



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ADJA RAYFANE MEDEIROS SILVA

**AVALIAÇÃO PATOLÓGICA NA CENTRAL DE AULAS IV DA UFERSA CAMPUS
MOSSORÓ DE ACORDO COM A METODOLOGIA DA MATRIZ GUT**

MOSSORÓ

2019

ADJA RAYFANE MEDEIROS SILVA

**AVALIAÇÃO PATOLÓGICA NA CENTRAL DE AULAS IV DA UFERSA CAMPUS
MOSSORÓ DE ACORDO COM A METODOLOGIA DA MATRIZ GUT**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro de Engenharias, como requisito para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Felipe Augusto Dantas de Oliveira

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586a SILVA, ADJA RAYFANE MEDEIROS.
AVALIAÇÃO PATOLÓGICA NA CENTRAL DE AULAS IV DA
UFERSA CAMPUS MOSSORÓ DE ACORDO COM A METODOLOGIA
DA MATRIZ GUT / ADJA RAYFANE MEDEIROS SILVA. -
2019.
82 f. : il.

Orientador: FELIPE AUGUSTO DANTAS DE OLIVEIRA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Patologia das construções. 2. Obras
públicas. 3. Manifestações patológicas. 4.
Diagnóstico. 5. Manutenção. I. OLIVEIRA, FELIPE
AUGUSTO DANTAS DE, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ADJA RAYFANE MEDEIROS SILVA

**AVALIAÇÃO PATOLÓGICA NA CENTRAL DE AULAS IV DA UFERSA CAMPUS
MOSSORÓ DE ACORDO COM A METODOLOGIA DA MATRIZ GUT**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Centro de Engenharias, como requisito para
obtenção do título de Engenheira Civil.

Defendida em: 22 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Felipe Augusto Dantas de Oliveira
Prof. Felipe Augusto Dantas de Oliveira (UFERSA)
Presidente

Francisco Rosendo Sobrinho
Prof. Me. Francisco Rosendo Sobrinho (UFERSA)
Primeiro Membro

Arthur Munay Dantas da Silveira
Eng. Arthur Munay Dantas da Silveira
Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois quando eu achava que não suportava mais, ele me mostrava o quão forte eu sou.

Aos meus pais, Socorro Medeiros e Geraldo da Silva, sem vocês eu nada seria, obrigada por cada não que me deram, por todos os abraços apertados e, todas as palavras de carinho. Se pude chegar até aqui e me tornar quem eu sou, a responsabilidade é de vocês.

Aos meus irmãos, Adson Rodrigo e Alex Rogerdan, pelo amor, incentivo e carinho de cada um.

A minha cunhada, Ana Tália, por todo auxílio e carinho que me foi ofertado na realização desse trabalho.

Ao meu marido, Marcelo Menegasso, por todo amor e compreensão nesses dias turbulentos.

A minha família UFERSA, aos quais nunca me deixaram faltar uma palavra amiga, ajuda nas horas difíceis e, diversão nas horas livres. Aos amigos, Afonso Andrade, Amanda Oliveira, Cauê Coelho, Camila Lima, Elves Monteiro, Emanoela Cárita, Felício Pereira, Flávio Filho, Gesi Gomes, e aos demais amigos da UFERSA, o caminho da graduação é árduo, mas com vocês a carga foi mais amena e prazerosa.

Aos amigos que contribuíram na realização dos experimentos, Gerry Felício, Marcos Torres, Vanusa Benício, Valteson da Silva e Weslianny dos Santos, não tenho palavras para mensurar o quão importantes vocês são na minha vida.

Ao meu orientador, Felipe Oliveira, por dedicar o seu tempo para me ajudar na realização desse trabalho.

A minha banca examinadora, Arthuro Munay e Francisco Rosendo, pela disponibilidade e contribuição com a melhoraria desse trabalho, foi imprescindível o apoio de vocês.

Ao técnico do laboratório de solos II, Marcello Padre, por todo o auxílio e prestatividade que me foram ofertados.

Aos meus colegas de estágio que se tornaram amigos, André Freire, Vitória Montenegro e Lenilde Simões, que nunca mediram esforços para me ajudar.

Aos que contribuíram de forma direta ou indireta para a obtenção desse trabalho meu muito obrigada.

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje. Mas continue em frente de qualquer jeito.”

Martin Luther King

RESUMO

A origem das manifestações patológicas em uma estrutura são decorrentes de um conjunto de fatores, que desencadeiam diversas anomalias nas edificações. Sendo o conhecimento da origem dos mesmos de extrema importância, visto que um correto diagnóstico da anomalia é necessário para se determinar quais providências devem ser tomadas diante de um prédio que apresenta alguma manifestação patológica, sendo possível agir de forma eficiente, recuperando-o e aumentando sua vida útil. A falta de manutenção periódica faz com que pequenas patologias, de baixo custo de recuperação, evoluam, comprometendo a qualidade estética da obra, tornando-a insegura e de alto custo para mantê-la. Diante de todos esses aspectos, constatou-se a necessidade de um estudo detalhado na Central de aulas IV, levantou-se as manifestações patológicas, a qual a partir das causas dessas anomalias, pôde-se propor alternativas de intervenção de acordo com a Metodologia da matriz GUT, que define as prioridades a partir dos valores dos fatores de riscos ($\text{Fator de Risco} = G \times U \times T$), quanto maior o fator mais prioritária será a busca para a solução do problema. A maioria das manifestações patológicas identificadas na central de aulas IV são relacionadas a umidade e recalque diferencial, repetindo-se por todo o prédio. O fato da edificação não possuir impermeabilização na laje e ter muitas telhas quebradas, caimento inadequado, resulta em vários problemas patológicos decorrente de umidade. Pela classificação do solo, foi visto que as raízes e a água que é lançada proveniente dos aparelhos de ar-condicionado na fundação podem ter causado o seu adensamento, assim causando o aparecimento das fissuras, desaprumos, piso afundado. Concluiu-se que as raízes de árvores próximas as fundações podem ter contribuído para o recalque diferencial do prédio. O Método GUT serviu para o estabelecimento da ordem de prioridade de resolução entre os problemas encontrados, sendo possível realizar a hierarquização de riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas. Sendo recomendada um programa de manutenção emergencial e outro para manutenção preventiva, podendo ser embasada na metodologia aplicada neste trabalho.

