

José Bernardo Lumbela

**Estudo das causas das manifestações patológicas em pavimentos de
infraestruturas escolares – caso das salas de aulas da EPC KaMahlanguene e
EPC Bunhiça; Município da Matola**

Curso de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil
Minor em Construção e Manutenção de Edifícios

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

José Bernardo Lumbela

**Estudo das causas das manifestações patológicas em pavimentos de
infraestruturas escolares – caso das salas de aulas da EPC KaMahlanguene e
EPC Bunhiça; Município da Matola**

Curso de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil
Minor em Construção e Manutenção de Edifícios

Monografia Científica apresentada ao Departamento de
Engenharias, Faculdade de Engenharias e Tecnologias,
para a obtenção do Grau Académico de Licenciatura em
Engenharia de Construção Civil

Supervisor:

Eng. Eneias Arone

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, feito segundo os critérios em vigor na Universidade Pedagógica de Maputo. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro também que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, 14 de Fevereiro de 2023

(José Bernardo Lumbela)

Dedicatória

Este trabalho representa uma vitória que culmina com milhares de sentimentos e esforços abnegados que tiveram dois grandes seres humanos como mentores desde o início do processo todo, a quem vai a minha reverência. Pela forma mais emblemática dedico o trabalho, pois, entendo que em primeiríssimo lugar, a eles pertence a vitória; meus pais Samussone Guidione Lumbela e Elisa Tembe Bahule.

Seguidamente, dedico ao meu avo José Pacheco Bahule, que antes mesmo de fazer-me a academia atribuiu-me o título de engenheiro encorajando-me a seguir com afinco e determinação este caminho e a lutar pelos meus sonhos.

Aos meus irmãos Sara Samussone Lumbela, Aida Paula Samussone Lumbela, Helena Samussone Lumbela, Guidione Samussone Lumbela, António Samussone Lumbela e Júlia Samussone Lumbela pela coragem, incentivo e ajuda em todos os momentos, dedico este trabalho que de tudo fizeram para que este momento fosse alcançado com sucesso.

Agradecimentos

À Deus todo-poderoso, devo a minha gratidão, pela vida, protecção, saúde e sabedoria.

Em primeiro lugar os meus agradecimentos vão aos meus pais que em vida, tudo deram pela minha boa educação e formação, não se poupando mesmo nos momentos mais complicados, transmitindo sempre uma mensagem de esperança.

Não menos importante, agradeço aos meus irmãos que sempre tiveram uma palavra de carinho e força para que nunca desistisse, mesmo nos momentos difíceis da caminhada após os nossos pais terem partido deste mundo.

Não poderia esquecer da minha esposa Beatriz Mondlane Lumbela, pela atenção e paciência em sucessivas ausências durante o percurso e por ser a minha verdadeira fonte de inspiração e força para lutar pelos meus objectivos nestes últimos tempos.

Como não poderia deixar de ser, tenho de agradecer imenso a todos os professores que me orientaram desde o primeiro ano de escolaridade até a academia, pela paciência e dedicação que tiveram na transmissão de todos conhecimentos de que disponho hoje especialmente ao meu Professor e Supervisor, o Engenheiro Eneias Arone, por toda a paciência, dedicação, ajuda, conhecimento, incentivo e força de vontade demonstrados durante este processo em que sempre acreditou em mim.

A todos os meus amigos e colegas da universidade que sempre estiveram ao meu lado, com quem troquei as mais variadas experiências, que me deram auxílio nos momentos que mais precisei, especialmente Edmilton Chambule, Elias Tayob Ibraímo, Romário Munguambe, Almiro Person Zeferino, Guidione Lumbela, Valeriano Vasconcelos, Maibeque Nota, Silvestre Macuácuá, Salimo Inglês e Paulo Parruque, parceiros que acompanharam-me sempre, tendo uma garra incrível para me ajudar nas minhas adversas dificuldades.

Aos meus padrinhos, Válter Simbine e Marlene Maputso Simbine, vai extensivamente o meu muito obrigado pelos sucessivos ensinamentos e encorajamento no dia-a-dia.

A todos, o meu Khanimambo!

Epígrafe

“...Para tudo há uma ocasião certa; há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu...” (Eclesiastes 3:1 - 10)

Resumo

Este trabalho, visa fundamentalmente estudar as características e propriedades dos pavimentos (rígidos e flexíveis), com foco em pavimentos rígidos da Escola Primária Completa KaMahlanguene e Escola Primária Completa de Bunhiça, ambas localizadas no Posto Administrativo da Machava, área municipal do Distrito da Matola, Província de Maputo. Foram estudados os conceitos básicos de pavimentação, tipos e as variadas manifestações patológicas que ocorrem em cada pavimento, com maior atenção aos pavimentos rígidos que geralmente são os executados nas infraestruturas escolares em toda a extensão do território nacional. As principais patologias em pavimentos rígidos são analisadas com vista a apurar as causas da sua ocorrência bem como o estudo das técnicas de recuperação nas escolas em questão.

Palavras-chave: pavimentos, pavimentos rígidos, patologias, salas de aulas

Índice	Página
Declaração de Honra.....	I
Dedicatória.....	II
Agradecimentos.....	III
Epígrafe.....	IV
Resumo.....	V
Lista de abreviaturas.....	4
Lista de figuras.....	5
CAPITULO I – INTRODUÇÃO	
1.1 Introdução.....	6
1.2. Tema.....	8
1.3. Justificativa.....	8
1.4. Problema de pesquisa.....	8
1.4. Formulação de hipóteses.....	9
1.5. Objectivos.....	9
1.6. Delimitação do tema.....	12
CAPITULO II – REVISÃO DA LITERATURA	
2.1 Fundamentação teórica.....	13
2.2. Definição de conceitos.....	14
2.3. Caracterização e classificação dos pavimentos.....	15
2.4. Patologias em Pavimentos Rígidos (PPvR).....	19
2.4.1.2. Delaminação.....	19
2.4.1.2. Descoloração.....	20
2.4.1.2. Esborciamentos.....	21
2.4.1.3. Fissuras.....	21
2.4.2. Causas das patologias em Pavimentos Rígidos.....	22
2.4.3. Patologias Estruturais (PtE).....	22
2.4.4. Patologias Funcionais (PtF).....	25
CAPITULO III - ESTUDO DE CASO	
3.1 Caracterização da área de estudo.....	28
3.2. Análise ds slos e impantação dos edifícios.....	31
3.3. Patologias diagnosticadas.....	31
3.4. Avaliação das Características Funcionais.....	32

3.5. Avaliação das Condições Estruturais do Pavimento	355
3.6. Proposta de solução	37
3.6.1. Proposta primeira: Projecção do betão.....	37
3.6.2. Proposta segunda: Reconstrução total.....	38
3.6.2.1. Actividades preparatórias	38
3.6.2.2. Betonagem	38
3.6.2.3. Talochamento	39
3.6.2.4. Corte e selagem das juntas	39
3.6.2.5. Selagem das juntas	4040
CAPITULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS	
4. Conclusões.....	41
4.2. Recomendações.....	42
CAPITULO V - BIBLIOGRAFIA E ANEXOS	
5.1. Bibliografia de Consulta	43
5.2. Apêndices.....	45
5.3. Anexos	49

Lista de abreviaturas

EPC – Escola Primária Completa.

PR – Pavimentos Rígidos.

PF – Pavimentos Flexíveis.

IE – Infraestruturas Escolares.

DPEDH – Direcção Provincial de Educação e Desenvolvimento Humano.

MINEDH – Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano.

PES – Projecto Escolas Seguras.

PSR – Projecto Salas Resilientes.

RF – Recalque de Fundação.

PF – Patologia Funcional.

PE – Patologia Estrutural.

RH – Retração Hidráulica.

Pv – Pavimento/s.

Pt – Patologia/s.

MP – Manifestações Patológicas.

PvR – Pavimentos Rígidos.

PPvR – Patologias em Pavimentos Rígidos.

Fig. – Figura.

Pg. – Página.

Lista de figuras

Figura 1: Causas das manifestações patológicas nas edificações escolares, Pg 13.

Figura 2: Pavimento Flexível, Pg 15.

Figura 3: Secção Transversal de um Pavimento Rígido, Pg 16.

Figura 4: Pavimento de uma sala de aulas em betão, Pg 17.

Figura 5: Pavimento de um Aeroporto em betão, Pg 17.

Figura 6: Distribuição de cargas em um PvR, Pg 18.

Figura 7: Delaminação de Pavimento, Pg 20.

Figura 8: Pavimento descolorado, Pg 20.

Figura 9: Esborciamento em pavimentos, Pg 21.

Figura 10: Fissuras em pavimentos, Pg 22.

Figura 11: Causas das trincas em pavimentos de betão, Pg 23.

Figura 12: Fissuras da retracção plástica, Pg 23.

Figura 13: Trinca por atraso de corte, Pg 23.

Figura 14: Elevada aderência do betão/sub-base, Pg 23.

Figura 15: Trinca por desalinhamento da bara de transfência, Pg 23.

Figura 16: Trinca por Recalque de Fundação, Pg 24.

Figura 17: Reacção Alkali-Agregado, Pg 25.

Figura 18: Retração do betão, Pg 26.

Figura 19: Reparo mal executado, Pg 27.

Figuras 20 e 21: Salas de aulas das EPC Ka Mahlanguene e Bunhiça, Pg 29.

Figura 22: Nível de Pv, Pg 29.

Figura 23: Nível de Pv, Edifício em Pilotis, Pg 30.

Figura 24: Secção transversal do pavimento executado, Pg 30.

Figura 25: Erosão no edifício, Pg 31.

Figura 26: Fendilhação d edifício, Pg 31.

Figura 27: Reacção alcali-agregado, Pg 32.

Figura 28: Fissuração em remendos, Pg 33.

Figura 29 e 30: Delaminação e fissuração do pavimento, Pg 34.

Figura 31: Reparo mal executado em Trincas por RF, Pg 35.

Figura 32: Reparo mal executado em Trincas por RF, Pg 36.

Figura 33: Trincas mal reparadas; EPC Bunhiça vs EPC Ka Mahlanguene, Pg 36.

Figura 34: Trincas por RF; EPC Ka Mahlanguene, Pg 36.

Figura 35: Juntas mal executadas, Pg 37.

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A preocupação do homem em criar condições que o garantam maior conforto e comodidade na vida quotidiana, tem vindo a crescer e por conseguinte estimulado a sua capacidade de criação e inovação das técnicas, meios e materiais a aplicar com vista o alcance deste objectivo. Tais técnicas, meios e materiais têm tido maior destaque nas edificações, estradas e pontes pavimentadas, assim como estruturas que lhe assegurem reserva e transporte de água, como barragens e aquedutos respectivamente. Essas e muitas outras obras vêm sendo realizadas pelo homem ao decorrer dos anos em prol de sua sobrevivência, desenvolvimento e auto-superação.

É evidente que a procura por materiais e técnicas que sustentem estruturas cada vez mais robustas se torna alvo importante para o homem neste sector. Na medida em que estas devem estar em condições de resistir ao ambiente e aos efeitos dos seus agentes por tempo razoavelmente satisfatório as necessidades deste mesmo homem.

O uso de técnicas, meios e materiais diversificados com inovações e novidades de projectos impulsionou um rápido crescimento da indústria da construção civil em determinadas épocas e regiões a escala mundial, trazendo consigo porém riscos devido ao grande desconhecimento de algumas dessas novas técnicas.

Aceitos os riscos e com o desconhecimento e falta de experiência, juntamente veio o surgimento de inúmeras manifestações patológicas nas estruturas, podendo causar a diminuição da vida útil da mesma e até mesmo risco de acidentes fatais, dependendo da falha que dado elemento estrutural venha a possuir. A fim de estudar as manifestações patológicas nas edificações e demais empreendimentos civis, foi lançada uma nova área de estudos, cujo nome viria a chamar-se Patologias em Estruturas, (ALMEIDA, 1999).

Esta área de conhecimento, chama para a necessidade de atender as manifestações patológicas encontradas em pavimentos de infraestruturas escolares (concretamente salas de aulas), no Município da Matola devendo analisá-las diagnosticando as causas, fornecendo soluções técnicas a partir do estudo de caso a ser desencadeado neste projecto.

Diversas são as razões que levam uma estrutura a sofrer danos, daí que é devesas importante que seja levado a cabo um estudo neste ramo da engenharia, por forma a evitarem-se manifestações patológicas que venham a diminuir a durabilidade das estruturas, assim como é necessário conhecimento suficiente para solucionar e recuperar aquelas que apresentam o problema, de maneira a curá-las e impedir que o agente causador volte à manifestar-se a posterior.

1.2. Tema

Este projecto visa estudar as manifestações patológicas nos pavimentos de edificações escolares (salas de aulas), através de uma análise que procurará compreender as causas da ocorrência destes considerando o tempo de vida das edificações visadas.

1.3. Justificativa

A escolha deste tema, surge para dar resposta a inquietação levantada pelo Departamento de Construção e Infraestruturas Escolares da DPEDH – Maputo, segundo a qual infraestruturas recém-construídas no âmbito do PES vem registando manifestações patológicas nos pavimentos, incluindo as que ainda não haviam sido entregues para o uso em actividades lectivas concorrendo significativamente na redução do tempo de vida útil e desempenho esperado destas.

O estudo será realizado considerando escolas da Área Metropolitana de Maputo (concretamente Município da Matola) construídas nos últimos quatro anos, no âmbito do PES, levado a cabo pelo MINEDH para responder a demanda bem como a deterioração/destruição das edificações já existentes em virtude da ocorrência de quaisquer tempestades e demais fenómenos naturais.

