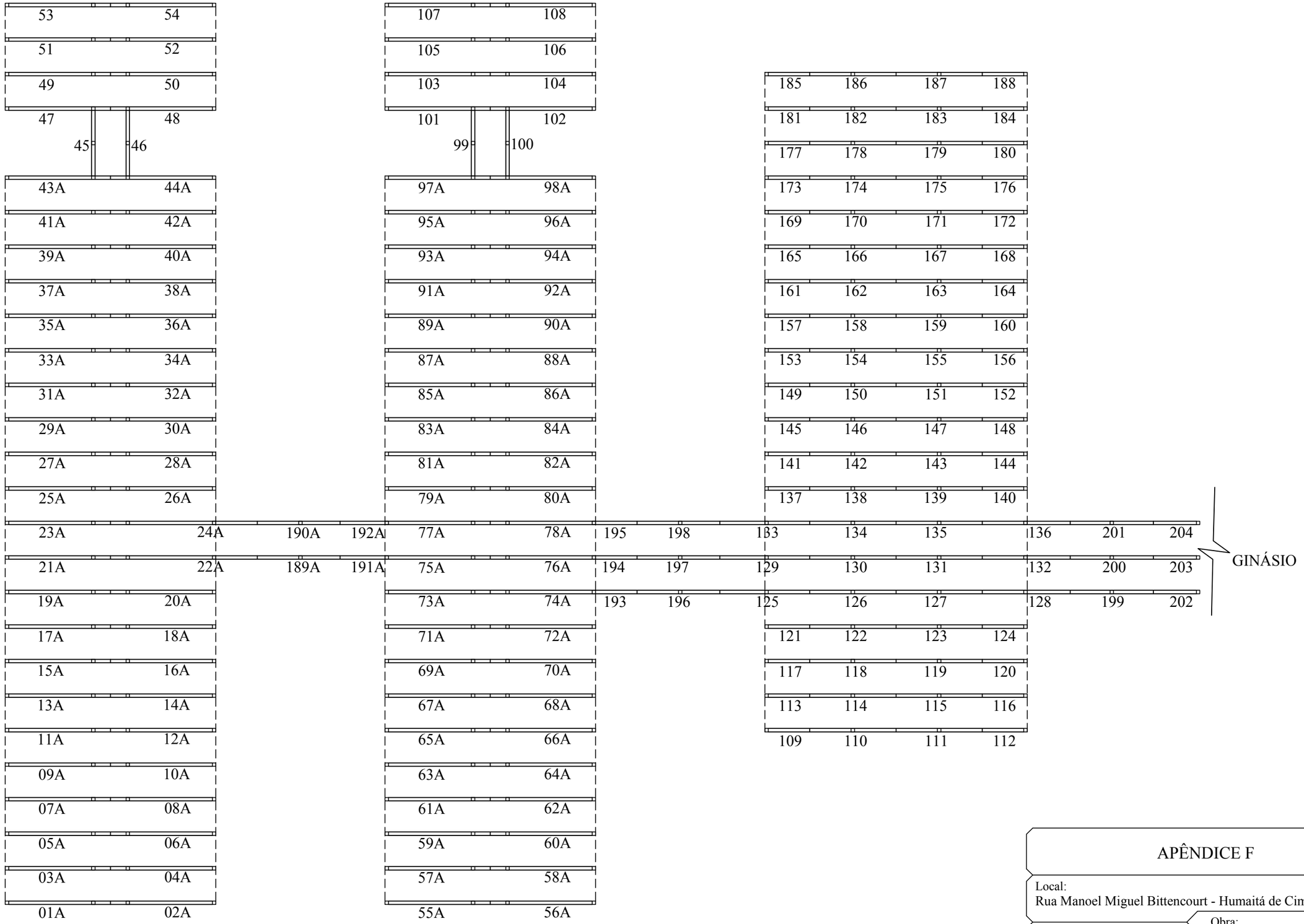
Assunto:
Ginásio - Pilares

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - TÉRREO (VIGAS)