Palavras-chave: Patologia das construções. Obras públicas. Manifestações patológicas. Diagnóstico. Manutenção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Infiltração na parede e teto	16
Figura 2 – Bolor nas paredes	17
Figura 3 – Eflorescência em piso	18
Figura 4 – Desagregação da argamassa	18
Figura 5 – Descascamento de pintura.....	19
Figura 6 – Falha na junta estrutural	20
Figura 7 – Camada de preenchimento excessivamente fina.....	21
Figura 8 – Fissura na parede.....	22
Figura 9 – Influência da vegetação nas fundações	24
Figura 10 – Ciclo PDCA	26
Figura 11 – Modelagem 3D no software REVIT da Central de aulas IV	28
Figura 12 – Localização da Central de Aulas IV na UFERSA	28
Figura 13 – Delimitação da área para ensaio de esclerometria	30
Figura 14 – Esclerômetro de reflexão sendo aplicado no ponto 5.....	31
Figura 15 – Ensaio de Ultrassom.....	32
Figura 16 – Localização das sondagens SPT.....	32
Figura 17 – Cravação do amostrador padrão.....	33
Figura 18 – Peneiramento Grosso	34
Figura 19 – Peneiramento Fino	35
Figura 20 – Ensaio de Limite de plasticidade	36
Figura 21 – Ensaio de Limite de liquidez.....	37
Figura 22 – Compactação da amostra no molde cilíndrico	38
Figura 23 – Compactação do ISC.....	39
Figura 24 – Corpo de prova imerso em água	39
Figura 25 – Leitura da penetração no Solo.....	40
Figura 26 – Ocorrência das Manifestações Patológicas	52
Figura 27 – Resultado da dureza superficial do concreto.....	53
Figura 28 – Curva Granulométrica.....	55
Figura 29 – Classificação dos Solos	57
Figura 30 – Curva de Compactação	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Série de Peneiras usado no Peneiramento grosso	35
Tabela 2 – Série de Peneiras usado no Peneiramento fino	35
Tabela 3 – Velocidade de Propagação das Ondas	54
Tabela 4 – Resumo da curva granulométrica	56
Tabela 5 – Classificação de acordo com os limites de consistência.....	56
Tabela 6 – Expansão do Solo	58
Tabela 7 – Índice de Suporte Califórnia.....	58
Tabela 8 – Tabela de Priorização aplicando a Matriz GUT	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios adotados para elaboração da Matriz GUT	27
Quadro 2 – Matriz GUT	27
Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV	41
Quadro 4 – Classificação relacionando velocidade à qualidade do concreto	54
Quadro 5 – Resultado da Priorização	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	3 dimensões
%	Por cento
°C	Grau Celsius
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>fck</i>	Resistência característica a compressão do concreto
g	Grama
GUT	Gravidade, Urgência, Tendência
IP	Índice de Plasticidade
ISC	Índice de Suporte Califórnia
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization.</i>
IV	Quatro
Kg	Quilo
LL	Limite de Liquidez
LP	Limite de Plasticidade
m	Metro
M	<i>Mo</i> (Silte)
Min.	Minuto
mm	Milímetro
MPa	Megapascal (10^6 N/m ²)
MS	Metoxi Silano
N	Newton (1 Kg x m/s ²)
NBR	Norma Brasileira
p.	Página
<i>PDCA</i>	<i>Plan, Do, Check, Action</i> (Planejar, Fazer, Executar, Agir)
pH	Potencial Hidrogeniônico
S	<i>Sand</i> (Areia)
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>
VUP	Vida Útil de Projeto
μs	Milisegundo (10^{-6})

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	VIDA ÚTIL, DURABILIDADE E DESEMPENHO	14
3.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	15
3.2.1	Infiltração	15
3.2.2	Bolor/Mofo	16
3.2.3	Eflorescência	17
3.2.4	Desagregação da argamassa	18
3.2.5	Descascamento da pintura	19
3.2.6	Falhas na Juntas	19
3.2.7	Fissuras, trincas e rachaduras	21
3.2.8	Carbonatação do Concreto	22
3.2.9	Influência da vegetação no recalque	23
3.3	INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS	24
3.3.1	Metodologia da Matriz GUT	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1	LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV	30
4.2	ENSAIO DE ESCLEROMETRIA NO CONCRETO	30
4.3	ENSAIO DE ULTRASSOM NO CONCRETO	31
4.4	SONDAGEM SPT	32
4.5	PREPARAÇÃO DA AMOSTRA DE SOLO	33
4.6	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	34
4.7	LIMITES DE CONSISTÊNCIA	36
4.8	COMPACTAÇÃO	37
4.9	ENSAIO DE ISC	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1	LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV	41

5.1.1	Mapeamento das Manifestações Patológicas	52
5.2	ENSAIO DE ESCLEROMETRIA	53
5.3	ENSAIO DE ULTRASSOM NO CONCRETO	53
5.4	SONDAGEM SPT	54
5.5	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	55
5.6	LIMITES DE CONSISTÊNCIA	56
5.7	ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	57
5.8	ENSAIO DE ISC	58
5.9	PRIORIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
	APÊNDICE A – MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	76
	ANEXO A – SONDAGEM DE RECONHECIMENTO A PERCUSSÃO – SP- 001 – WM ENGENHARIA.....	77
	ANEXO B – SONDAGEM DE RECONHECIMENTO A PERCUSSÃO – SP- 002 – WM ENGENHARIA.....	80

1 INTRODUÇÃO

A evolução socioeconômica brasileira que ocorreu nas últimas décadas fez com que as obras públicas e privadas atingissem altas velocidades de execução. (THOMAZ, 1989). Franco e Niedermeyer (2017) ressaltam que esse crescimento resultou em um avanço tecnológico, que varia entre materiais a mão de obra, porém mesmo assim ainda é possível observar um significativo índice de patologias nas construções.

Segundo Helene (2001), a patologia é a parte da Engenharia Moderna que examina os sintomas, o mecanismo, as origens e as causas das falhas nas edificações. Para que as manifestações patológicas existentes possam ser eliminadas, é fundamental realizar um estudo detalhado das suas origens. (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

De acordo com Oliveira (2016) são verificados altos índices de manifestações patológicas nos prédios públicos, que vão desde sobrecargas imprevistas nas estruturas até a ataques de agentes químicos, isto se dá pela falta de programas de planejamento e/ou execução de manutenções preventivas nas construções, que pode desencadear desgaste e, até mesmo, colapso da estrutura, podendo comprometer e prejudicar a segurança dos usuários.

Diante de todos esses aspectos, constatou-se a necessidade de um estudo detalhado de edificações públicas e de suas deficiências, de modo a garantir a segurança e vida útil esperada a central de aulas IV. Isto posto, a relevância desta pesquisa se deve à necessidade de se fazer um levantamento das patologias, a qual a partir da mesma se poderá realizar um estudo para determinar as causas desses problemas e propor alternativas de intervenções de acordo com a gravidade, urgência e tendência. Tutikian e Pacheco (2013) complementam que após a etapa de diagnóstico, torna-se necessário selecionar a melhor alternativa de intervenção para o problema, priorizando-as se necessário.

Com isso, neste trabalho será abordado uma análise de manifestações patológicas encontradas em uma instituição pública de ensino superior, seguindo os graus de prioridades através da Matriz GUT. De acordo com Ferreira *et al* (2018) quanto maior o fator de risco ($\text{Fator de Risco} = G \times U \times T$), mais prioritária será a solução do problema encontrado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as manifestações patológicas presentes na Central de aulas IV da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró, aplicando a metodologia da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) com o intuito de priorizar a solução desses problemas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as manifestações patológicas presentes no prédio;
- Realizar os ensaios de caracterização física e mecânica do solo da fundação;
- Obter o índice de expansão do solo da fundação com o ensaio ISC (Índice de Suporte Califórnia);
- Verificar as condições do concreto dos pilares com o ensaio de esclerometria e ultrassom;
- Aplicar a metodologia da Matriz GUT no prédio estudado;
- Propor medidas de soluções para correção das manifestações patológicas no prédio.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 VIDA ÚTIL, DURABILIDADE E DESEMPENHO

Helene (2001) explica que a vida útil de uma edificação é o período entre o término da sua construção e o aparecimento de sua primeira patologia. Segundo Souza e Ripper (1998), quanto mais durável uma construção maior a sua vida útil, estando relacionada com um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial, tais decisões são as que garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil, parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício.

A durabilidade é a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer, com dada manutenção planejada, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico de tempo sob influência das ações ambientais, ou como resultado do processo de envelhecimento natural. (ISO 13823, 2008, p. 4, tradução nossa). Ou seja, a durabilidade de uma edificação está relacionada com as manutenções realizadas na mesma. De acordo com Tutikian e Pacheco (2013), para que uma intervenção nas manifestações patológicas seja eficiente e pouco onerosa a detecção das anomalias deve ocorrer o mais cedo possível.

O desempenho de uma edificação pode ser definido, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) 15575 – Parte 1 (2013, p. 7), como “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas”, estando diretamente relacionado com a manutenção realizada na edificação, o que influi diretamente na sua vida útil. Ou seja, a vida útil pode ser prolongada com ações de manutenção, o que elevará o seu desempenho ao longo do tempo, levando-a a atingir a VUP (vida útil de projeto).