Para o reconhecimento do objecto do referido estudo, foram efectuadas visitas a (EPC) Escola Primária Completa KaMahlanguene, Escola Primária Completa de Bunhiça e Escola Primária Completa 12 de Outubro, cuja realidade no terreno levou a tomada da EPC de Bunhiça ser tomada como base do estudo. É também não menos importante referir que o conhecimento profundo deste problema conduzirá-nos a tomada de decisões acertadas em soluções técnico-científica nestas e futuras obras, evitando assim demasiados esforços financeiros em interveções correctivas para garantir a longevidade do património escolar rumo a melhoria das condições de ensino e consequentemente da qualidade deste.

1.4. Problema de pesquisa

O PES (Projecto Escolas Seguras), foi concebido como resposta aos desafios da realidade climatérica actual bem como a demanda por mais salas de aulas nas escolas moçambicanas, pelo que é deveras urgente perceber ***quais são as causas da ocorrência de manifestações patológicas em pavimentos das edificações/infraestruturas escolares.***

1.5. Formulação de hipóteses

H1. As patologias são oriundas do mau uso e aproveitamento das edificações escolares;

H2. O uso de materiais de construção de baixa qualidade é o único factor causador de patologias nos pavimentos das edificações escolares;

H3. O desprezo de estudo e ou aspectos geotécnicos na concepção estrutural das edificações está na origem da ocorrência de patologias em pavimentos escolares.

H4. Fraca/falta de fiscalização das obras, “deu autonomia” ao empreiteiro de executar a obra a “seu belo prazer”.

1.6. Objectivos

1.6.1. Objectivo Geral:

- Conhecer as causas da ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos de edificações escolares (salas de aulas) no Município da Matola.

1.6.2. Objectivos Específicos:

- Apontar as principais e mais comuns manifestações patológicas em pavimentos escolares, mostrando quais suas características de cada uma para que possam ser reconhecidas, reforçadas e recuperadas;
- Descrever as origens das manifestações patológicas em pavimentos das salas de aulas da EPC de Bunhiça e EPC KaMahlanguene;
- Propor soluções viáveis para as patologias identificadas, considerando o resultado do diagnóstico e análise feitos.

1.7. Metodologia

De acordo com FONSECA 2002 citado por GERHARDT & SILVEIRA (2009:12), na sua análise sob o conceito metodologia, define-a como sendo o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos, para se realizar uma pesquisa ou um estudo, ou para se fazer ciência.

Etimologicamente, significa o estudo dos caminhos, dos instrumentos utilizados para fazer uma pesquisa científica.

Esta pesquisa seguiu uma série de orientações de modo a concretização dos objectivos da sua execução visando buscar respostas para o problema identificado,

que distinguem em revisão de diversificadas fontes bibliográficas que poderão ser encontradas no desenvolvimento do mesmo através de citações bem como nas referências bibliográficas, bem como a recolha de dados no campo com o objectivo de conhecer as causas da ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos de edificações em causa.

1.8. Tipos de Pesquisa

1.8.1. Quanto à sua abordagem

A Pesquisa é do tipo descritivo com uma abordagem qualitativa e quantitativa. GERHARDT & SILVEIRA (2007:31) citando GOLDENBERG (1997:34), afirmam que a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um dado assunto.

Com a abordagem qualitativa, pretende-se compreender as razões que levam a deterioração de pavimentos nas edificações escolares bem como fazer relações entre as variáveis e os fenómenos relativos ao ambiente a volta.

1.8.2. Quanto à Área da Ciência

Para a concretização dos objectivos da nossa pesquisa, usou-se a pesquisa descritiva, com vista a reflectir em torno dos factores que contribuem para a ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos das edificações em causa, bem como confrontar os factos reais com o ideal na base dos resultados colhidos no campo.

Para LAKATOS & MARCONI (2001) citados por OLIVEIRA (2011:22), este tipo de pesquisa visa estabelecer relações de causa-efeito por meio da manipulação directa das variáveis relativas ao objecto de estudo, buscando identificar as causas do fenómeno.

1.8.3. Quanto à Natureza

Porque esta pesquisa objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos ora identificados, ela envolve verdades e interesses locais, daí que classificar-se-á em Pesquisa Aplicada.

1.8.4. Quanto aos Métodos de Procedimentos

Trata-se de uma Pesquisa explicativa pelo que esta objectiva efectivamente explicar os porquês de manifestações patológicas e suas causas, por meio do registo, da análise, da classificação e da interpretação dos fenómenos observados. Visa a identificação dos factores que determinam ou contribuem para a ocorrência deste fenómeno; *“...aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas...”*(GIL, 2010, p. 28).

1.8.5. Quanto aos Procedimentos Técnicos

A pesquisa consistirá em colectar e analisar informações sobre a ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos de edificações escolares, a fim de estudar aspectos variados de sua vida, de acordo com os objectos anteriormente definidos.

O **Estudo de Caso** enquadra-se perfeitamente nesta pesquisa pois, refere a um estudo minucioso e profundo de um objecto podendo esta permitir novas descobertas de aspectos que não foram previstos inicialmente (YIN, 2001). De acordo com Schramm (apud YIN, 2001), citado por Cleber Prodanov (Metodologia do trabalho Científico:60, 2013) a essência do estudo de caso é tentar esclarecer uma decisão, ou um conjunto de decisões, seus motivos, implementações e resultados. Gil (2010:37) afirma que o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objectos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.”

1.8.6. Quanto aos objectivos

Trata-se de uma Pesquisa Explicativa, visto que nela o pesquisador procurará explicar os porquês da ocorrência de patologias e suas causas, por meio do registo, da análise, da classificação e da interpretação dos fenómenos acima referenciado. Visando desta forma identificar os factores que determinam ou contribuem para a ocorrência destas patologias; *“aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas.”*

1.9. População

A população diz respeito a todos os elementos que partilham características comuns, as quais são definidas pelos critérios estabelecidos para a investigação

(FORTIN, 2009) citado por (FARIA, 2012:87). A pesquisa será realizada na Província de Maputo, área municipal do Distrito da Matola, mais concretamente nas EPC de Bunhiça, EPCKaMahlanguene e EPC 12 de Outubro, cujo universo é constituído por dezoito (18) salas de aulas, e três técnicos afectos ao Departamento de Construções Escolares na DPEDH-Maputo.

1.9.1. Amostra

GIL (2008:90), considera amostra, um subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população.

Para este estudo, recorreu-se a uma **Amostra Intencional** ou **de Seleção Racional** por constituir um tipo de amostragem não probabilística e consistir em seleccionar um subgrupo da população que, com base nas informações disponíveis, possa ser considerado representativo. Neste caso, a parte representativa do universo escolhido, é de quatro salas de aulas, em que duas são da EPC - Bunhiça e as restantes da EPC – Ka Mahlanguene.

1.10. Instrumentos de Colecta de Dados.

A pesquisa realizar-se-á á base de dois instrumentos de recolha de dados: o questionário (check-list) e a entrevista. Com o uso destes dois (2) instrumentos de recolha de dados acredita-se ser possível obter informações em várias perspectivas relacionadas as patologias patentes nos pavimentos de edificações escolares, bem como favorecerá a obtenção de informações que possibilitem uma análise comparativa destas com outras situações.

1.11. Delimitação do tema

Este estudo compreende uma análise em torno das causas da ocorrência de manifestações patológicas em pavimentos das salas de aulas na EPC KaMahlanguene e EPC Bunhiça.

CAPITULO II – REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fundamentação teórica

Nos últimos tempos, as edificações escolares tem sido vítimas de destruição em virtude da ocorrência de ciclones tropicais que vem assolando de forma frequente a costa moçambicana causando danos incalculáveis e deixando milhares de alunos ao relento. Segundo dados da DPEDH Maputo (Direcção Provincial de Educação e Desenvolvimento Humano de Maputo) , ao nível da província, tais danos tem-se verificado efectivamente nas edificações erguidas até o ano 2014, facto que levou o MINEDH (Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano) juntos dos seus parceiros institucionais a levar a cabo a concepção de um novo projecto de construção escolar que responda aos desafios impostos pela realidade climática actual. Tal projecto foi concebido em finais de 2014 e tomou oficialmente a denominação “**Projecto Escolas Seguras em Moçambique**” e popularmente conhecido por (PSR) “**Projecto Salas Resilientes**” que foi imediatamente implementado nas construções seguintes.

Posto isto, pouco tempo depois, constatou-se que as edificações erguidas no âmbito do novo projecto conceptual, apresentam anomalias nos seus pavimentos, facto que levantou muitos questionamentos visto que estas são construções bastante recentes e por outro lado dentro dos prazos de garantia estabelecidos.

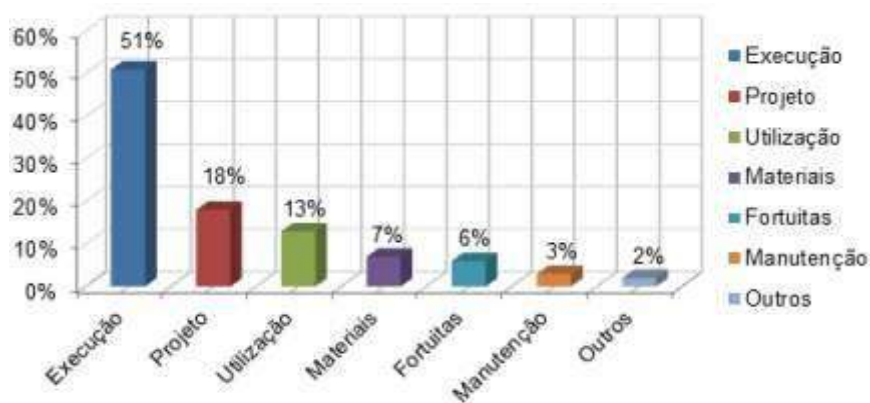


Fig 1: Incidências das causas de manifestações patológicas nas edificações escolares moçambicanas (Fonte: DPEDH- Maputo)

2.2. Definição de conceitos

2.2.1. Pavimentos

Segundo Francisco José d'Almeida Diogo (2008) **Pv** (Pavimento) é um revestimento sobre uma superfície, formado por camadas de diferentes características, destinado a distribuir cargas sobre um plano subjacente, apresentando uma superfície adequadamente resistente a abrasão, com textura e declividade capazes de oferecer segurança e conforto aos usuários.

O **Pv** é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo do edifício ou estradal, adequada para atender estrutural e operacionalmente aos usuários, de maneira durável e ao mínimo custo possível, considerados diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação, obrigatórios (BALBO, 2007, p. 29).

Pavimento (Pv) é uma estrutura de múltiplas camadas construída sobre a terraplenagem e destinada, técnica e economicamente, a resistir aos esforços oriundos do tráfego e a melhorar as condições de rolamento (ANDRADE, 2005).

2.2.2. Patologias (Pt)

Segundo Helene (2003), citado por Fim (2021), patologia do betão é a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de betão (simples ou armado), associados a um determinado factor determinante. Tais factores criam futuramente problemas diversos colocando em causa o desempenho do imóvel a curto e longo prazo.

Para Souza e Ripper (1998,p.23) citados por Farias e Souza (2017, p.03) patologia nas construções é o estudo dos sintomas, mecanismos, origens e causas de anomalias das construções civis. Este estudo consiste em propor melhores acções interventivas que visem a melhoria do desempenho deste bem como o aumento da sua vida útil e durabilidade da estrutura.

De uma forma genérica, as consequências oriundas das manifestações patológicas em edifícios não obedecem a única origem, mas sim a várias que, actuam concomitantemente acabando por levar a estrutura deste ao colapso. Não é difícil identificar em determinadas infraestruturas erros cometidos em quaisquer fases ou

etapas e mesmo assim não manifestar danos no seu todo. Contrariamente, pode-se identificar nestas infraestruturas manifestações patológicas cujo impacto reduz a resistência e, como consequência o desempenho e a vida útil deste.

As manifestações patológicas são consequências gradativas de atribuições de factores, ou seja, sobreposição de efeitos decorrentes de falhas na concepção, execução ou manutenção do edifício. Entretanto, estas patologias podem ser classificadas em estruturais ou funcionais.

2.3. Caracterização e classificação dos pavimentos

Os Pv, podem ser caracterizados e classificados de acordo com a sua constituição principal, podendo ser eles constituídos por Cimento Portland ou mesmo por Ligantes Betuminosos. Os quais distinguem-se em Pavimentos Rígidos e Pavimentos Flexíveis, que a seguir debruça-se a respeito.

2.3.1. Pavimentos Flexíveis

São todos aqueles que compostos por varias cadas funcionando em conjunto, sendo que o revestimento é por uma camada de asfalto que absorve as solicitacoes transmitidas transmitindo-as para as camadas inferiores.

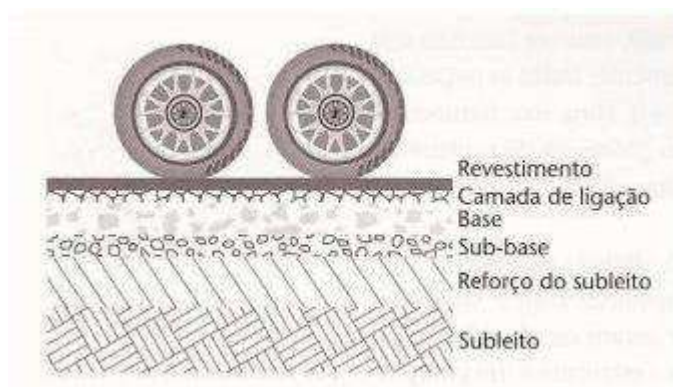


Fig. 2: Pavimento Flexível (Fonte: Balbo, 2007)

2.3.2. Pavimentos Rígidos (PvR)

São aqueles cujo revestimento apresenta maior rigidez em relação as camadas inferiores, permitindo-a assim a absorção praticamente de todas tensões consequentes do carregamento aplicado sobre ele.