APÊNDICE F

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

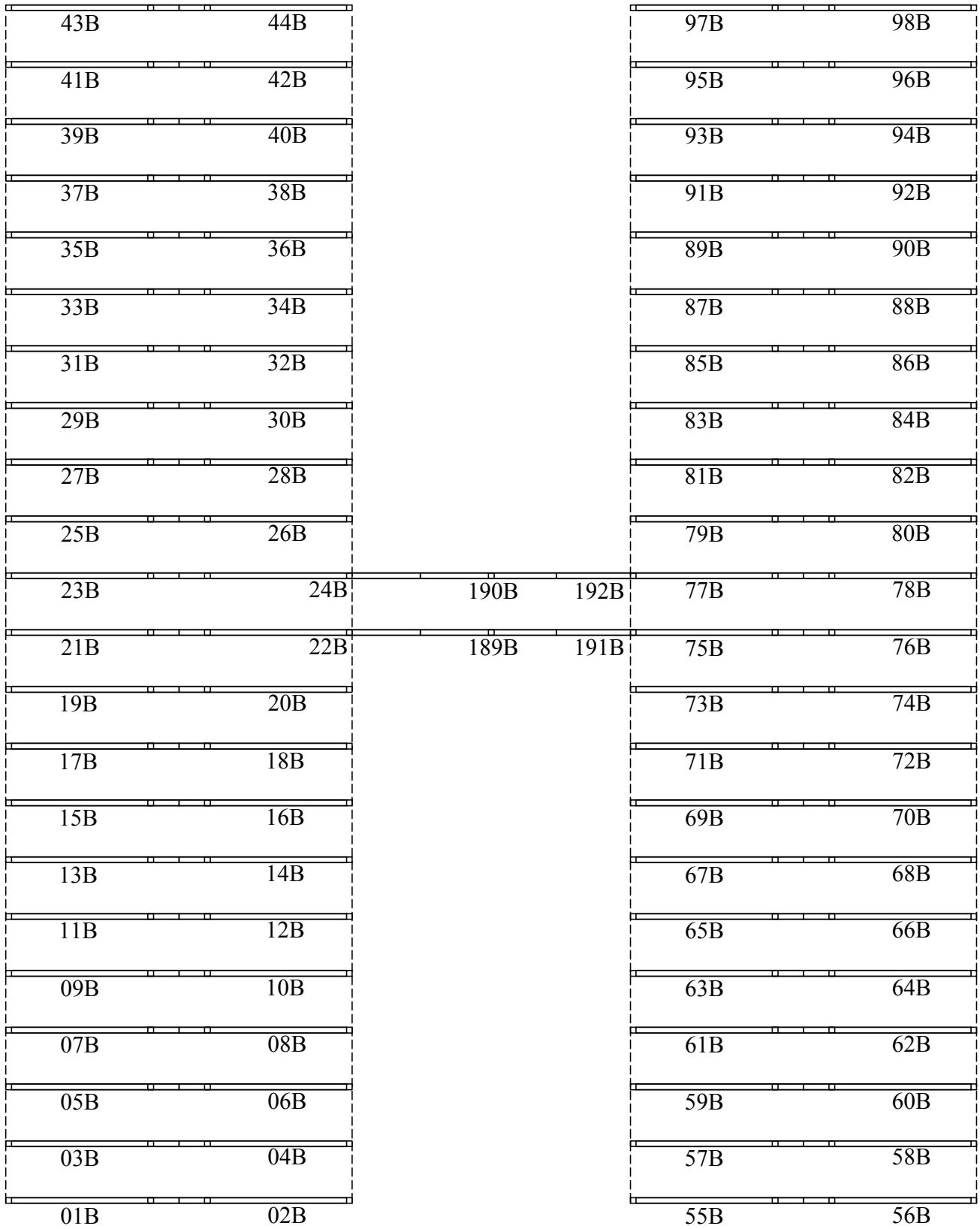
Assunto:
Térreo - Vigas

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SUPERIOR (VIGAS)