Para garantir um bom desempenho da edificação devem ser realizados manutenções preventivas periodicamente, conforme a ABNT NBR 5674:2012, visto que manutenção significa “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes para atender às necessidades e segurança dos usuários”.

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo Tutikian e Pachecho (2013) a origem das manifestações patológicas em uma estrutura são decorrentes de um conjunto de fatores, que desencadeiam diversas anomalias nas edificações. Conhecer a origem destas manifestações é de extrema importância, visto que um correto diagnóstico da anomalia é necessário para se determinar quais providências devem ser tomadas diante de um prédio que apresenta alguma manifestação patológica, sendo possível agir de forma eficiente, recuperando-o.

Costa e Zancan (2012) afirmam que as patologias construtivas há muito tempo estão presentes na área da construção civil, na forma de umidade, trincas, fissuras, descolamento de pintura e revestimentos, falhas nas juntas, influência da vegetação.

3.2.1 Infiltração

A infiltração pode ser ocasionada pela água por três caminhos distintos: através de trincas e rachaduras, pelos poros do material e também pelas falhas que o material possui, do tipo brocas, ninhos no concreto e fendas junto às armaduras. Deve-se ter precaução sobre os vícios de obra que são intrínsecos ao desenvolvimento da construção, como por exemplo, falhas no projeto e/ou na sua execução, uso inadequado de materiais, ainda podendo citar os desgastes desenvolvidos ao decorrer do tempo, tais como utilização, a ação de intempéries, programação insuficiente de manutenções, dentre outros. (ZAPLA, 2012)

De acordo com Borges (2008) a impermeabilização e a limpeza de locais como vigas, lajes de cobertura, marquises, são simples exemplos de manutenção periódica que podem evitar sintomas patológicos ou até mesmo, dependendo da gravidade, o desmoronamento da estrutura, pois caso não ocorram, podem facilitar a infiltração de águas de chuva e consequentemente, a deterioração da estrutura.

As paredes de uma edificação são elementos de inúmeras ocorrências do fenômeno de infiltração, como pode ser observado na Figura 1, segundo o autor supracitado, o fenômeno ocorre devido aos seguintes fatores: fissuras, danos físicos na própria parede, revestimento e/ou pintura, e pelas falhas de rejuntamento dos componentes da alvenaria.

Figura 1 – Infiltração na parede e teto



Fonte: Rocha *et al* (2018)

3.2.2 Bolor/Mofo

De acordo com Storte (2011), o crescimento do mofo ou bolor está diretamente ligado à umidade excessiva, essa anomalia provoca alteração na superfície, exigindo na maioria das vezes a recuperação ou até mesmo a necessidade de se refazer revestimentos, gerando gastos dispendiosos.

Conforme Souza (2008) é comum a presença de bolor/mofo em paredes umedecidas por infiltração de água ou vazamento de tubulações. A formação de bolor/mofo nada mais é do que uma alteração que pode ser constatada macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Assim, como todos os organismos vivos, estes possuem seus desenvolvimentos afetados com as condições ambientais, sendo a umidade um fator essencial. Os fungos precisam sempre de um teor de umidade elevado no material onde se desenvolvem ou uma umidade relativamente elevada no ambiente. As formas dessa presença de água nos componentes internos e externos da edificação, como pode ser observado na Figura 2, podem ser decorrentes da umidade proveniente de vazamentos, da obra, do solo, dentre outras.

Figura 2 – Bolor nas paredes



Fonte: Rocha *et al* (2018)

3.2.3 Eflorescência

De acordo com Storte (2011) a eflorescência pode ser entendida como a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, resultante da água de infiltrações ou intempéries. Os sais que constituem a eflorescência podem ser agressivos e causar desagregação profunda, e ainda modificar o aspecto visual da estrutura, visto que há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre os quais se depositam.

Segundo Souza (2008) a ocorrência da eflorescência é dada por três fatores com o mesmo grau de importância. Tais fatores são o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática. Para que haja a formação desta patologia todos os três fatores devem existir. Outros fatores externos também podem contribuir para a ocorrência da eflorescência, Figura 3, tais como: a quantidade de solução que irá aflorar; o aumento do tempo de contato que atua na solubilização de maior teor de sais; a elevação de temperatura, a qual aumenta a velocidade de evaporação e gera um favorecimento na solubilização dos sais; e fechando, a porosidade dos elementos, permitindo que esta migração da solução para a superfície ocorra.

Figura 3 – Eflorescência em piso



Fonte: Souza (2008)

3.2.4 Desagregação da argamassa

Conforme Antunes (2010) um dos principais motivos da desagregação da argamassa de emboço é a umidade, visto que o principal agente de deterioração da argamassa endurecida, é a água, podendo manifestar-se através do seu esfarelamento, como se pode observar na Figura 4.

Figura 4 – Desagregação da argamassa



Fonte: Bauer *apud* Antunes (2010).

Antunes (2010) destaca que a ocorrência da desagregação da argamassa pode estar vinculada ao emprego de materiais com alto teor de finos, traço inadequado, aplicação de cal

na argamassa de baixa qualidade que não esteja completamente hidratada, ou a dissolução de sais, entre outros fatores que podem ocorrer de forma isolada ou conjunta. Apesar de que em alguns casos mesmo com a desagregação da argamassa, a mesma ainda consiga se manter aderida ao substrato, ela não apresenta resistência mecânica conveniente, visto que se esfarela facilmente com a fricção de algum objeto metálico sobre ela.

3.2.5 Descascamento da pintura

Antunes (2010) ressalta que existem várias causas que podem ser associadas ao descascamento das pinturas, como pode ser observado na Figura 5, desde a aplicação inadequada de tinta em superfícies contaminadas por eflorescência ou sobre substratos muito porosos, até a aplicação de tinta com baixa resistência à álcalis sobre substrato úmido e alcalino.

Figura 5 – Descascamento de pintura



Fonte: Antunes (2010)

De acordo com Cincotto (1983) o descascamento de pintura pode manifestar-se de várias formas, como escamação e perda de aderência da película de tinta e, em forma de descolamentos ou pulverulências, com posterior perda de aderência.

3.2.6 Falhas na Juntas

Antunes (2010) destaca que o preenchimento das juntas, sejam elas de dessolidarização, movimentação, ou estruturais, deve ser feito com materiais adequados, como poliuretanos, silicones, ou Metoxi Silano (MS) polímeros, que permitam as

movimentações que atuam sobre o revestimento, porém não é raro observar-se o uso de material rígido para preenchimento das juntas, favorecendo a ocorrência de falhas nas mesmas, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Falha na junta estrutural



Fonte: Antunes (2010).

Conforme Beltrame e Loh (2009), os danos incidentes sobre as juntas estão principalmente relacionadas a:

- Deficiências de projeto e especificação;
- Escolha incorreta do selante (tipo, qualidade e desempenho);
- Aplicação sobre substrato contaminado;
- Aplicação sobre substrato com umidade acima dos limites admissíveis;
- Não observância da temperatura adequada e recomendada para a aplicação;
- Defeitos na preparação de superfícies;
- Falhas durante a aplicação dos selante;
- Utilização de primer em situações que este componente for imprescindível;
- Ocorrência de movimentações não previstas.

De acordo com Antunes (2010), nas situações de preenchimento em que o selante é empregado através de uma camada excessivamente fina, como mostra a Figura 7, o mesmo fica passível à fissuração precoce, favorecendo a infiltração de água pela junta, podendo atingir o emboço e causar prejuízos na aderência das placas cerâmicas.

Figura 7 – Camada de preenchimento excessivamente fina



Fonte: Antunes (2010).

3.2.7 Fissuras, trincas e rachaduras

Segundo Oliveira (2012) as tensões imprevistas nos materiais podem causar anomalias, ou seja, manifestações patológicas, devido as solicitações maiores que o previsto em projeto nos elementos estruturais e/ou de vedação, sendo classificados como fissuras, trincas, rachaduras, fendas e/ou até brechas.