Segundo Horonjeff (1966), os PR são constituídos basicamente por três camadas que são: revestimento, base e subleito.

A existência de uma camada de betão, praticamente absorve todas as tensões actuantes, distribuindo-as em uma grande área. Ao chegar ao subleito, terreno em que se assenta o pavimento, seja ele resultante de corte ou aterro, a carga encontra-se já suficientemente amortecida diminuindo deste modo o impacto desta sobre as camadas inferiores responsáveis por suportar todas tensões actuantes. A figura 1 ilustra seção típica de um pavimento rígido.

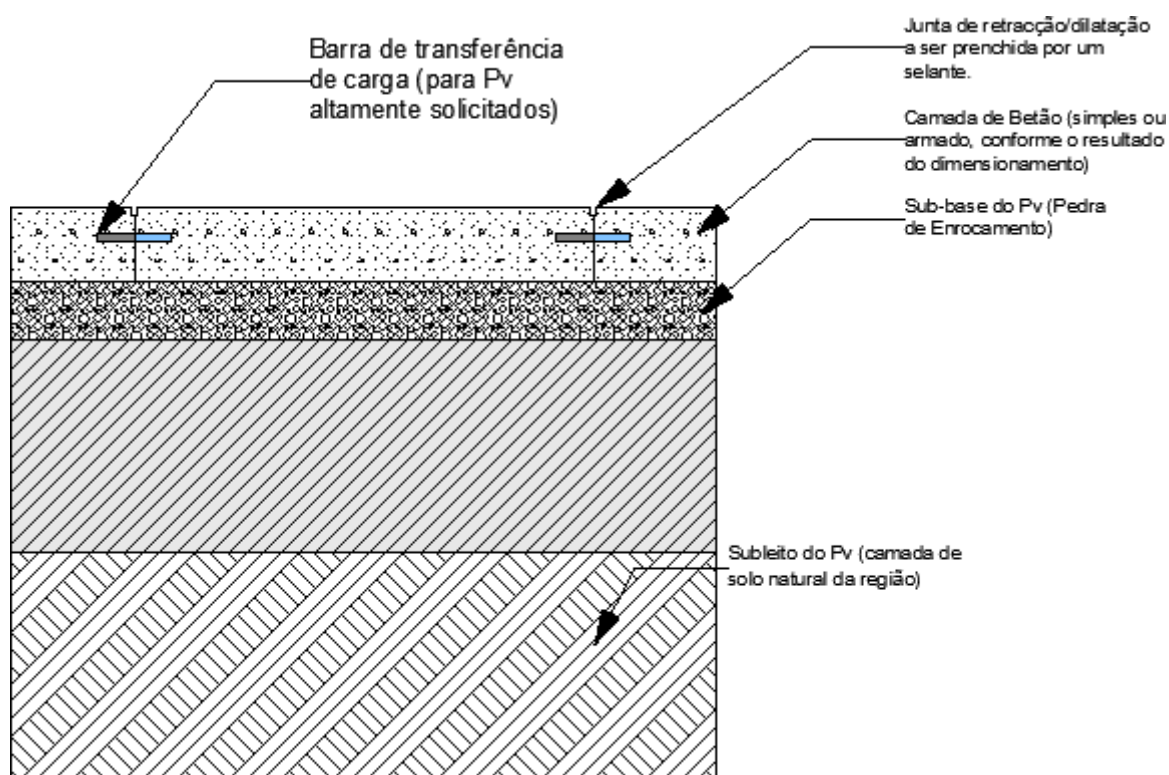


Fig. 3: Seção Transversal de um PvR (Fonte: Autor)

Nos PvR a camada superficial (de rolamento) é estabelecida em betão e pode ser desenvolvida por diversas técnicas, apresentando características próprias do projecto, execução operação e manutenção, caracterizando-se rigorosamente por:

- ✓ Alta Rigidez;
- ✓ Alta Resistência e;
- ✓ Pequenas espessuras, definidas em função da sua resistência a flexão.

Tendo em conta sua finalidade estes pavimentos, podem ser desenvolvidos para indústrias e residências, infraestruturas sociais (escolas, hospitais, etc.), bem como vias de comunicação e acesso. Com exceção das vias de comunicação e acesso nos PR a camada de betão pode ser posteriormente revestida de um outro material (porcelana, cerâmica ou madeira, etc.) a escolha do proprietário, por forma a garantir um melhor acabamento deste.

As figuras abaixo, ilustram pavimentos rígidos desenvolvidos em betão para finalidades diferentes:



Fig 4: Pavimento de uma sala de aulas em betão. (Fonte: Autor)



Fig 5: Pavimento de um Aeroporto em betão. (Fonte: Quirino, 2013)

De um modo geral no acto da construção, as placas de betão devem estar assentes sobre uma fundação previamente preparada com material de jazida (material de ocorrência mineral natural), denominado base ou mesmo sub-base segundo a concepção autoral do narrador. Esta base pode ser semi-rígida ou mesmo flexível bem como possuir função drenante. De um modo geral, o facto de os PR serem feitos em betão, permite com que haja uma distribuição aproximadamente uniforme das tensões provocadas pelas cargas nele apoiadas.

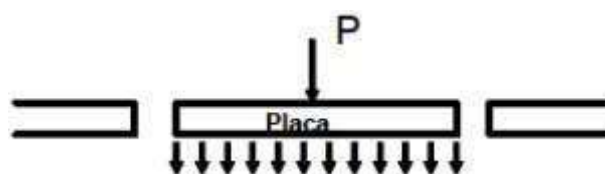


Fig. 6: Distribuição de cargas num PvR. (Fonte: HORONJEF, 2010)

2.3.2.1. Constituintes dos Pavimentos Rígidos (PvR).

São constituintes principais dos PR os seguintes materiais:

- ✓ Cimento Portland (comum);
- ✓ Agregado Graúdo (Brita);
- ✓ Agregado Miúdo (areia);
- ✓ Água (tratada);
- ✓ Aditivos Químicos (Plastificante);
- ✓ Fibras (Plásticas ou Aço);
- ✓ Selante de juntas (moldado);
- ✓ Material de enchimento de juntas (fibras ou borracha) e;
- ✓ Aço.

Como se pode perceber, para SILVA (2008) os PvR são claramente revestidos de betão, podendo subdividir-se em:

- ✓ PvR de Betão Simples;
- ✓ PvR de Betão Armado e;
- ✓ PvR de Betão Pretendido.

2.3.2.2. Patologias em Pavimentos Rígidos (PPvR).

Segundo SILVA (2008), as patologias decorrentes em PvR podem ser Estruturais ou Funcionais.

As **Patologias Estruturais** (PtE) são aquelas que afectam a capacidade normal do pavimento suportar esforços solicitantes. Tais cargas tornam-se maiores à capacidade de resposta deste, começando a partir desse momento a manifestar patologias como trincas transversais e longitudinais, que estendem-se intersetando-se entre elas por toda superfície e espessura do pavimento.

As patologias em Pv são várias, desde as funcionais às estruturais que antes de abordá-las de forma particular, distinguem-se algumas delas a saber:

- Delaminação;
- Descoloração;
- Empenamento das placas de betão;
- Pulverulência e desgaste superficial;
- Esborciamento e;
- Fissuração.

2.3.2.2.1. Delaminação

Esta patologia é decorrente da presença de ar nas misturas de betão aplicado que, por conta da gravidade, direccionam tais bolhas de ar para a superfície do pavimento provocando por conseguinte, fragilidade e descamação. A exsudação e a acção das intempéries são factores chaves para a ocorrência da delaminação.

Para Silva (2008), a **Delaminação** consiste na retirada da “pele” (camada superficial do pavimento) do betão e pode ser causada pela passagem do “Bull-Float”, quando há água exsudada (proveniente da água de amassadura) na superfície do betão, aprisionando-a superficialmente.

Por outro lado, Camargo 2010, defende que o acabamento precoce do pavimento sela o betão e deixa a superfície menos permeável, impedindo a passagem da água de exsudação que deposita-se num plano abaixo da superfície, causando porosidade e enfraquecimento localizado do pavimento, que posteriormente delamina e desloca à medida que este for solicitado.

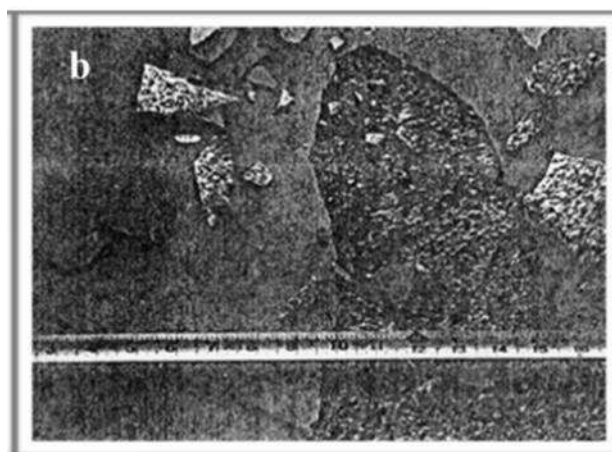


Fig. 7: Delaminação do Pavimento (Fonte: Camargo 2010)

2.3.2.2.2. Descoloração

Trata-se de uma patologia funcional em pavimentos rígidos que ocorre através de mudanças explícitas de cor em grandes áreas na forma de manchas de variadas cores. Para ACI, 1997, o excesso de Cloreto de Cálcio e ou álcalis, cura ineficiente ou inadequada, subtrato húmido e variação da relação água-cimento na superfície constituem as causas da descoloração em idades iniciais do betão e para PCA, 2001 as causas da descoloração em idades avançadas são atribuídas a manchas atmosféricas ou orgânicas indicando a existência de sucidade no betão que é removida por lavagem com água pressurizada e ou limpadores químicos consoante o caso.

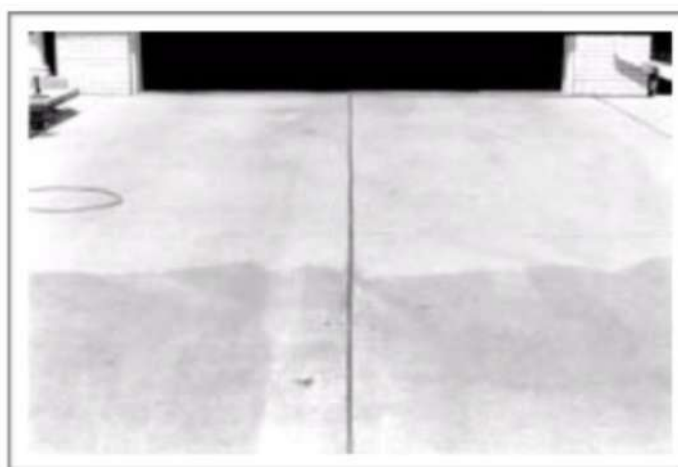


Fig. 8: Pavimento descolorado (Fonte: ACI, 1997)

2.3.2.2.3. Esborciamentos

O Esborciamento ocorre quando o pavimento é rompido interceptando a junta, podendo este ser esborciamento de canto ou de junta, conforme a posição da roptura. Erros de projecto como adopção de juntas, barras de transferência ou materiais inadequados contribuem para a ocorrência dos esborciamentos (Camargo, 2010).

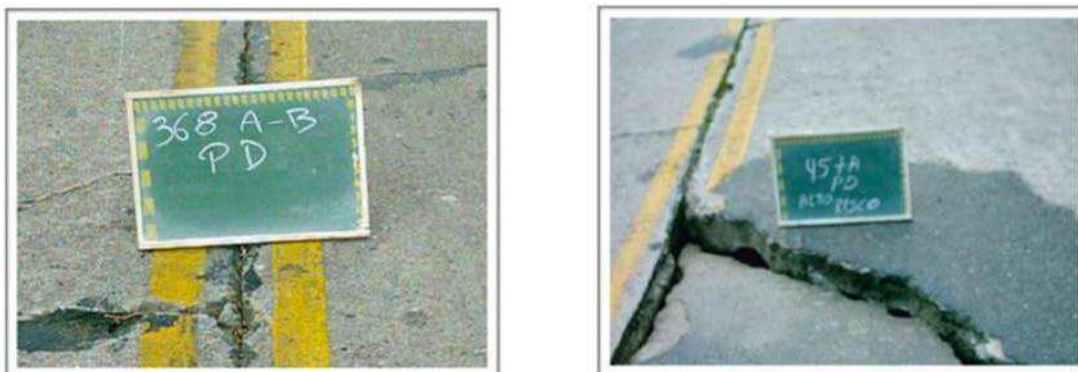


Fig. 9: Pavimento sob efeito do esborciamento. (Fonte: Camargo, 2010).

2.3.2.2.4. Fissuras

As fissuras são manifestações patológicas de origem variada, cujas causas não são sempre estruturais dada a facilidade com que o betão pode fissurar pela sua baixa resistência a tensões trativas.

Independente da sua origem, as fissuras em pavimentos rígidos são inadmissíveis, pois ainda que inertes, a sua evolução futura pode gerar danos incalculáveis. É por essa razão que, para além do desconforto estético a sua presença pode a longo prazo, causar corrosão da armadura com penetração de agentes agressivos estranhos bem como o surgimento de trincas com a evolução destes.