APÊNDICE G

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

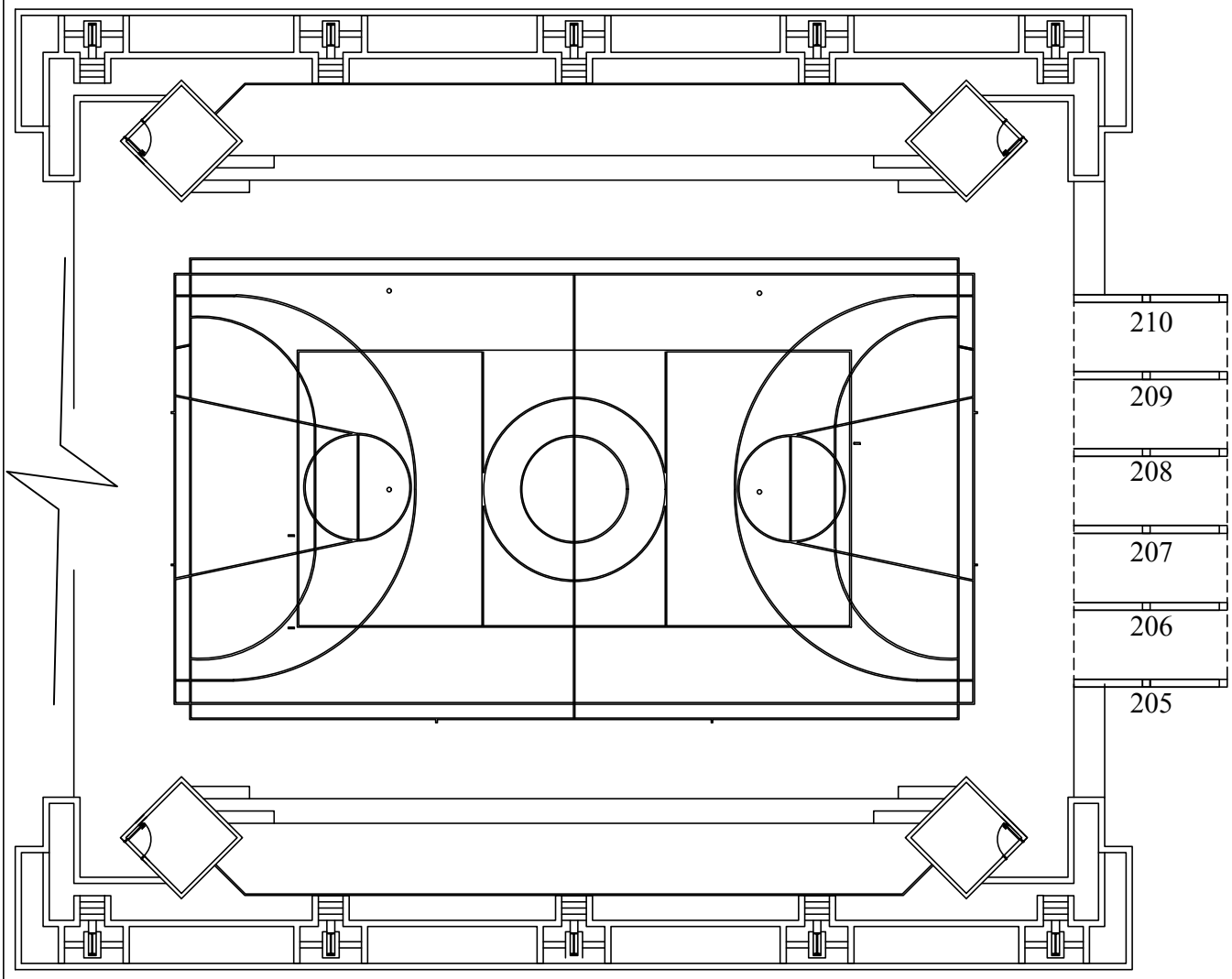
Assunto:
Pavimento Superior - Vigas

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - GINÁSIO (VIGAS)