Olivari (2003) classifica as fissuras quanto a sua espessura, seguindo o critério abaixo:

- Fissuras capilares - Espessura menor que 0,2mm;
- Fissuras – Espessura entre 0,2mm a 0,5mm;
- Trinca – Espessura entre 0,5mm a 1,5mm;
- Rachadura – Espessura entre 1,5mm a 5mm;
- Fenda – Espessura entre 5mm a 10mm;
- Brecha – Espessura maior que 10mm.

Lottermann (2013) ressalta que as fissuras são geralmente de menor gravidade e ocorrem de forma superficial, Figura 8, alongadas e estreitas no cimento queimado, na pintura ou na massa corrida, mas a fissura pode aumentar até chegar a uma brecha, dependendo se ela é ativa ou passiva.

Figura 8 – Fissura na parede



Fonte: Rocha *et al* (2018).

Vitório (2003) classifica as fissuras passivas como aquelas que, se estabilizam quando chegam à sua amplitude máxima, e as ativas como aquelas que por ações de magnitude variáveis, podem sofrer deformações diárias e/ou sazonais.

Santos (2014) complementa afirmando que diferente das fissuras, as trincas possuem aberturas mais profundas e acentuadas, tornando-as mais perigosas, pois podem desencadear na ruptura dos elementos e assim afetar a segurança dos componentes da estrutura. As rachaduras também possuem aberturas, porém são grandes, profundas e acentuadas comparadas com as trincas, requerendo solução imediata.

3.2.8 Carbonatação do Concreto

Segundo Figueiredo (2005) a manifestação patológica conhecida como carbonatação é um fenômeno físico-químico, que reduz consideravelmente o pH, possibilitando a despassivação do aço. Existe uma zona definida como passivação em que o metal se recobre de uma fina camada de óxidos e hidróxidos que vão funcionar como uma barreira protetora. O fator determinante para a formação e manutenção da camada passivante do aço no interior do concreto é a elevada alcalinidade da solução dos poros do concreto. Com a atuação de agentes externos agressivos, a passivação pode ser alterada, favorecendo a corrosão.

Ainda de acordo com o autor supracitado, a carbonatação do concreto geralmente é uma condição determinante para o início da corrosão das armaduras. Esta inicia-se na

superfície da estrutura e forma a “frente de carbonatação”, composta por duas zonas com pH distintas (uma básica e outra neutra). Esta frente avança em direção ao interior do concreto e quando alcança a armadura ocorre a despassivação do aço e este se torna vulnerável.

Cascudo (1997) explica que o processo de carbonatação está relacionado com a maneira como o concreto foi lançado, adensado e curado, bem como o tipo de cimento, condições ambientais e umidade do ambiente, sendo maior a carbonatação quanto maior for o fator água/cimento.

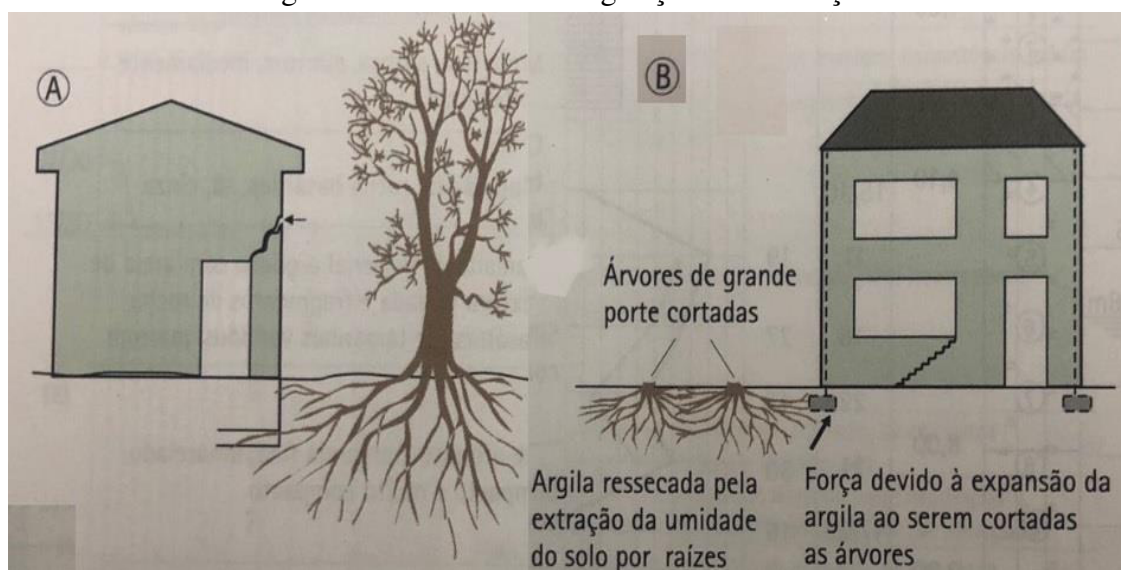
De acordo com Carmona (2005) após a despassivação da armadura, a corrosão só irá ocorrer se algumas condições estiverem presentes, tais como água suficiente no interior do concreto para funcionar como eletrólito no transporte de íons, diferença de potencial elétrico entre as regiões da armadura, bem como a presença de oxigênio para as reações de corrosão. Existem casos em que uma ou mais condições necessárias à corrosão não estão presentes - Assim, ainda que a armadura esteja despassivada, não existirá a corrosão, ou existirá em velocidades desprezíveis.

3.2.9 Influência da vegetação no recalque

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2008) a vegetação pode influenciar diretamente nos recalques de fundações, visto que as raízes podem interferir de forma física na estrutura de fundação, Figura 9 (A), bem como extraíndo água do solo para se desenvolverem, assim modificando o teor de umidade do solo presente.

Em solos argilosos, as variações de umidade provocam mudanças volumétricas. Logo, qualquer fundação localizada na área afetada apresentará movimento e provavelmente patologia da edificação por causa de recalques localizados. Podem ocorrer recalques ou expansões progressivas, causados pela vegetação. As raízes podem causar adensamento do solo e a remoção das mesmas podem causar a expansão dele, resultando em um movimento vertical no sentido de levantar a fundação, Figura 9 (B). (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2008).

Figura 9 – Influência da vegetação nas fundações



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2008)

Milititsky, Consoli e Schnaid (2008) ressalta que a influência da vegetação às construções está associada a uma série de fatores, como o tipo de solo do local, o tipo de vegetação presente, a distância da vegetação, o clima, o nível da água.

3.3 INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS

Helene (2007) explica que inspeção e avaliação de estruturas é uma atividade técnica especializada que abrange a coleta de elementos, de projeto e de construção, o exame minucioso da construção, a elaboração de relatórios, a avaliação do estado da obra e as recomendações, que podem ser de nova vistoria, de obras de manutenção, de recuperação, de reforço ou de reabilitação da estrutura.

Para se efetuar um diagnóstico correto de uma manifestação patológica, faz-se necessário realizar, inicialmente, uma inspeção visual para se fazer uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, assim como sua localização e intensidade. Muitas vezes, para um profissional experiente, a inspeção visual pode ser suficiente para se estabelecer a causa da “doença” da edificação, porém, às vezes, se faz necessária a realização de ensaios específicos e análise dos projetos para auxiliar no diagnóstico (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 5)

Ainda segundo o autor supracitado, depois que todos os dados possíveis sobre os sintomas apresentados pela edificação forem obtidos, deve-se realizar uma análise destes dados, em que é necessário verificar a influência de cada informação no comportamento global da construção. Experiência profissional e profundo conhecimento teórico do

comportamento estrutural e dos materiais frente aos diversos agentes agressivos, são fundamentais para que esta etapa seja bem-sucedida.