Para o tratamento de fissuras é imperioso que se tome muito cuidado, desde a investigação da sua origem, intensidade bem como a magnitude do quadro de fissuração existente, visto que está confirmado que este processo demanda tempo e elevados custos para a sua execução.

Vários autores apontam a fissuração como o prenúncio do fim da vida útil dos pavimentos rígidos. Logo, prever mecanismos que evitem a ocorrência destas patologias é a maneira mais económica e viável para a manutenção da qualidade do

pavimento. A maioria dos estudos aponta erros de projecto e materiais como causas da fissuração, mas nos outros casos tem-se o adensamento inadequado, relação água-cimento elevadas, exsudação, intempéries, acabamento inadequado e cura ineficiente como as causas da fissuração neste tipo de pavimentos.



Fig 10: Fissuras em pavimento (Fonte: Silva, 2008)

2.4.2. Causas das patologias em Pavimentos Rígidos

À semelhança de qualquer outro fenómeno, as patologias em pavimentos de betão manifestam-se como consequência de algum acto ou facto anteriormente decorrido nestes pavimentos, que são:

- ✓ Má execução das juntas de retração;
- ✓ Atraso na selagem o corte das juntas de dilatação/retração;
- ✓ Desalinhamento das barras de transferência de esforços actuantes;
- ✓ Reflexão das trincas de betão compactado com Cilindro;
- ✓ Restrição da Sub-base;
- ✓ Recalque da fundação;
- ✓ Reacção Alkali-agregado e mais.

2.4.3. Patologias Estruturais (PtE)

As **PtE** são definidas como sendo as que afectam a capacidade do pavimento suportar as cargas nele actuantes. As trincas estendendo-se por toda a espessura da placa são exemplo destas patologias cujas causas são:

- a) Fissuras da Retracção Plástica;
- b) Atraso ou má execução das Juntas;
- c) Recalques de Fundação;
- d) Elevada Aderência Betão/Sub-base;
- e) Reflexão da trinca já existente;
- f) Retração Hidráulica do Betão da Placa de pavimento;
- g) Travamento da Barra de Transferência;
- h) Trincas de Canto;
- i) Restrição da Borda;
- j) Desalinhamento das barras de transferência;
- k) Restrição da Sub-base;
- l) Reacção Alkali-agregado e mais.

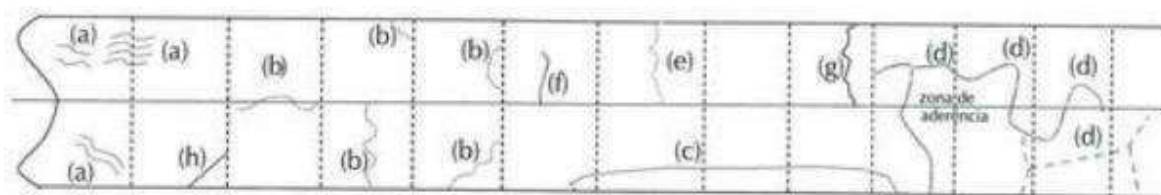


Fig. 11: Causas das Trincas em Pavimentos de Betão (Fonte: Silva, 2008)



Fig. 12: Fissuras da Retracção Plástica (Fonte: Silva, 2008)



Fig. 13: Trinca por atraso ou má execução da junta. (Fonte: Silva, 2008)



Fig. 14: Elevada Aderência Betão/Sub-base. (Fonte: Silva, 2008)



Fig. 15: Trinca por desalinhamento da Barra de Transferência. (Fonte: Quirino, 2013)

2.4.3.1. Recalques de Fundação (RF)

Para Schneider (2020) RF, geralmente designado assentamento é basicamente a deformação que ocorre no solo quando submetido a um determinado carregamento. Tal deformação é dada pelo deslocamento vertical da base da fundação em relação a um determinado ponto de referência. Este fenómeno, é responsável pela movimentação da infraestrutura podendo com isso provocar grandes consequências na superestrutura.

De um modo geral, pode-se afirmar que o recalque resulta da interação solo-carregamento, cuja reacção consiste na variação volumétrica ou da forma do maciço de solo situado abaixo da fundação, pela eliminação de vazios, ou seja, pela expulsão de água ou do ar dos vazios.

Outro factor é a compressibilidade dos grãos em alguns tipos de solo, podendo se afirmar que solos granulares apresentem uma variação volumétrica de maneira maioritariamente rápida dada a sua permeabilidade, quando comparados a solos argilosos que apresentam variação mais lenta devido a baixa permeabilidade.

Para CAPUTO (2012) as suas causas e sinais manifestados que comprometem a edificação caracterizam os tipos de patologia. Diversas são as edificações sujeitas a recalques da fundação, durante a execução ou mesmo apos a sua conclusão por determinado período até que se alcance o equilíbrio entre as cargas e o solo.

O fenómeno RF é o maior e principal responsável pelo surgimento de patologias diversas na superestrutura como trincamento e desalinhamento de alvenarias, trincamento e desalinhamento dos pisos ou pavimentos.

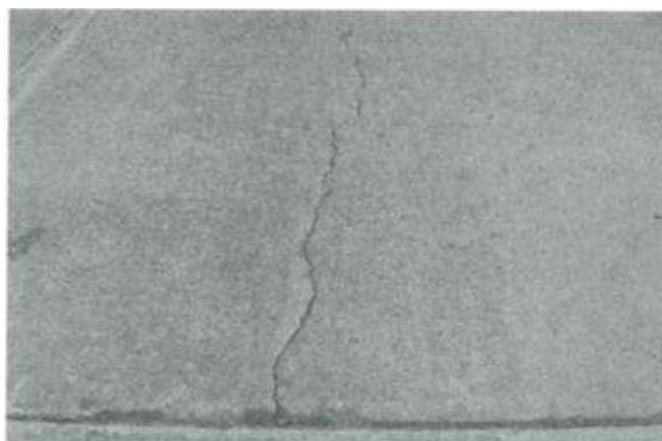


Fig. 16: Trinca por Recalque da Fundação (Fonte: Silva, 2008)

2.4.4. Patologias Funcionais (PtF)

As **PtF** são aquelas que afectam a segurança as condições de acessibilidade e comodidade do pavimento, diminuindo deste modo a capacidade do pavimento atender aos objectivos principais da sua concepção. A **Rugosidade**, o **Polimento da Superfície**, **Ruido** e os **Defeitos de Superfície** são exemplos destas patologias que na sua manifestação não se estendem por toda a superfície de espessura da placa de betão e, de um modo geral afectam no máximo um terço médio superior da placa de betão.

A areia e brita são alguns dos agregados que na presença de elevados teores de Álcalis de Cimento (K_2O e Na_2O) geram uma reacção expansiva, na presença de Humidade Relativa superior a 80%. Esta reacção é denominada Reacção Alkali-Agregado e pode ser do tipo Álcali-Silica (agregado com sílica relativa), Álcali-Silicato ou Álcali-Carbonato (rochas carbónicas). No entanto, esta PF como as demais, é passível de se evitar, desde que para tal antes da aplicação de qualquer agregado seja feito um Ensaio de Expansão com vista a aferir-se a existência de elevados teores de Álcalis de Cimento nos agregados.

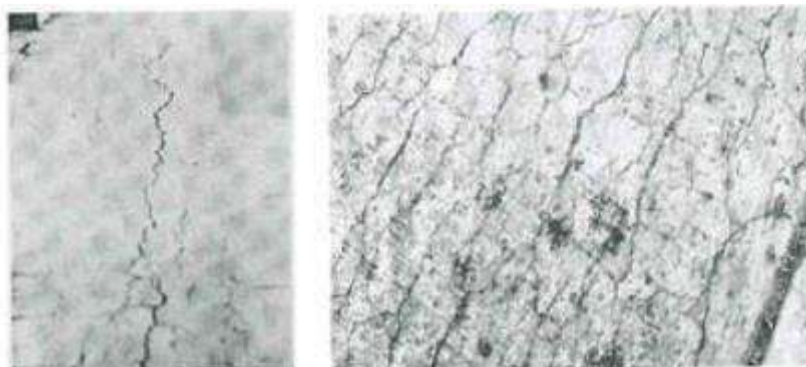


Fig 17: Reacção Alkali-Agregado (Fonte: Silva, 2008)

A **Retracção Hidráulica** é caracterizada pela perda da **água absorvida**, e ocorre após o endurecimento do betão. Sabe-se de antemão do princípio que diz que quanto maior a quantidade da água de amassadura (l/m^3) do traço do betão, maior será a Retracção Hidráulica e a probabilidade de ocorrência da fissuração do pavimento. Pelo que, é recomendável o uso de traços de betão com menores consumos de água (l/m^3).

De uma forma geral, as causas da ocorrência de Fissuras de Retracção Hidráulica são o excesso da água de amassadura no traço do betão (l/m^3) e a falta de cura

deste, que só se torna evitável sempre que o betão estiver em um ambiente cuja Humidade Relativa é igual a 100%.

Para Silva (2008, p.18) a **Retração Plástica do Betão**, é a retração provocada pela evaporação da água de amassadura pela acção do vento e sol forte, para além de baixo teor de Humidade Relativa antes do endurecimento do betão. As fissuras da retração plástica são finas e mais ou menos paralelas, as vezes aleatórias, que ocorrem em virtude de alguma falha na cura inicial do betão ou excesso de retardamento do início do processo de presa do cimento.

A American Concrete Pavement Association (ACPA) citada por Silva, trás uma boa nova relativamente aos efeitos secundários da retração plástica afirmando que as fissuras raramente deterioram ou influenciam a qualidade do desempenho do pavimento, por efectivamente terem profundidade inferior a 6,0 cm, e desta forma não permitirem a entrada da água no pavimento.



Fig 18 : Retracção do betão (Fonte: ACPA, 1993)

A **Rugosidade** pode ser causada por saliências, que derivam de anomalias durante o processo de execução (vassouramento, sobra do betão descarregado sobre o betão já endurecido, etc).

O **Polimento** da superfície deriva da colocação da lona protectora do betão contra chuva, podendo a não correcção desta patologia provocar problemas de segurança.

Os **Defeitos de Superfície** podem ser causados pela Retracção Plástica do Betão, Delaminação, Erosão ou deslizamento interno dos solos, assentamento por fraca compactação, marcas de patas de cachorro e cavalo e de pneumáticos.



Fig 19: Reparo mal executado (Fonte: Autor)

CAPITULO III - ESTUDO DE CASO

3.1. Caracterização da área de estudo

Trata-se das salas de aulas da EPC KaMahlanguene (oito salas no seu todo) e algumas (quatro salas) da EPC de Bunhiça que foram construídas no âmbito do PES. Trata-se de um universo de cinco salas de aulas em estudo, que compreendem duas salas da EPC Ka Mahlanguene e duas de Bunhiça.

Ambas escolas estão localizadas na Província de Maputo, Município da Matola, Posto Administrativo da Machava, sendo a EPC Bunhiça no Bairro Bunhiça Rua da Esquadra, e a EPC Ka Mahlanguene em Tchumene II, Km 18 ao longo da Avenida Josina Machel.

O PES, prevê a construção de salas de aulas com elevação da sua base em plataforma devidamente dimensionada por forma a precaver-se de possíveis inundações bem como subida do lençol freático que futuramente colocaria em causa as condições do próprio pavimento e da estrutura no geral, o que a DPEDH – Maputo assegurou já estar em vigor em todos projectos de construção actuais.

Após o arranque do PES, a DPEDH – Maputo através do Departamento de Infraestruturas e Construções Escolares, constatou a ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos das edificações, tendo instruído o empreiteiro a fazer uma intervenção correctiva dos factos. De salientar que nas salas de aulas da EPC de Bunhiça as manifestações patológicas começaram a ocorrer antes de se iniciar com o uso das mesmas; um facto que aumentou ainda mais a inquietação em torno do assunto.

À princípio, as salas cujos pavimentos são objecto de estudo, foram construídas obedecendo o Projecto Escolas Seguras, cujas pranchas seguem abaixo.



Fig 20: Salas de aulas da EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)



Fig. 21: Salas de aulas da EPC Bunhiça (Fonte: Autor)



Fig. 22: Nível de Pv, EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

As salas construídas nas escolas em referencia apresentam-se diferentes quando confrontadas ao projecto orientador (PES 2014). Tais diferenças incidem sobre o não desnivelamento do pavimento no interior da sala com a varanda bem como a execução das rampas em betão simples.

As figuras 23 e 24 ilustram as duas situações de pavimento.