APÊNDICE H

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

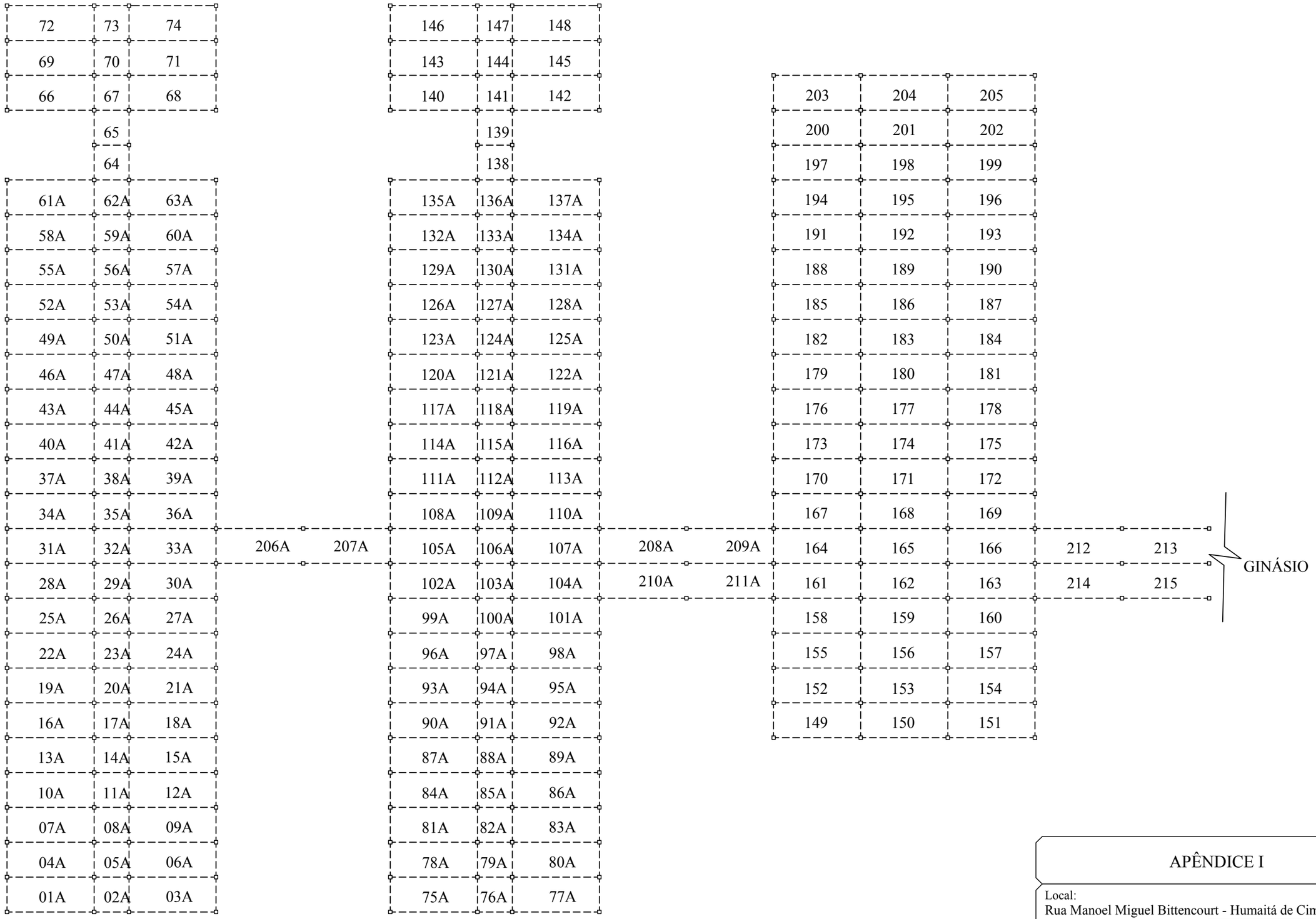
Assunto:
Ginásio - Vigas

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - TÉRREO (LAJES)