Após a conclusão da análise dos dados obtidos em campo é possível estabelecer os mecanismos que originaram o aparecimento das manifestações patológicas na edificação, ou seja, diagnosticar o problema. No entanto o profissional também deve apresentar um prognóstico, explicando as consequências que surgirão caso não sejam efetuadas as medidas corretivas para a eliminação do problema, assim como também se faz necessário indicar quais são estas medidas corretivas, contemplando a etapa da terapia a ser executada. (TUTIKIAN; PACHECO, 2013)

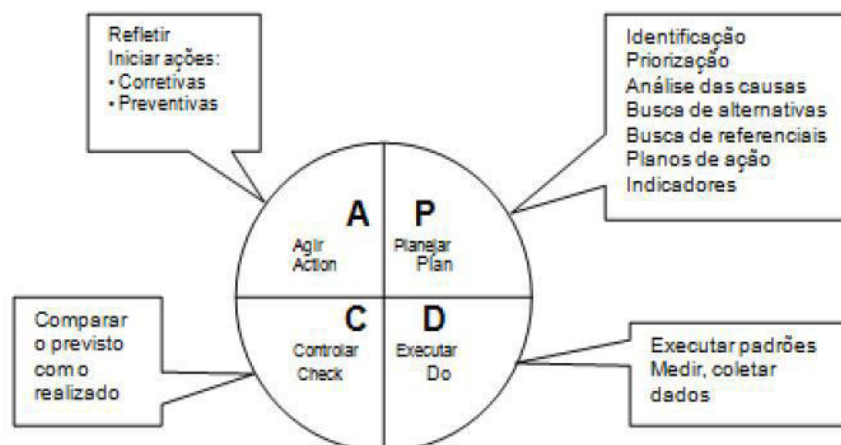
3.3.1 Metodologia da Matriz GUT

A Engenharia moderna propõe ferramentas que auxiliam estrategicamente na tomada de decisão, dentre elas está a metodologia da matriz GUT, ferramenta que é muito utilizada por administradores, porém sendo facilmente adaptada para a construção civil por se tratar de uma ferramenta prática e muito intuitiva.

Segundo Fáveri e Silva (2016) o método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 1980, com o intuito de se escalonar as prioridades a partir da necessidade de resolução de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas.

A metodologia da matriz GUT complementa outras ferramentas de gestão de qualidade e está ligada a fase de planejar no ciclo *PDCA* (*Plan* - Planejar, *Do* – Fazer, *Check* - Executar, e *Action* - Agir), representado na Figura 10, a mesma é utilizada para definir as prioridades diante das diversas alternativas de ação. A metodologia da matriz GUT responde racionalmente às questões como: “O que deve ser feito primeiro?” ou “Por onde começar?”. (SOTILLE, 2014).

Figura 10 – Ciclo PDCA



Fonte: Sotille (2014).

Segundo Gomes (2006) a matriz GUT é uma forma de tratar problemas, com o objetivo de priorizá-los, levando em consideração a gravidade do problema, que é o impacto que ele causaria a longo prazo sobre pessoas, coisas, organizações ou processos, na hipótese do mesmo não ser resolvido. Outro ponto a ser considerado é a urgência, que seria a relação com o tempo necessário ou disponível para resolver o problema, por último a tendência, que é a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Para Periard (2011) um dos maiores benefícios em empregar a Matriz GUT é que ela consegue quantificar os problemas da empresa, tornando viável a priorização das ações preventivas ou corretivas para a eliminação parcial ou total do problema.

Gomes (2006) estabeleceu critérios para elaboração da matriz GUT criando um quadro de priorização de problemas em ordem decrescente de pontos, que pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios adotados para elaboração da Matriz GUT

PONTOS	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
5	Extremamente grave	Ação imediata	Tende a piorar de imediato
4	Muito grave	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
2	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

Fonte: Adaptação pela Autora de Gomes (2006).

A partir da atribuição dos valores entre 1 e 5, sendo 5 a maior intensidade e o 1 a menor, e em seguida através dos valores obtidos nos critérios se monta a matriz GUT, Quadro 2.

Quadro 2 – Matriz GUT

PROBLEMA	G	U	T	GUT	PRIORIZAÇÃO
Corrosão da Armadura	4	5	5	$(4 \times 5 \times 5) = 100$	1°
Infiltração no teto	3	3	3	$(3 \times 3 \times 3) = 27$	2°

Fonte: Adaptação pela Autora de Gomes (2006).

De acordo com Ferreira *et al* (2018) a partir da multiplicação dos valores obtidos na matriz, obtém os valores para cada problema ou fator de risco analisado e, quanto maior for o resultado dos valores dos fatores de risco (Fator de Risco = $G \times U \times T$), mais prioritária será a busca para a solução do problema.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019, tendo como base a pesquisa de campo em conjunto com pesquisa bibliográfica.

A investigação de campo foi realizada na Central de aulas IV da UFERSA, campus Mossoró e nas suas adjacências. O prédio foi concluído em Maio de 2009, possui área de 939 m², 12 salas de aulas, 5 banheiros, sendo eles femininos e masculinos e 01 copa. O prédio é destinado a aulas dos cursos de Administração, Agronomia e Engenharia Química. As Figuras 11 e 12 mostram respectivamente, a fachada e a localização da Central de aulas IV.

Figura 11 – Modelagem 3D no software REVIT da Central de aulas IV



Fonte: Autoria Própria (2019).

Figura 12 – Localização da Central de Aulas IV na UFERSA



Fonte: Google Earth (2019).

O estudo constitui de uma pesquisa de campo de ordem quali-quantitativa, pois será feita a coleta dos dados e aplicada as ferramentas técnicas necessárias, capazes de identificar os fenômenos. (CORREA, 2003).

Para identificar os agentes causadores das manifestações patológicas foram realizados ensaios destrutivos e não-destrutivos. Para avaliar as condições do concreto endurecido do pilar foram realizados dois ensaios não-destrutivos, o ensaio de esclerometria e o ensaio de ultrassom no concreto. Os ensaios realizados para a análise do solo utilizado no aterro para a fundação foram os de sondagem SPT, granulometria, limites de liquidez e de plasticidade, compactação e, ISC.

A sondagem SPT (*Standard Penetration Test*) foi realizada pela WM Engenharia na Central de aulas IV, da UFERSA, campus Mossoró. Os ensaios de granulometria, limites de liquidez e de plasticidade, compactação e ISC foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação, do Centro de Engenharias – CE, no Prédio de Engenharias II, da UFERSA, campus Mossoró.

Foram elaboradas tabelas para identificar a frequência e o grau de deterioração das anomalias presentes no prédio, o registro fotográfico, bem como o mapeamento das mesmas, com o objetivo de facilitar o diagnóstico e criar um banco de dados, que serão comparados com as literaturas e priorizados de acordo com a metodologia da matriz GUT.

Por último, com o diagnóstico das anomalias e a prioridade de reparação, pode-se indicar de modo eficiente as medidas à serem tomadas para recuperação das mesmas.

4.1 LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV

Para fazer o levantamento das manifestações patológicas presentes na Central de aulas IV, foram realizadas visitas ao local. As manifestações foram observadas e registradas em forma de fotos para posterior listagem. Nessa etapa observou-se a necessidade de alguns ensaios, visto que algumas anomalias não poderiam ser diagnosticadas apenas com os registros fotográficos.