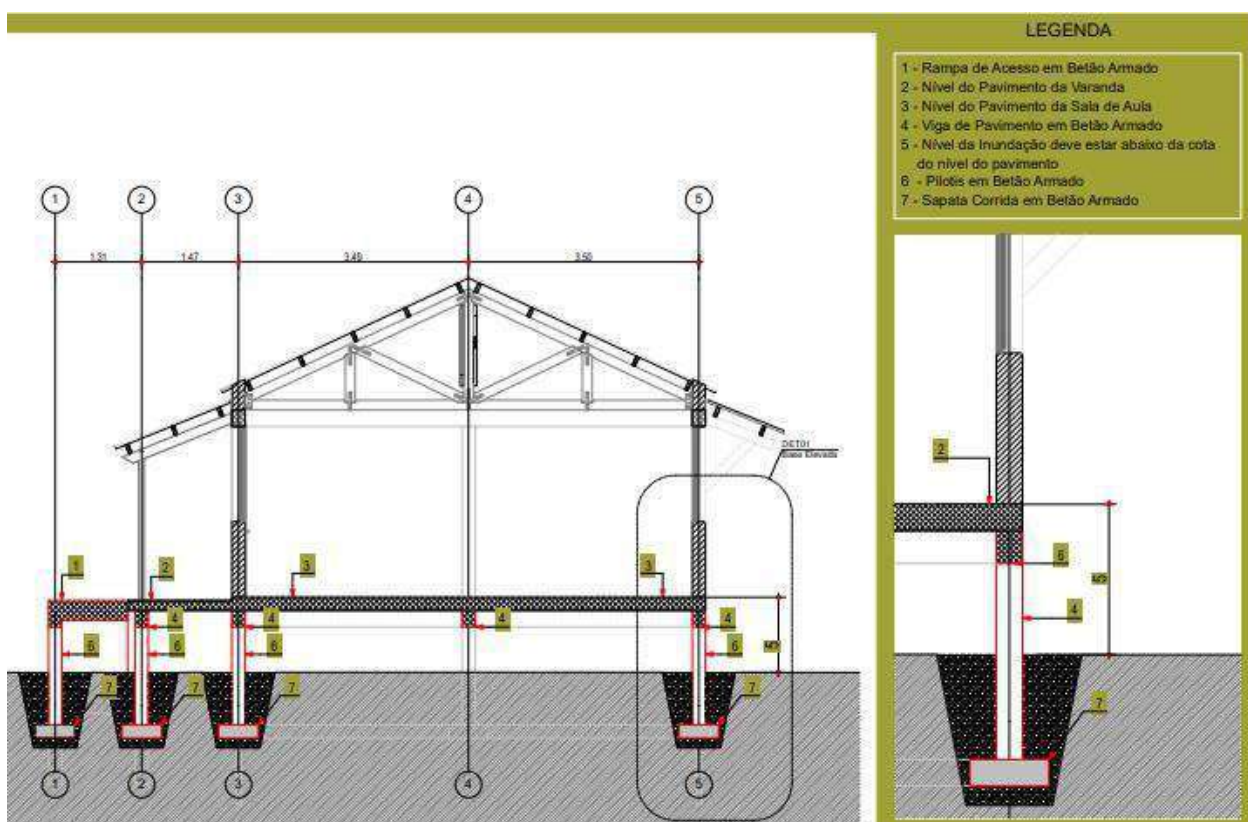


Fig 23: Nível de Pv, Edifício em Pilotis (Fonte: PES, 2014)

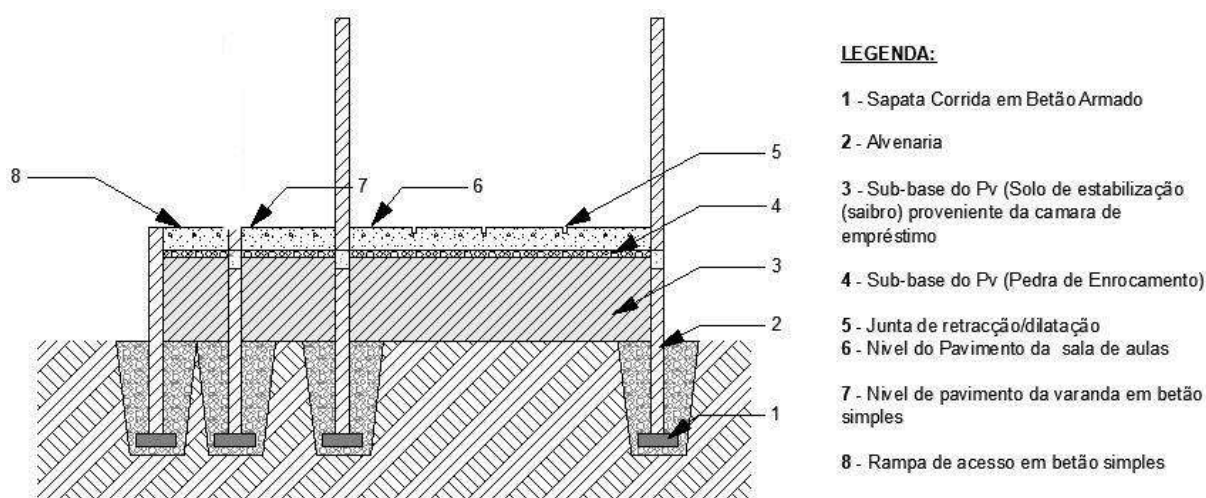


Fig 24: Secção transversal do pavimento executado nas salas de aulas das escolas em referência. (Fonte: Autor)

3.2. Análise dos solos e implantação dos edifícios

As salas de aulas das duas escolas foram ambas implantadas no sentido este-oeste com as portas de entrada no sul (EPC Bunhiça) e norte e sul (EPC Ka Mahlanguene) em terrenos com solos apresentando características aparentemente semelhantes (solos arenosos) a saber:

- Grãos finos e médios, alta permeabilidade, baixo teor de humidade, baixo teor de matéria orgânica bem como a maior possibilidade de sofrer erosão.

Relativamente às características acima, destaca-se a erosão que vem acontecendo na EPC Ka Mahlanguene em consequência dos ventos e movimentação dos utentes ao nível do recinto escolar conforme ilustra a figura 25.

Uma outra questão constatada é a ocorrência de fissuras horizontais ao longo das paredes de alvenaria no nível dos pavimentos, “separando” deste modo a parte do edifício nesta zona; figura 26.



Fig. 25: Erosão no edifício. **Fig. 26:** Fendilhação do edifício (Fonte: Autor)

3.3. Patologias diagnosticadas

O diagnóstico para este caso, foi elaborado com vista a procurar avaliar a condição estrutural, irregularidades, texturas bem como outros factores técnicos dos Pv das salas de aulas nas escolas em referência com vista a apurar as reais causas do problema.

Do diagnóstico feito, foram identificadas patologias funcionais e estruturais com destaque para a delaminação, fissuração, trincas, recalques de fundação, reacção alcali-agregado bem como remendos emergenciais.

3.4. Avaliação das Características Funcionais

Segundo o diagnóstico, de forma geral, os Pv apresentam externamente um elevado índice de degradação superficial no seu todo, com destaque para alguns pontos que inclusive sofreram intervenção correctiva, apesar de já apresentarem fissuras e trincas interligadas bem como remendos emergenciais mal executados.



Fig. 27: Pv em reacção alcali-agregado, e reparo mal executado; EPC - Bunhiça (Fonte: Autor).

Em relação aos remendos mal executados nos Pv importa dizer que não obedecem geometria estabelecida bem como as dimensões mínimas enunciadas por Silva (2008) nos seguintes termos:

*“...A área danificada deve ser delimitada de tal forma que o remendo tenha um formato geométrico retangular ou quadrangular, cujas dimensões mínimas sejam: **comprimento ≥ 30 cm e largura ≥ 20 cm...**”* Caso existam duas ou mais áreas separadas entre si nesta condição, estas devem distar uma da outra em 60 centímetros no mínimo, em contrario que sugere-se que se faça um único remendo resultante da sua unificação mesmo que isso implique emprego de maior quantidade de material para a sua execução.

As fissuras mapeadas ocorrem quase em toda a extensão dos Pvs, estando em alguns casos já evoluindo ao nível de trincas. Foi também observado que instrução dada pela DPEDH – Maputo, foi cumprida, porém sem obedecer a técnicas e boas práticas de construção civil, conforme foi dito anteriormente.



Fig. 28: Fissura em remendo emergencial; EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

No entanto, para além da ausência de desnível entre o nível de pavimento da sala de aulas e o nível de pavimento da varanda, que constitui uma contrariedade as instruções do PES, na EPC Ka Mahlanguene, foi também constatado um problema que mereceu maior atenção. Em quase todas as salas de aulas foi verificada a ocorrência da Delaminação do Pv, que pela análise feita concluiu-se haver elevado teor de argamassa no betão usado para execução do Pv, elevado nível de ar incorporado (erro ou falta de vibração do betão), excesso de exsudação, a heterogeneidade na mistura do betão bem como o acabamento prematuro e deficiente (queima por cimento).



Fig. 29: Delaminação do Pv; EPC Ka Mahlanguene(Fonte: Autor)



Fig. 30: Delaminação e fissuração do Pv; EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

3.5. Avaliação das Condições Estruturais do Pavimento

No âmbito deste estudo, foi também tomada em consideração a avaliação das condições estruturais compostas pelo sistema pavimento-solo de fundação através da análise combinada da estrutura física dos pavimentos em referência. Vê-se agora que os pavimentos apresentam não só um desgaste superficial e fissuras que podem ser corrigidas com intervenções típicas de manutenção emergencial, mas sim uma intervenção profunda e de base.

Neste aspecto, foram detectadas anomalias severas e importantes. Para começar, refere-se que os Pv apresentavam um desempenho nada satisfatório pelo que houve indícios de inadequação de estruturas entre si bem como para com as necessidades do seu uso diário.

Nos pavimentos da EPC KaMahlanguene, é bem notável a presença de trincas cujo impacto actua sobre a sua estrutura comprometendo a segurança da comunidade escolar.

Foi possível notar durante as visitas técnicas efectuadas ao local que até o momento os Pv apresentam deformações por fissuras bem como desnivelamentos milimétricos que indicam recalques das camadas em pontos localizados e determinadas direções, consequentes da inadequação dos solos a elementos de fundação por erro ou ausência de estudo de solo com sondagens.



Fig. 31: Reparo mal executado em Trincas por RF (Fonte: Autor)



Fig. 32: Reparo mal executado em Trincas por RF; EPC Bunhiça (Fonte: Autor)

As trincas por RF são uma das ocorrentes patologias nestes Pv, resvalando sobre todas as causas no recalque ou assentamento da base da fundação devido a existência de vazios e permeabilidade dos solos por sua vez derivados de erros ou ausência de compactação da base e sub-base do Pv.



Fig. 33: Trincas mal reparadas; EPC Bunhiça e Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

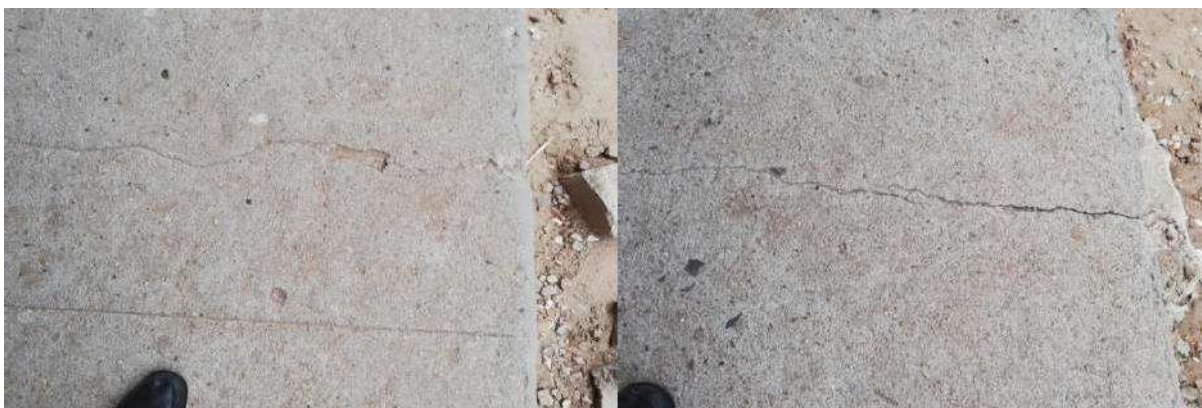


Fig. 34: Trincas por RF; EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

Para além das trincas acima citadas constatou-se em quase toda a extensão dos pavimentos a ocorrência de trincas derivadas da má ou atraso na execução das juntas, conforme ilustram as imagens abaixo.



Fig. 35: Juntas mal executadas; EPC Ka Mahlanguene (Fonte: Autor)

Também, foi constada por testes durante as visitas a existência de partes ocas nos pavimentos de ambas escolas. Testes estes que consistiram na avaliação do som que se produzia ao bater no pavimento com um martelo.

3.6. Proposta de solução

Quanto a recuperação destes Pv, poder-se-ia fazer o selamento das fissuras e trincas com endurecedor de superfície á base de lítio ou fechamento á base de epóxi de baixa viscosidade conforme os casos, mas a heterogeneidade da mistura e excesso do teor da argamassa no betão empregue não garantem a resistência desejada, apenas tem ao dispor uma alternativa, que apesar de acarretar algum esforço financeiro no que diz respeito aos custos, seria uma solução a longo prazo.

3.6.1. Proposta primeira: Reforço do Pavimento.

Consiste no fechamento das fissuras e posterior aplicação de um volume de betão com espessura mínima de 50mm que depois de devidamente vibrado é alisado com

régua manual e posteriormente com a talocha mecânica para garantir melhor acabamento da superfície.

Para conferir maior resistência ao desgaste da superfície do pavimento poderá recorrer-se aos endurecedores de superfície que são misturas secas de cimento e agregados finos de minerais com pigmentos aplicados manualmente na camada de acabamento com uma colher de pedreiro ou pá a quando do talochamento mecânico.

3.6.2. Proposta segunda: Reconstrução total

Com os RF mostrando-se ser as mais ocorrentes patologias estruturais nestes pavimentos, propõe-se a segunda solução que consiste na remoção das camadas do pavimento para posterior reconstrução seguindo rigorosamente todas as especificações do projecto.

Após a remoção das camadas do pavimento, a reconstrução obedecerá os seguintes procedimentos executivos:

- a) Actividades Preparatórias ou preliminares;
- b) Betonagem;
- c) Talochamento e;
- d) Corte e Selagem das juntas.