APÊNDICE I

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

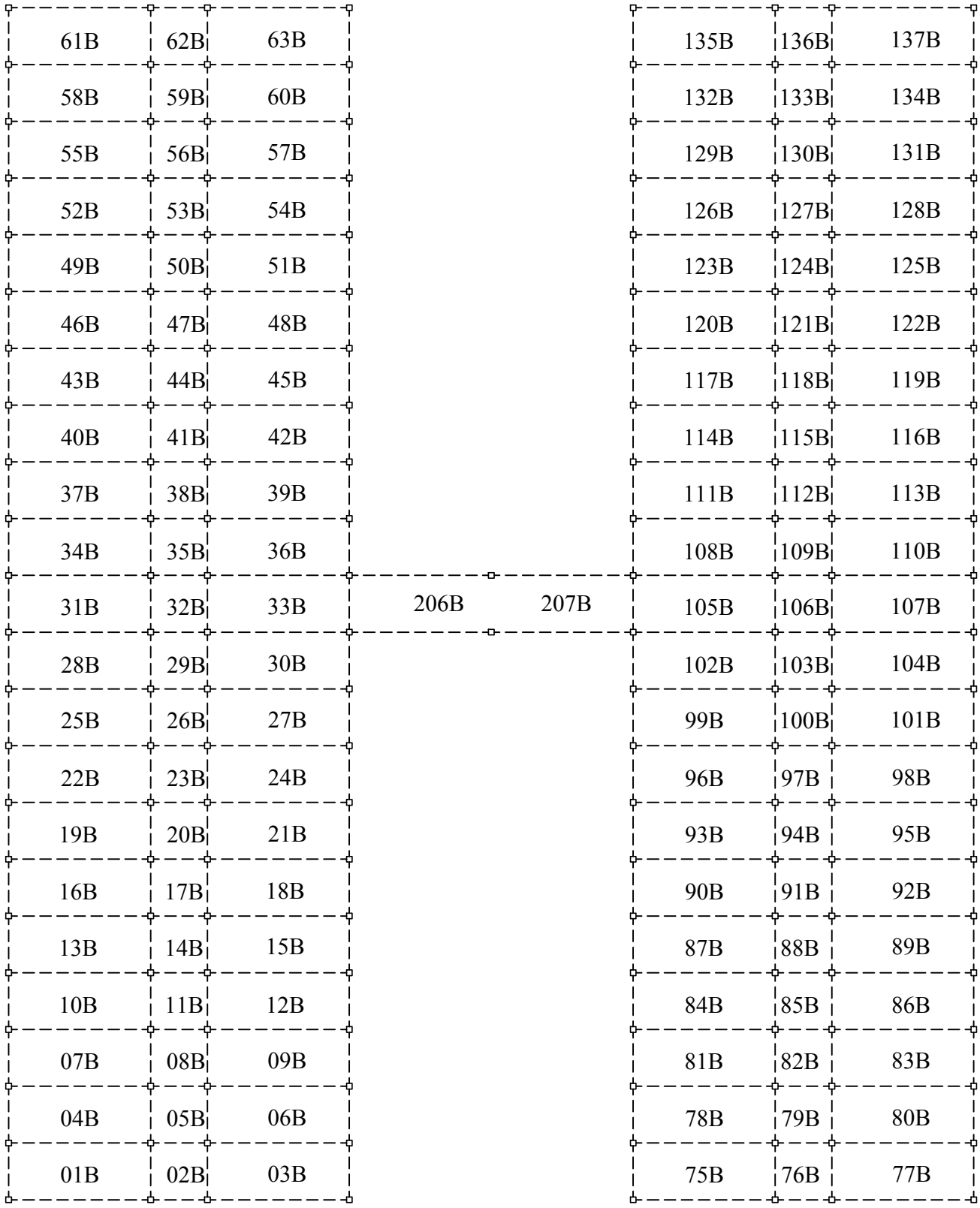
Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Assunto:
Térreo - Lajes

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SUPERIOR (LAJES)