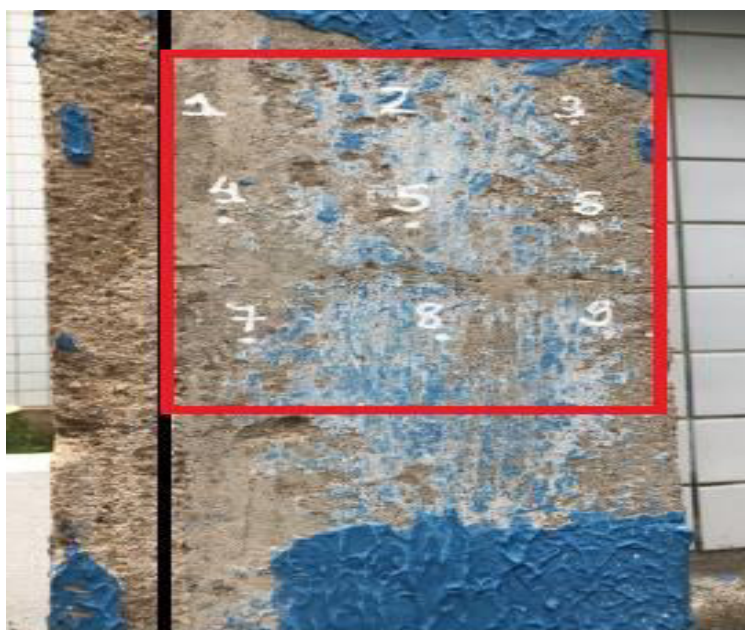
O prédio foi medido com o auxílio de uma trena a laser, para que fosse possível o desenho da planta baixa, que auxiliou no mapeamento das manifestações.

Para classificar as aberturas presentes no prédio quanto a sua espessura, foi utilizado um paquímetro digital, assim garantindo uma maior precisão das medidas.

4.2 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA NO CONCRETO

Para não gerar nenhum prejuízo a estrutura do prédio, foi escolhido o Esclerômetro de Schmidt para avaliação da dureza superficial do concreto nos pilares, seguindo a ABNT NBR 7584:2012. Para essa avaliação foi retirada a camada de tinta que cobria o pilar, e em seguida a limpeza da poeira com o auxílio de um pincel. Desta forma foram delimitadas duas áreas de ensaio, localizadas em faces opostas do pilar, a Figura 13 mostra uma dessas áreas.

Figura 13 – Delimitação da área para ensaio de esclerometria



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

Foram demarcados 9 pontos com uma distância de 6 cm entre os eixos de cada ponto, e aplicado horizontalmente o esclerômetro de reflexão (Figura 14), a barra de percussão foi pressionada contra o ponto da área de ensaio e antes que a barra desaparecesse completamente no corpo do esclerômetro, o martelo foi liberado, após o impacto, o ponteiro indicativo, localizado na escala do esclerômetro forneceu diretamente o índice esclerométrico. Sendo o mesmo procedimento repetido para os 9 pontos.

Figura 14 – Esclerômetro de reflexão sendo aplicado no ponto 5



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

4.3 ENSAIO DE ULTRASSOM NO CONCRETO

Para se verificar a uniformidade e a homogeneidade do concreto, seguiu-se as diretrizes da ABNT NBR 8802:2013. Como o pilar tinha superfície plana e o aparelho já estava calibrado, foi aplicado uma camada de vaselina sólida nas faces dos transdutores e na área delimita no pilar. Os transdutores, por sua vez, foram aplicados nas faces adjacentes por transmissão semidireta, conforme a Figura 15, sendo então feita a leitura do ultrassom. O mesmo procedimento foi repetido em alturas diferentes.

Figura 15 – Ensaio de Ultrassom



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

4.4 SONDAGEM SPT

A sondagem de reconhecimento simples com SPT foi realizada pela empresa WM Engenharia, que seguiu as diretrizes da ABNT NBR 6484:2001. Foram realizadas 02 sondagens SPT na parte posterior da edificação da Central de aulas IV, representadas na Figura 16.

Figura 16 – Localização das sondagens SPT



Fonte: WM Engenharia (2019)

Os índices de penetração foram obtidos pela cravação do amostrador padrão (Figura 17) através de quedas sucessivas do martelo padronizado com massa de ferro de 65 kg da

altura de 0,75 m, até se atingir a penetração de 0,45 m, anotando-se o número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m do referido amostrador padrão, ou conforme orientação da Norma Brasileira NBR – 6484.

A profundidade das perfurações, para todos os furos, foi estabelecida pelo limite máximo impenetrável estabelecido pela norma.

Figura 17 – Cravação do amostrador padrão



Fonte: WM Engenharia (2019)

As amostras foram colhidas a cada metro de profundidade através do amostrador padrão, acondicionadas em recipientes próprios hermeticamente fechados e foram encaminhadas para identificação tátil-visual no laboratório de pedologia/mecânica dos solos da empresa.

4.5 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA DE SOLO

Seguindo as recomendações da ABNT NBR 6457:2016 a preparação da amostra de solo coletada na central de aulas IV, seguiu os seguintes processos:

- Secagem prévia até próximo da umidade higroscópica;
- Destorroamento dos torrões presentes, com o auxílio do almofariz e da mão de gal;
- Homogeneização da amostra de solo, obtendo uma amostra em quantidade suficiente para a realização dos ensaios a seguir.

Para a análise granulométrica foram pesados 8000 g, pois percebeu-se visualmente que os grãos maiores passantes na peneira de 76 mm, tinham mais de 25 mm de dimensão.

Na preparação da amostra de solo para o ensaio de compactação com reuso de material foram pesados 7000 g, em seu estado natural, pois o material passante na peneira 4,8 mm e retido na peneira 19,1 mm era equivalente a mais de 10% do peso do material, em seguida o material retido na peneira 19,1 mm e passante na 76,2 mm foi substituído por quantidades iguais de material retido na peneira 4,8 mm e passante na peneira 19,1 mm, e destinado ao ensaio.

E por último foram separados 7000 g para o ensaio de ISC, seguindo o mesmo critério de preparação do ensaio de compactação.

4.6 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Conforme a ABNT NBR 7181:2016, a análise granulométrica pode ser realizada por peneiramento ou pela combinação entre sedimentação e peneiramento. Como o solo em questão tinha uma alta porcentagem de pedregulhos, utilizou-se o primeiro.

Para a realização do peneiramento, pesou-se 8000 g do solo seco à temperatura ambiente, conforme recomenda a ABNT NBR 6457:2016 e passou-se na peneira de 2,0 mm. O material retido na peneira foi lavado para eliminar os finos presentes. Em seguida, foi colocado em estufa a 105 °C para secagem até constância do peso. Após 24 horas o material seco obtido foi usado no peneiramento grosso, com o auxílio da série de peneiras observadas na Figura 18, seguindo a ordem da Tabela 1.

Figura 18 – Peneiramento Grosso



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Tabela 1 – Série de Peneiras usado no Peneiramento grosso

Peneiramento Grosso	
Abertura da Malha (mm)	Número da Peneira
25,00	1"
19,00	3/4"
9,50	3/8"
4,80	4
2,00	10

Fonte: Adaptado pela Autora de acordo com ABNT NBR 7181 (2016)

Do passante na peneira 2,0 mm, foi pesado cerca de 100 g para determinação da umidade higroscópica, e por se tratar de um solo arenoso, pesou-se cerca de 120 g e lavou na peneira de 0,075 mm. O material retido na peneira foi colocado em estufa a 105 °C para secagem até constância do peso. Após 24 horas o material seco obtido foi usado no peneiramento fino, com o auxílio da série de peneiras observadas na Figura 19, seguindo a ordem da Tabela 2.

Figura 19 – Peneiramento Fino



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Tabela 2 – Série de Peneiras usado no Peneiramento fino

Peneiramento Fino	
Abertura da Malha (mm)	Número da Peneira
1,20	16
0,60	30
0,42	40
0,25	60
0,15	100
0,075	200

Fonte: Adaptado pela Autora de acordo com ABNT NBR 7181 (2016).

4.7 LIMITES DE CONSISTÊNCIA

Para efetuar os ensaios de Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP) e Índice de Plasticidade (IP), ou seja, os limites de Atterberg, pesou-se cerca de 200 g do solo, em seu estado natural, passante na peneira 0,42 mm.