3.6.2.1. Actividades preparatórias

- Nivelamento da área com recurso ao devido instrumento;
- Rega e compactação da área com máquina compactadora, saltitão ou outro instrumento apropriado e que responda as necessidades do projecto;
- Aplicação da pedra de enrocamento, obedecendo uma espessura não inferior a 8 cm;
- Rega e compactação da pedra de enrocamento com máquina ou equipamento similar;

3.6.2.2. Betonagem

Com um betão de classe não inferior a C20/25 as actividades obedecerão o seguinte procedimento executivo:

- Verificação da trabalhabilidade do betão pronto através do Ensaio de Abaixamento de Abrams (Slamp Test) antes da betonagem;

- Aplicação e espalhamento do betão em uma espessura não inferior a 10 centímetros que simultaneamente será vibrado mecanicamente por forma a evitar a presença de vazios na placa do pavimento;
- Execução da primeira regularização da superfície (alisamento usando régua manual). Importa referir que o processo de regularização da superfície ocorre em simultâneo com o lançamento do betão ainda no estado fresco.

3.6.2.3. Talochamento

A medida que o betão for ganhando a presa, ou seja quando começa a solidificar, para que o operador possa pisá-lo sem ceder, inicia o processo de talochamento mecânico com o “helicóptero” (talocha mecânica).

Dependendo da área e do tipo de acabamento que se pretende o processo de talochamento poderá durar mais ou menos tempo, sendo que tal é feito em fases com vista a:

- ✓ Eliminar as irregularidades deixadas durante a regularização com régua sem a aplicação do endurecedor de superfície.
- ✓ Sarrafiar o pavimento até que tenha um acabamento liso após a aplicação do Endurecedor de Superfície.

Feito o talochamento do betão procede-se com a queima do pavimento de modo a obter uma superfície de pavimento mais lisa. Este processo é feito com o “helicóptero”, através de lâminas metálicas com inclinações variáveis para o alisamento final desejado.

3.6.2.4. Corte das juntas

O Corte do pavimento ou juntas de respiração deverão ser feitos após 10 a 12 horas da betonagem, para que o pavimento não possa rachar criando suas próprias juntas de fendilhação. As juntas de respiração não devem ser inferiores a 50 cm de comprimento, e a profundidade de 5mm. O local onde serão efetuadas as juntas deveser previamente marcado usando linha de marcação, depois o corte, obedecendo sempre o projecto executivo.

3.6.2.5. Selagem das juntas

A selagem das juntas deverá ser feita após 28 dias de cura do betão, uma vez que o processo só procede com o betão completamente seco e na sua máxima idade de cura. As juntas deverão ser sobradas e limpas de qualquer produtos ou poeiras estranhas por forma a garantir que haja maior aderência entre o produto e a superfície.

O produto recomendado para o efeito é o Silicone, através de um instrumento apropriado; Gana de silicone.

CAPITULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1. Conclusões

- i.** Os Pv das escolas em referência, foram executados após a execução das alvenarias de parede, não permitindo que esta assente devidamente sobre a viga de pavimento bem como o assentamento das alvenarias de parede sobre si (a laje), segundo documenta a Figura 19. Com isto, conclui-se primordialmente que não houve respeito pelas boas práticas da construção civil na execução destas edificações.
- ii.** Má execução da sub-base do pavimento dada pela ausência ou má execução da compactação os solos de estabilização ou da pedra de enrocamento.
- iii.** O PES, prevê a execução do Pv em betão simples, e a execução das rampas em betão armado a traços devidamente analisados e vibrado no âmbito da sua aplicação por se configurarem factores devéras imprescindíveis para a garantia da qualidade desejada. Nestes termos, importa referir que no objecto de estudo houve falta de rigor na escolha e análise do traço bem como a falta ou deficiência na vibração a quando da sua aplicação na obra, contrariando as orientações emanadas no PES sobre os pavimentos.
- iv.** De um modo geral, a execução destas salas de aulas (particularmente os pavimentos) não obedeceu as instruções contidas no PES que é o instrumento orientador de todos processos de construção de infraestruturas escolares tuteladas pelo MINEDH para este subsistema de ensino a nível nacional.

4.2. Recomendações

- i. Tendo em conta que os pavimentos de betão simples as tensões solicitantes são combatidas unicamente pelo próprio betão e que não contém nenhum tipo de armadura distribuída, não se considerando como tal, eventuais sistemas de ligação ou de transferência de carga entre as placas formadas pelas juntas longitudinais e transversais, é imprescindível que se faça um estudo aprofundado dos solos, materiais e do próprio traço do betão a seguir (com maior atenção para a relação água/cimento que são factor determinante na resistência do betão) na execução de pavimentos.
- ii. Que a execução da sub-base do pavimento seja feita em fases por forma a possibilitar a compactação em camadas não superiores a trinta centímetros de espessura.
- iii. Por outro lado, é recomendável o emprego de técnicas e tecnologias actualizadas mais na execução destes pavimentos, concretamente o vibrador mecânico para efeitos de vibração, a Talocha Mecânica (Helicóptero) para colmatar as folhas derivadas da régua de corte manual e garantir um excelente do acabamento final.
- iv. Ciente de que o governo dispõe de pessoal ou instituições qualificadas responsáveis pela fiscalização e inspecção, para e durante o decurso destes projectos, recomenda-se maior rigor por parte destas nas suas actuações por forma a garantir melhor implementação e execução de infraestruturas escolares em cumprimento de todas orientações técnicas presentes em instrumentos reguladores, pois só assim estar-se-á lutando contra situações calamitosas similares.

CAPITULO V – BIBLIOGRAFIA E ANEXOS

5.1. Bibliografia de Consulta

- ALMEIDA, D.F. Patologia, terrapia e profilaxia nas edificações de concreto, São Paulo, 1999
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO. AASHTO guide for design of pavement structures. Washington, 1993.
- ANDRADE, T. Tópicos sobre durabilidade do Concreto. São Paulo 2005
- ANE. (2009) Caderno do Sistema Administrativo de Moçambique, Portal da Administração Nacional de Estradas. Disponível em <http://ane.gov.mz>
- BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projectos e restauração. Oficina de texto, 2007
- BALBO, José Tadeu. Pavimentos de Concreto, São Paulo: Oficina de Textos, 2007
- BERNUCCI, L.B, MOTTA, L.M.G, CERATTI,, RJ, Petrobas, Adeba, 2006
- CAPUTO, H.P, Mecânica dos Solos e suas Aplicações, 6ª Edição, Rio de Janeiro, 2012
- *Confederação Nacional do Transporte –CNT*. Pesquisa CNT aponta 58,2% das rodovias com problemas. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/pesquisa-cnt-aponta-58-das-rodovias-com-problemas>>. Acesso: 01 de Abril de 2021.
- DA SILVA; Carneiro, *Pavimentos de concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga. Seção de Engenharia de Fortificação e Construção*, Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro –RJ. 2014.
- DNIT. Manual de Pavimentação, Ministério dos Transportes, Brasil, 2006
- FARIA; V, *Animação e qualidade de vida na população sénior e idosa: um estudo no Concelho da Câmara de Lobos*, Funchal, 2012.
- FARIAS L, ANDRADE M, SOUZA W e CAPRARO A; Revista Eletrónica Multidisciplinar, *FACEAR* 2017
- GERHARDT; T, & SILVEIRA; D, *Tipos de Pesquisa*, 1ª edição, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL; A, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, 6a edição, São Paulo, Editora Atlas, 2008.

- GIL; A, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, 8a edição, São Paulo, Editora Atlas, 2010.
- GRECO, J.A.S. Notas de Aula – Conceitos Básicos Sobre Pavimentação. UFMG, 2010
- HELENE, Paulo R. do Lago. Manual de reparo, protecção e reforço das estruturas de concreto. São Paulo, Red Reabilitar, 2003
- HORONJEFF, R. MCKELVEY, F.X. SPROULE, W.J. YOUNG, S.B, *Planning & Design of Airports*, 5th Edition, New York, 2010
- J.A.P, SOARES,J.B. Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros. Disponível em <https://nelsoschneider.com.br/recalque-em-fundacoes/> a 02 de Abril de 2022.
- OLIVEIRA, M, *Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração*, Catalão, 2011.
- PRODANOV; C, DE FREITAS; C, *Metodologia do Trabalho Científico*, 2ª Edição, Brasil 2013.
- *Projecto Escolas Seguras em Moçambique: Cheias*, 1ª Edição, Maputo, 2014
- *Projecto Escolas Seguras em Moçambique: Ciclones*, 1ª Edição, Maputo, 2014
- QUIRINO M, *Recuperação de Pavimentos Flexíveis em áreas de Taxiamento*, UFMG, Brasil, 2013
- REBELLO Y.C, *Fundações: Guia Práctico de Projecto, Execução e Dimensionamento*, 4ªEdicao, São Paulo, 2008
- SILVA; Paulo, *Manual de Patologias e Manutenção de Pavimentos*, 2ª edição, São Paulo, 2008

5.2. APÊNDICES

5.2.1. APÊNDICE I

INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

ESTUDO DE CASO: Estudo das causas das manifestações patológicas em pavimentos de infraestruturas escolares.

Este inquérito tem como objetivo, recolher informação para a realização de um trabalho de licenciatura, **Curso de Engenharia de Construção Civil**, a efetuar na Universidade Pedagógica de Maputo.

A população "alvo" deste inquérito por questionário são funcionários nas instituições de ensino visadas pelo **"Estudo das causas das manifestações patológicas em pavimentos de infraestruturas escolares"**

Os dados fornecidos são absolutamente confidenciais e anónimos e serão exclusivamente utilizados para fins de investigação científica. Pede-se, assim, que haja o máximo de rigor no seu preenchimento.

Agradece-se, desde já, o seu contributo!

Assinale a sua resposta com "X", comente sempre que possível e necessário no espaço reservado para o efeito.

I. DADOS PESSOAIS

- 1.1. Idade _____
- 1.2. Sexo Masculino _____ Femenino _____
- 1.3. Nacionalidade: Moçambicana _____ Outra _____
- 1.4. Área Profissional: Docencia _____ Administração _____
- 1.5. Exerce algum cargo nos órgãos hierárquicos da escola? SIM _____
NAO _____

II. QUESTÕES GERAIS

- 2.1. A quanto tempo trabalha nesta escola?
Menos de 1 ano ___ Mais de um ano ___ Menos de 5 anos ___
Mais de 5 anos _____
- 2.2. Como avalia o estado dos pavimentos das salas de aulas?
MAU ___ RAZOÁVEL ___ BOM ___ MUITO BOM ___ EXCELENTE _____
- 2.3. Que impacto tem actual estado dos pavimentos no Processo de ensino-aprendizagem?
NEGATIVO ___ RAZOÁVEL ___ POSITIVO ___ EXCELENTE _____

2.3.1. Se NEGATIVO na 2.3. oque acha que deve ser feito?

R: _____

2.3.2. Quem é o principal responsável pelo estado do pavimento?

ALUNOS___PROFESSORES___PESSOAL ADMINISTRATIVO_____

PESSOAL DA LIMPEZA_____EMPREITEIRO___ORGÃOS

SUPERIORES_____TODOS_____

2.4. Oque acha que deve ser feito para mudar este cenário?

NADA___RARAS LIMPEZAS E MANUTENÇÕES_____

CONCERTOS E MANUTENÇÕES VARIADOS E CONSTANTES_____

APENAS SIMPLES LIMPEZA E ARRUMAÇÃO FEITA PELOS

ASSISTENTES_____

MAIOR RIGOR E CONTROLE NA CONSTRUÇÃO_____

OUTRA(S)_____

Se respondeu outra(s) indique-a(s)

2.5. Indique qual ou quais os elementos que mais contribuem para a
degradação dos pavimentos nas infraestruturas escolares.

NINGUÉM___SÓ ALGUNS ESTRAGAM___OUTRA(S)_____

TODOS CONTRIBUEM PARA A DEGRADAÇÃO DOS PAVIMENTOS

ESCOLARES___MATERIAIS USADOS_____

OS PAVIMENTOS ESCOLARES DEGRADAM-SE PELO SEU USO

NATURAL_____

Se respondeu outra(s) indique-a(s):

2.6. Apresente algumas sugestões no sentido de melhorar o estado dos
pavimentos das infraestruturas escolares e ou evitar situações similares no
futuro.

Obrigado pela sua colaboração!

5.2.2. APÊNDICE II

FICHA DE INSPECÇÃO DE PAVIMENTOS

ESTUDO DE CASO: Estudo das causas das manifestações patológicas em pavimentos de infraestruturas escolares.

A presente ficha visa a inspecção de pavimentos, por forma a recolher informação inerente ao seu real estado de conservação com vista a apurar-se as causas da manifestação de patologias bem como uma monitoria periódica do seu desempenho para o fim da sua concepção.

Agradece-se, desde já, sua fidelidade na inspecção!

Assinala a sua resposta com “X”, responde as com clareza as questões colocadas á medida que for inspeccionando o/s pavimento/s.