APÊNDICE J

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

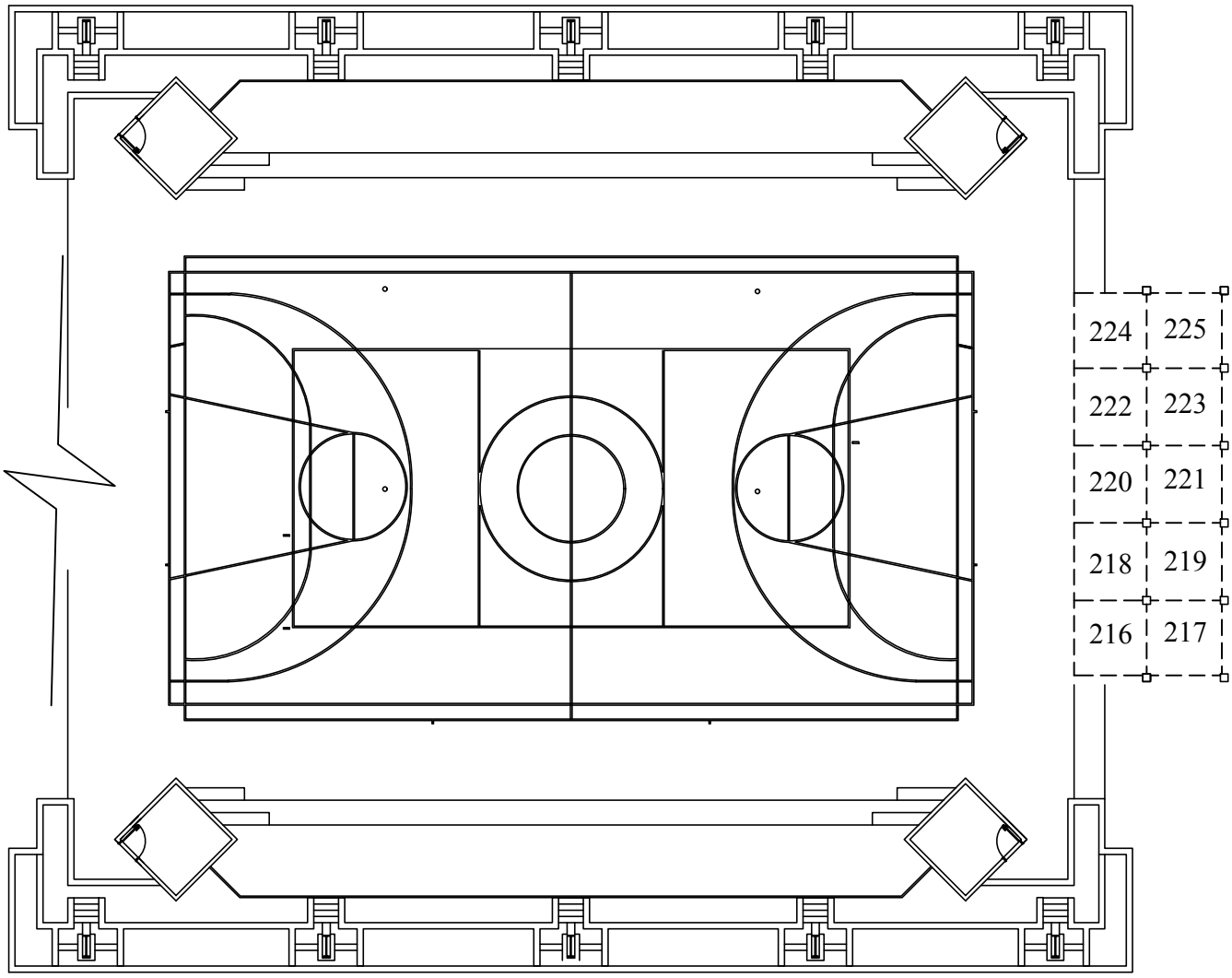
Assunto:
Pavimento Superior - Lajes

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior



PLANTA BAIXA - GINÁSIO (LAJES)

APÊNDICE K

Local:
Rua Manoel Miguel Bittencourt - Humaitá de Cima - Tubarão/SC

Assunto:
Ginásio - Lajes

Obra:
EMEB João Paulo I - CAIC

Área:
5.661,72 m²

Escala:
S/E

Autores:
Henrico Spessoto Concer
João Batista de Souza Junior