Seguindo a metodologia da ABNT NBR 7180:2016 para a determinação do limite de plasticidade, utilizou-se 100g da amostra previamente reservada e adicionou-se água destilada para que se fizesse a homogeneização. Do material obtido, tomou-se cerca de 10 g e procedeu-se com a realização do ensaio. Com a palma da mão, rolou-se a mistura até que se atingisse o diâmetro de 3 mm e observou-se o surgimento de partes fragmentadas. Para a determinação da umidade a amostra foi transferida para uma cápsula e levada à estufa, sendo o procedimento repetido mais quatro vezes. Na Figura 20 observa-se o ensaio para determinação do limite de plasticidade.

Figura 20 – Ensaio de Limite de plasticidade



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Para a determinação do limite de liquidez, conforme a ABNT NBR 6459:2016, pesou-se a outra metade da amostra, misturou-se com água destilada e foi feita a homogeneização do material. O produto homogeneizado foi transferido para a concha e dividido ao meio com espessura de 10 mm, com o auxílio de um cinzel, ilustrada na Figura 21. Procedeu-se com a realização do ensaio, computando o número de golpes com o qual a ranhura fechou ao longo de 13 mm do seu comprimento e determinando a umidade da amostra, a metodologia foi repetida mais quatro vezes, adicionando-se água destilada gradativamente, de modo a se obter o gráfico para a determinação do limite de liquidez.

Figura 21 – Ensaio de Limite de liquidez



Fonte: Acervo pessoal (2019).

O índice de plasticidade foi determinado através da diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade.

4.8 COMPACTAÇÃO

Para o ensaio de compactação foram seguidas as diretrizes da ABNT NBR 7182:2016. Fixou-se o molde cilíndrico à sua base com o disco espaçador e fez-se o acoplamento do colarinho. Colocou-se uma folha de papel filtro sobre o espaçador para evitar a aderência do solo compactado ao mesmo, na bandeja metálica adicionou-se água destilada à amostra de solo com auxílio da proveta de vidro, revolvendo-o até se atingir a incorporação da água ao material seco chegando em torno de 5% abaixo da ótima presumível.

Com a amostra completamente homogeneizada, pôde-se compactar a amostra no molde cilíndrico, compactando com o auxílio de um soquete de 4,536 kg a amostra em 5 camadas iguais aplicando 12 golpes de uma altura de 0,457 m, distribuídos uniformemente. Em seguida removeu-se o colarinho e a base, rasando a superfície do material com o auxílio de uma régua biselada à altura do molde, logo após pesou-se o conjunto cilindro + solo úmido compactado. E por último com o auxílio do extrator retirou-se a amostra do molde, partindo-o ao meio e coletou uma pequena quantidade para a determinação da umidade, etapas representadas na Figura 22.

Figura 22 – Compactação da amostra no molde cilíndrico



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Desmanchou-se o material compactado com o auxílio da desempenadeira e da espátula até que ele passasse pela peneira de 4,8 mm, misturando-o em seguida ao restante da amostra inicial, adicionou-se 2% de água à amostra da massa original de solo, em peso, em seguida homogeneizou a amostra. Repetiu-se o processo por mais quatro vezes para caracterizar a curva de compactação.

4.9 ENSAIO DE ISC

Para o ensaio de ISC foram seguidas as diretrizes da ABNT NBR 9895:2016. Fixou-se o molde cilíndrico à sua base com o disco espaçador e acoplou-se o colarinho, colocou-se uma folha de papel filtro sobre o espaçador para evitar a aderência do solo compactado ao mesmo, na bandeja metálica adicionou-se água destilada à amostra de solo com auxílio da proveta de vidro, revolvendo-o até se atingir a incorporação da água ao material seco chegando a umidade ótima prevista no ensaio de compactação.

Com a amostra completamente homogeneizada pode-se compactar a amostra no molde cilíndrico, compactando com o auxílio de um soquete de 4,536 kg a amostra em 5 camadas iguais aplicando 12 golpes de uma altura de 0,457 m, distribuídos uniformemente, Figura 23.

Para a determinação da umidade foram coletadas 3 amostras da porção de solo remanescente na bandeja, retirada imediatamente após a compactação da segunda camada.

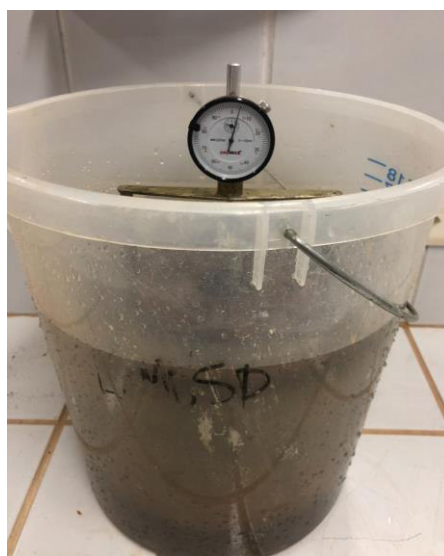
Figura 23 – Compactação do ISC



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Após a compactação do molde cilíndrico, retirou-se o disco espaçador, pesou-se o corpo de prova, inverteu-se o molde e fixou-o no prato base perfurado, no espaço deixado pelo disco espaçador. Foi colocado o prato perfurado com a haste de expansão e sobre ele dois discos anelares e acoplou-se o deflectômetro na borda superior do cilindro. Anotou-se a leitura inicial e imergiu-se o corpo de prova em água (Figura 24), por 4 dias, e foram realizadas a leitura do relógio de 24 em 24 horas.

Figura 24 – Corpo de prova imerso em água



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Após o período de 96 horas o corpo de prova foi retirado da imersão e ficou escoando por 15 minutos e colocou-se no topo do corpo de prova a mesma sobrecarga da expansão para

realizar a penetração. Colocou-se o conjunto na prensa (Figura 25) e procedeu-se o assentamento do pistão de penetração no solo, aplicando uma carga de 45 N controlada pelo deslocamento do ponteiro do relógio comparador (deflectômetro) do anel dinamométrico. Zerou-se o relógio comparador do anel dinamométrico e o que mede a penetração no solo. Acionou-se a manivela da prensa com a velocidade de 1,27 mm/min e, as leituras consideradas no relógio comparador do anel em função da penetração do pistão no solo no tempo especificado para o ensaio.

Figura 25 – Leitura da penetração no Solo



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV

As manifestações patológicas são originadas por falhas que incidem durante a realização de uma ou mais das atividades do processo da construção civil, no Quadro 3 pode-se observar os problemas patológicos observados na Central de aulas IV, acompanhados da descrição por inspeção, as manifestações detectadas e, as possíveis causas.

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
1		Manchas nas paredes	Bolor/Mofo nas paredes	1. Umidade excessiva decorrente da infiltração das chuvas, propiciando o desenvolvimento do Bolor.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
2		Manchas nas vigas	Bolor/Mofo nas vigas	1. Falta de impermeabilização das lajes. 2. Umidade excessiva decorrente da infiltração das chuvas, propiciando o desenvolvimento do Bolor.
3		Manchas nas vigas	Eflorescência nas vigas	1. A presença de água decorrente da falta de impermeabilização na laje que acaba infiltrando na viga. 2. Sais solúveis presentes nos materiais constituintes do concreto.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
4		Manchas na laje	Infiltração nas lajes	1. Falta de impermeabilização na laje. 2. Telhas quebradas no telhado, caimento inadequado. 3. Sais solúveis presentes nos materiais constituintes do concreto.
5		Manchas na parede	Infiltração nas paredes	1. Água que escoia da laje e atinge as paredes.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
6		Pintura se desprendendo	Descascamento da Pintura	1. Aplicação de tinta com baixa resistência à álcalis sobre substrato úmido e alcalino, causando a perda de aderência.
7		Ausência de argamassa em alguns pontos do pilar	Desagregação da Argamassa	1. Emprego de materiais com alto teor de finos. 2. Traço inadequado. 3. Umidade decorrente da água lançada da laje.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
8		Água escoando	Infiltração na fundação.	1. Umidade proveniente da vegetação. 2. Umidade proveniente da água dos aparelhos de ar-condicionado que escoam direto para as fundações.
9		Linha horizontal na calçada	Fissura Horizontal	1. Adensamento provocado pelas raízes das árvores no solo. 2. Falta de junta de concretagem, visto o volume de concreto elevado usado na calçada.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