III. DADOS DO LOCAL

3.1. Entidade _____ -

3.2. Posto Adm _____ Distrito _____ Província _____

3.3. Edificação em causa:

SALA DE AULAS _____ BLOCO ADMINISTRATIVO _____

PAVILHÃO DESPORTIVO _____ BLOCO SANITÁRIO/WC´s _____

ÁREA DE CIRCULAÇÃO/PASSEIOS _____

3.4. Ano de Construção:

INÍCIO _____ FIM _____

3.5. Período de utilização da edificação:

_____ ANOS / EM USO DESDE O ANO _____

IV. DADOS DA REGIÃO

4.1. Tipo de Solo:

ARENOSO _____ ARGILOSO _____ ROCHOSO _____ MISTO _____
OUTRO _____

4.2. Aparência do solo:

HÚMIDO ___ MUITO HÚMIDO ___ SECO ___ MUITO SECO ___ OUTRA ___

4.3. Ocorrência de inundações na época chuvosa:

NUNCA ___ POUCAS VEZES ___ SEMPRE ___ NÃO SEI ___ DUVIDO ___

TODA ÉPOCA DO ANO ___

V. DADOS GERAIS DO PAVIMENTO

5.1. Tipo de acabamento:

QUEIMA A CIMENTO ___ NIVELADO A RÉGUA ___ ALISADO A COLHER
DE PEDREIRO ___ AFOGADO A HELICÓPTERO ___ OUTRO ___

5.2. Material de acabamento:

CIMENTO ___ ENDURECEDOR ___ EPÓXI ___ OUTRO ___

5.3. Cor aparente do Pavimento:

CINZA ___ BRANCO POLIDO ___ CASTANHO ___ VERDE ___
OUTRO ___

5.4. Tipo de Defeitos:

FISSURAS ___ MUDANÇA DE COR ___ PÓ/PERDA DE
VOLUME ___ ESCAMAÇÃO ___ OUTRO ___

5.5. Tamanho das Fissuras:

0 < 1mm ___ 4 < 5mm ___
1 < 2mm ___ 5 < 6mm ___
2 < 3mm ___ 6 < Xmm ___

5.6. Área afectada em metros (CxL):

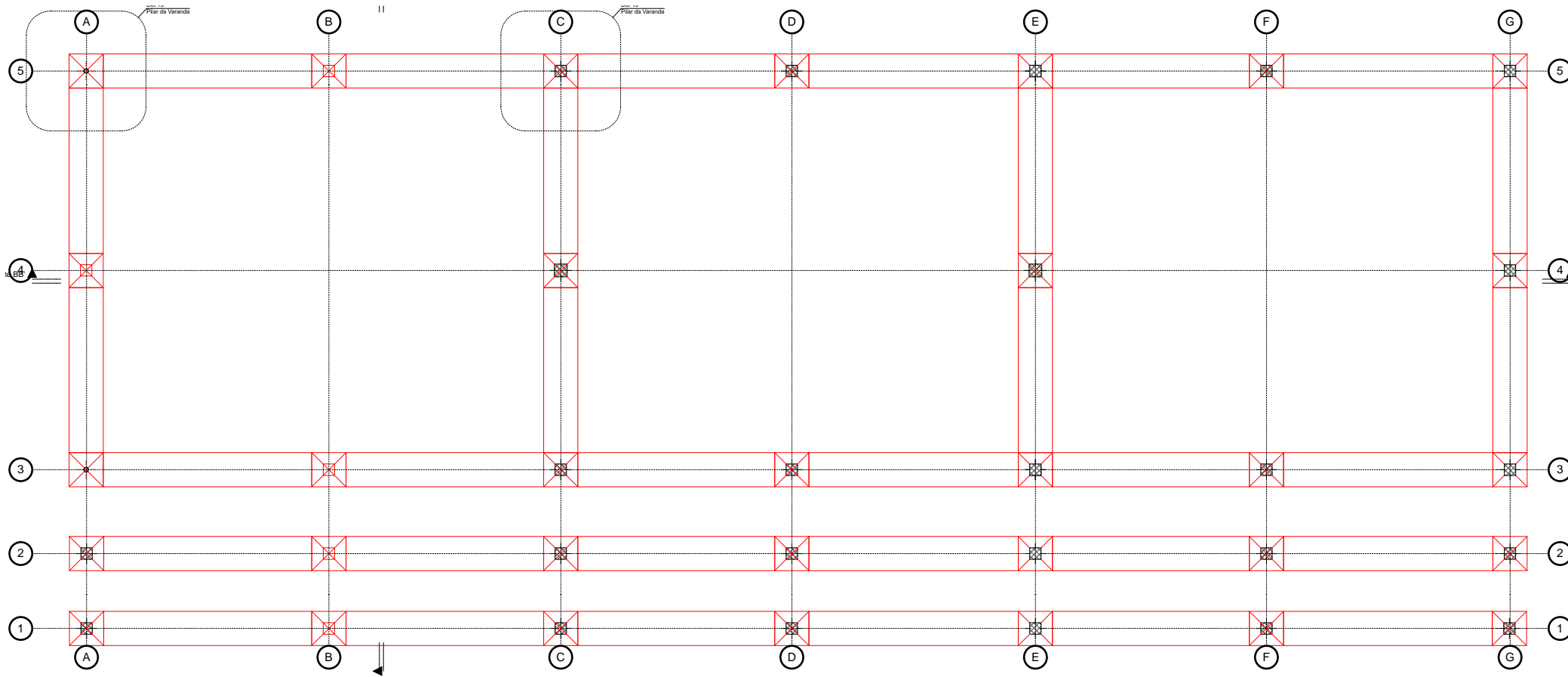
C ___ x L ___ TODA EXTENSÃO DA SALA ___ TODO PAVILHÃO ___
TODO BLOCO ___ TODO PASSEIO ___ OUTRO ___

DATA: ___ / ___ / 20___

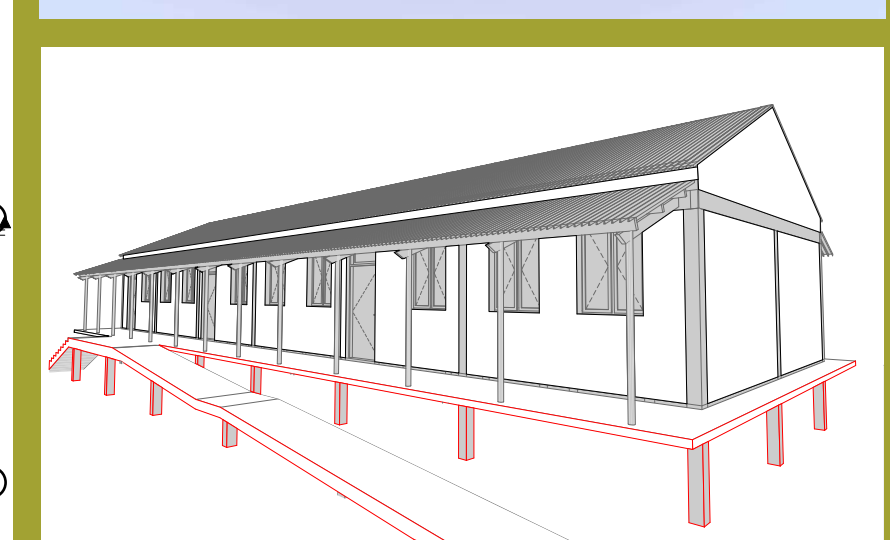
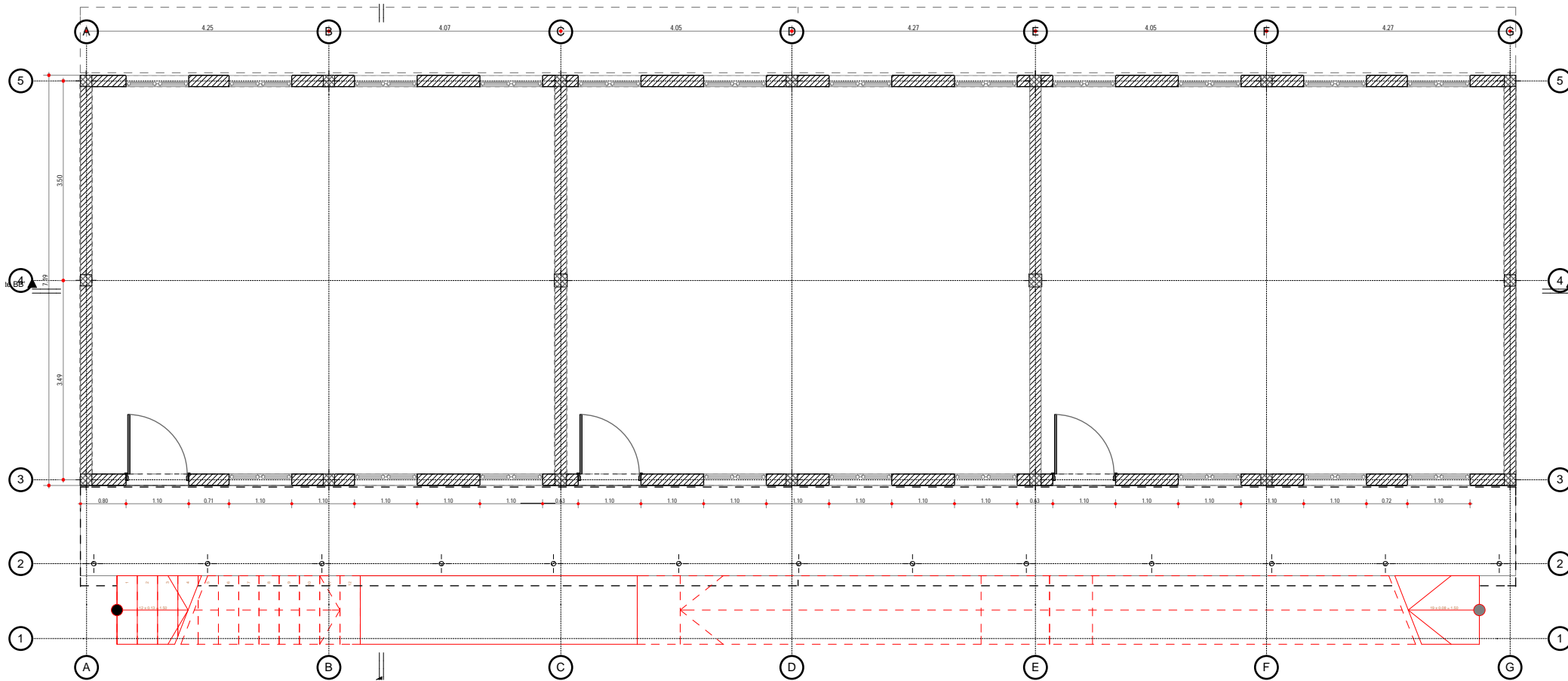
NOME E ASSINATURA DO INSPECTOR:

5.3. ANEXOS

01. Planta das fundações



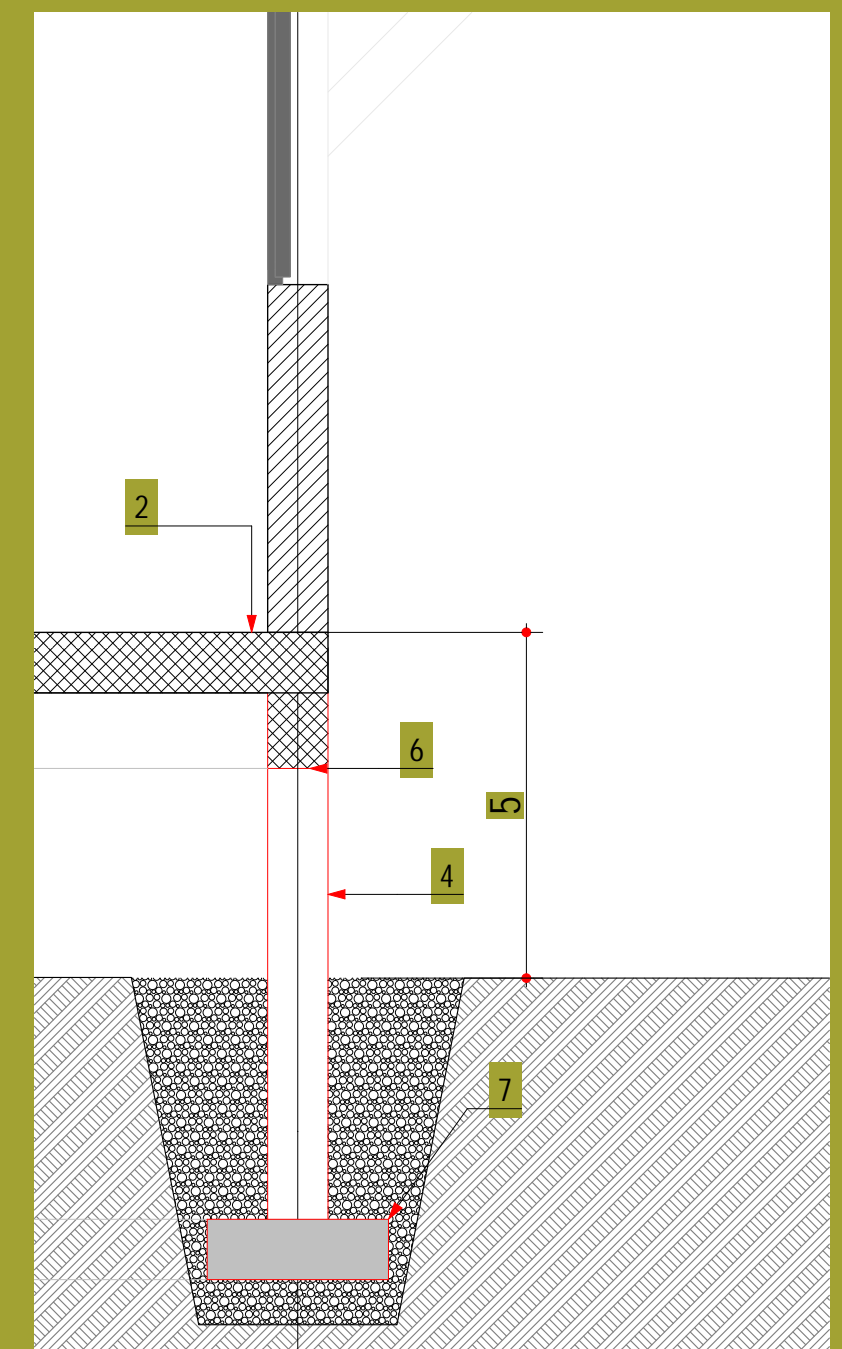
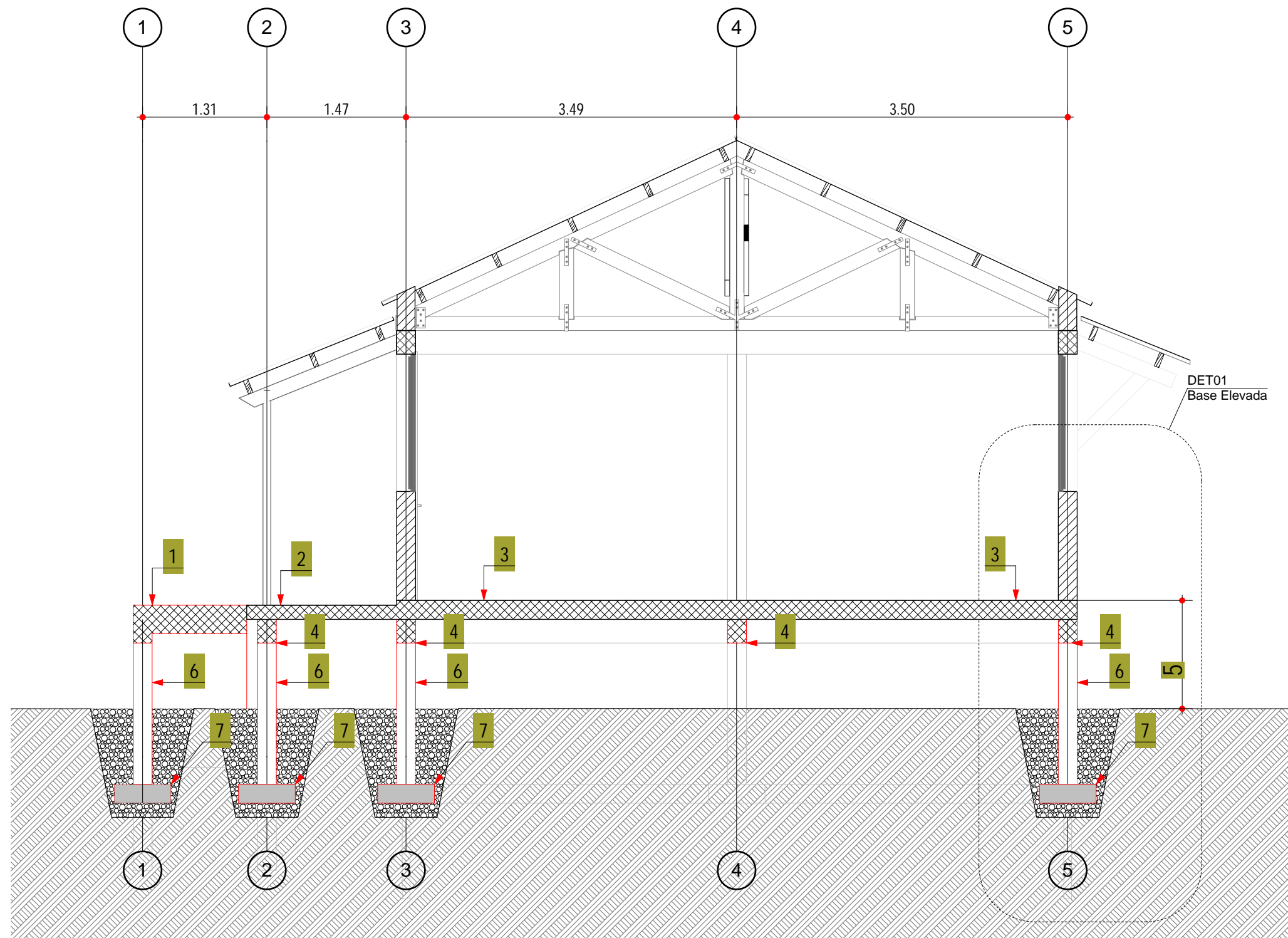
02. Planta do Piso



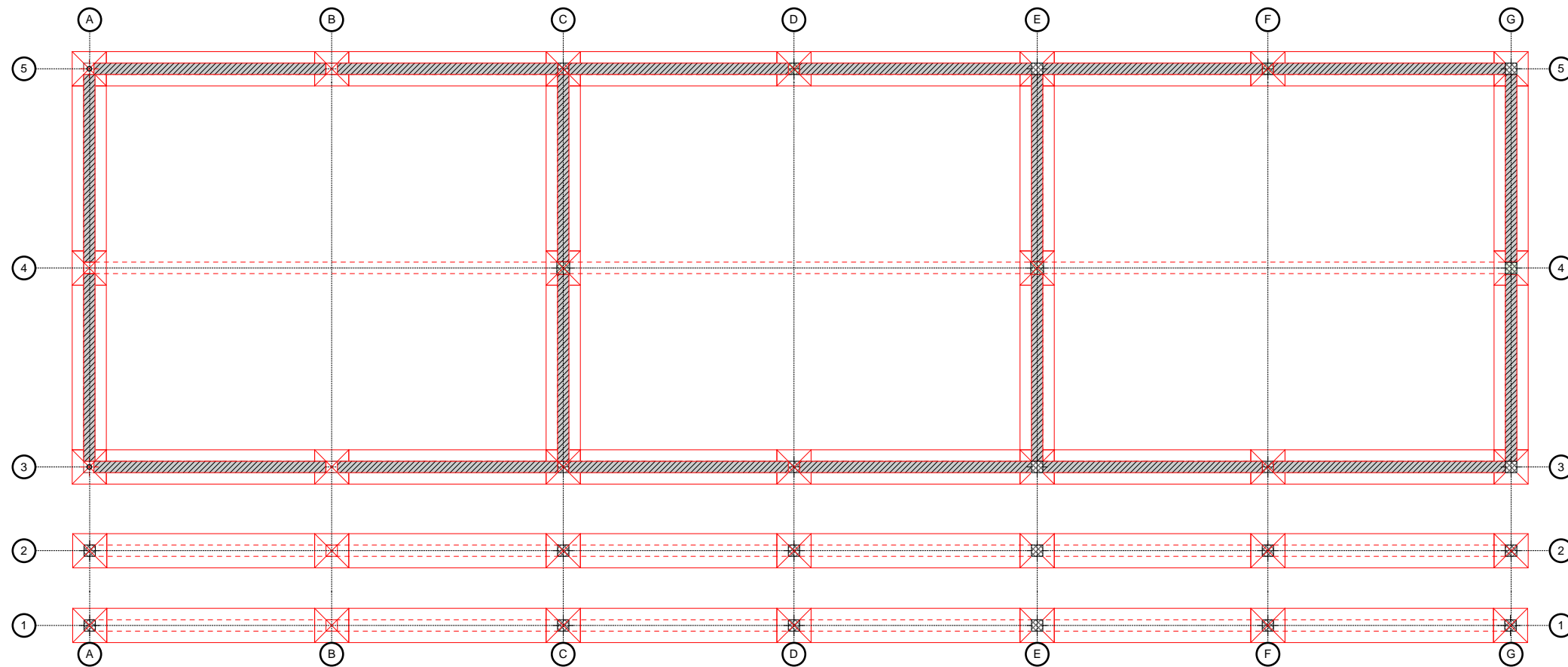
Elevar a base do edifício usando pilotis e betão armado devidamente dimensionados.

LEGENDA

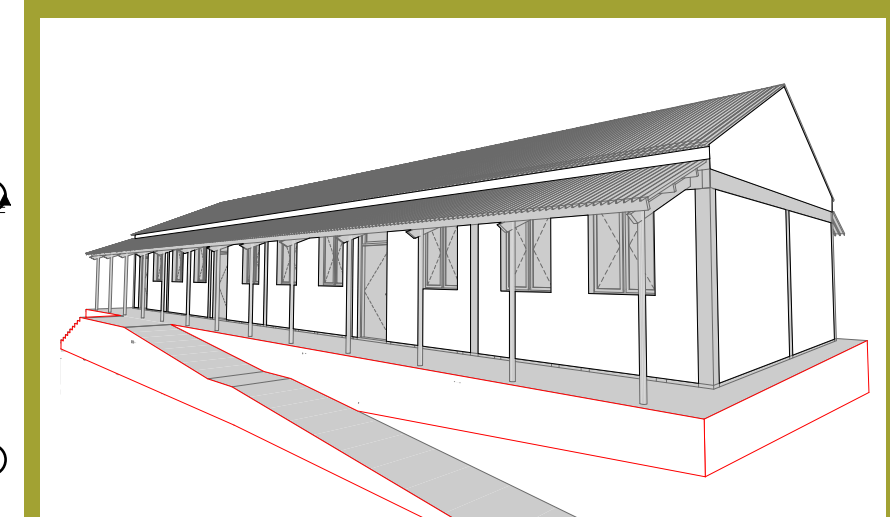
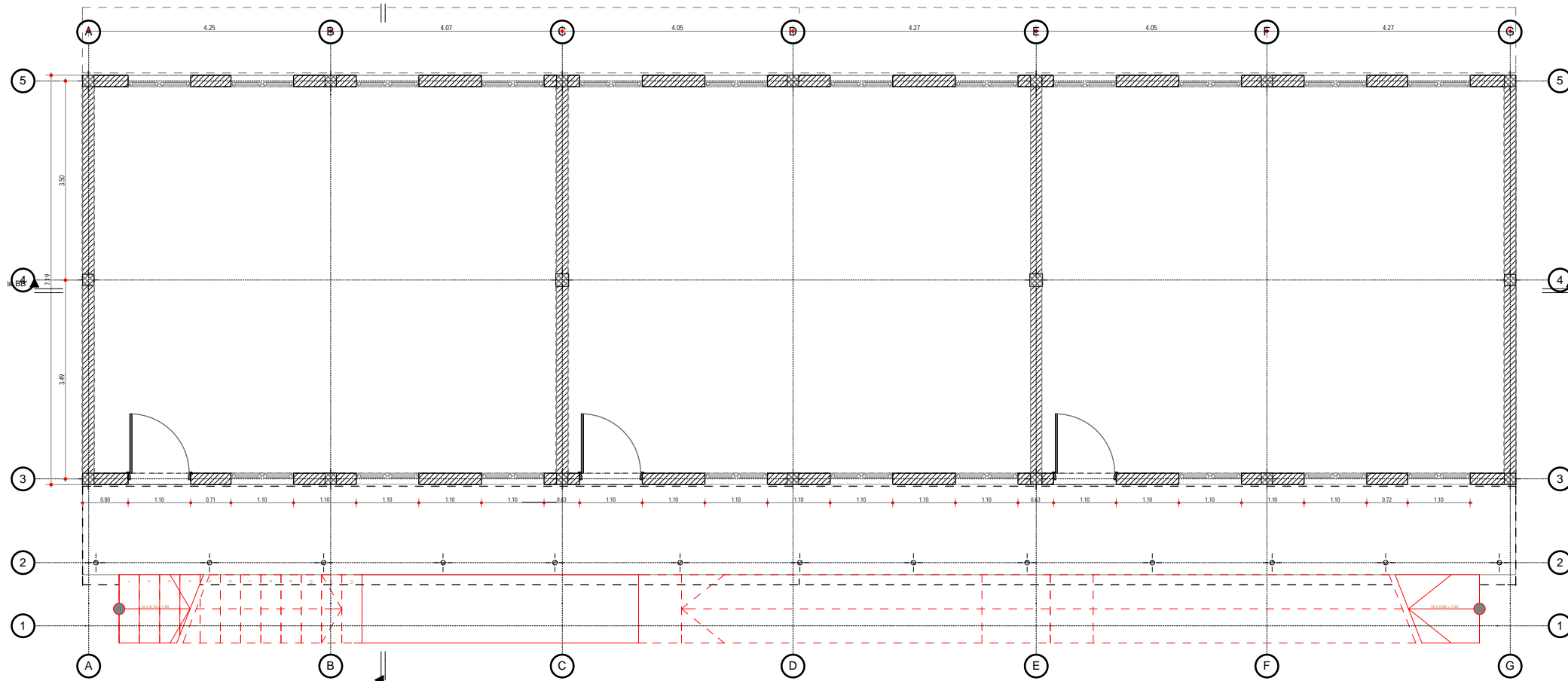
- 1 - Rampa de Acesso em Betão Armado
- 2 - Nível do Pavimento da Varanda
- 3 - Nível do Pavimento da Sala de Aula
- 4 - Viga de Pavimento em Betão Armado
- 5 - Nível da Inundação deve estar abaixo da cota do nível do pavimento
- 6 - Pilotis em Betão Armado
- 7 - Sapata Corrida em Betão Armado



01. Planta das fundações



02. Planta do Piso



Elevar a base do edifício usando uma plataforma devidamente dimensionada.

LEGENDA

- 1 - Rampa de Acesso em Betão Armado
- 2 - Nível do Pavimento da Varanda em Betão Armado
- 3 - Nível do Pavimento da Sala de Aula
- 4 - Viga de Pavimento em Betão Armado
- 5 - Nível da Inundação deve estar abaixo da cota do nível do pavimento
- 6 - Parede Lateral da Plataforma
- 7 - Sapata Corrida em Betão Armado