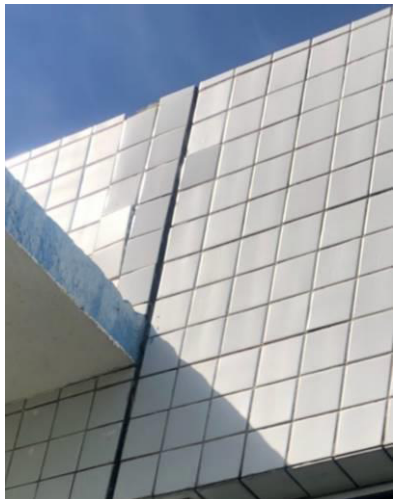
(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
10		Falhas na juntas	Fissuração nas juntas	1. Uso de material inadequado (rígido) para preenchimento das juntas.
11		Separação da calçada da parede	Brecha vertical	1. A presença de uma raiz de árvore ao lado da calçada, pode ter influenciado de forma física, causando essa brecha.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
12		Cerâmicas prestes a cair	Desplacamento das cerâmicas	1. Possivelmente não houve aplicação de nenhum selante, favorecendo a infiltração de água pela junta, atingindo o emboço e causando prejuízos na aderência das placas cerâmicas. 2. Movimentações térmicas.
13		Danos nas cerâmicas	Fissuras a 45° nas cerâmicas	1. Movimentações térmicas. 2. Deformação estrutural excessiva. 3. Recalque Diferencial.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
14		Abertura no encontro do piso com a parede	Trincas no piso	1. Falha na compactação do aterro. 2. Uso de material inadequado. 3. Raízes de árvores próximas as fundações.
15		Rebaixamento do piso interno	Recalque no piso	1. Falha na compactação do aterro. 2. Uso de material inadequado. 3. Raízes de árvores próximas as fundações. 4. Recalque diferencial no prédio.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
16		Rebaixamento da calçada	Recalque na calçada	1. Falha na compactação do aterro. 2. Uso de material inapropriado. 3. Raízes de árvores próximas as fundações.
17		Cisalhamento nas vigas	Fissuras verticais nas vigas	1. Deficientemente armadas ao cisalhamento. 2. Insuficiência ou mau posicionamento dos estribos. 3. Ação de sobrecargas não previstas.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Continuação)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
18		Aberturas nas paredes	Fissuras a 45°	1. Dimensionamento inadequado das fundações. 2. Recalque diferencial do prédio causado pelas raízes de árvores próximas as fundações.
19		Aberturas nas paredes	Trincas a 45°	1. Dimensionamento inadequado das fundações. 2. Recalque diferencial do prédio causado pelas raízes de árvores próximos as fundações.

(Continua)

Quadro 3 – Manifestações Patológicas encontradas na Central de aulas IV

(Conclusão)

Item	Problema Patológico	Descrição por inspeção	Manifestações detectadas	Possíveis Causas
20		Aberturas nas paredes	Rachaduras a 45°	1. Dimensionamento inadequado das fundações. 2. Recalque diferencial do prédio causado pelas raízes de árvores próximas as fundações.
21		Aberturas nas paredes	Fendas a 45°	1. Dimensionamento inadequado das fundações. 2. Recalque diferencial do prédio causado pelas raízes de árvores próximas as fundações.

Fonte: Autoria Própria (2019).

5.1.1 Mapeamento das Manifestações Patológicas

A ocorrência das manifestações patológicas pode ser observada na Figura 26, cujo o mapeamento correspondente das mesmas encontra-se no Apêndice A.

Figura 26 – Ocorrência das Manifestações Patológicas

Manifestação patológica	AMBIENTE																			
	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4	Sala 5	Sala 6	Sala 7	Sala 8	Sala 9	Sala 10	Sala 11	Sala 12	BWC F Acessi.	BWC Fem.	BWC M Acessi.	BWC Mas.	Parte Ext. Frente	Parte Ext. Atrás	Corredores	Hall de Entrada
Infiltração na laje																				
Infiltração na viga																				
Infiltração na parede																				
Fissuras a 45° nas cerâmicas																				
Deslocamento de cerâmicas																				
Recalque no piso																				
Fissuras no piso																				
Fissuras a 45° nas paredes																				
Trincas a 45° nas paredes																				
Rachaduras nas paredes																				
Fendas																				
Brechas																				
Desagregação da pintura																				
Bolor																				
Fissuras verticais em vigas																				

Legenda:

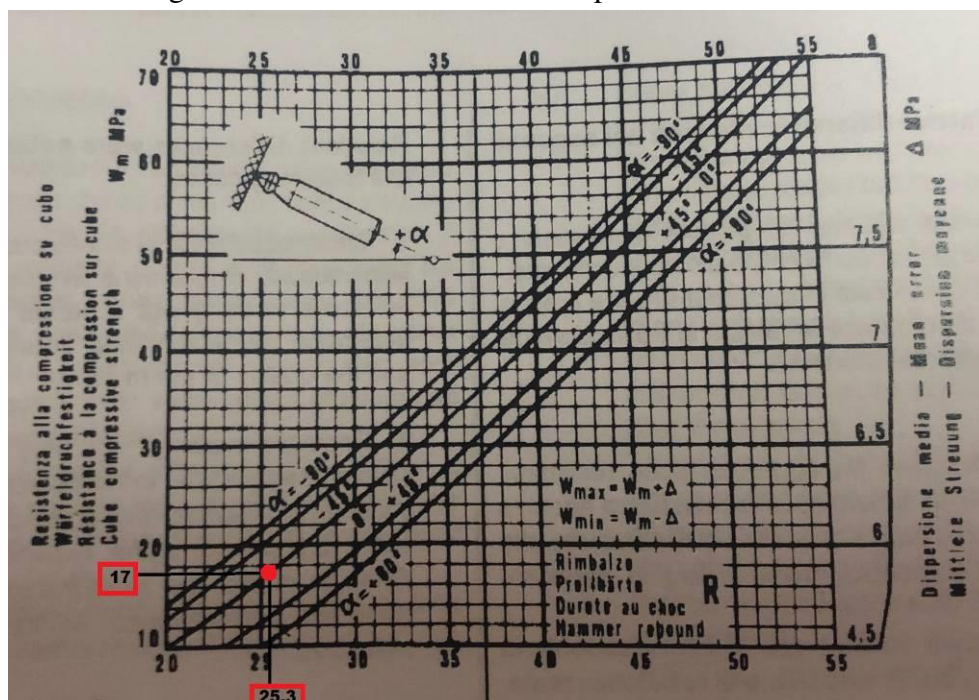
Ocorrência	Cor
Nenhuma vez	
1 vez	
2 vezes	
3 vezes	
4 vezes	
Mais de 4 vezes	

Fonte: Autoria Própria (2019).

5.2 ENSAIO DE ESCLEROMETRIA

Com o valor médio do índice esclerométrico final, obtido da área de ensaio e com o auxílio da curva padrão do fabricante do esclerômetro, pôde-se avaliar a resistência característica a compressão do concreto (f_{ck}) superficial utilizado no pilar do estudo, resultando em um valor de 17 MPa, representado na Figura 27.

Figura 27 – Resultado da dureza superficial do concreto



Fonte: Adaptado pela autora (2019)

Um valor razoável, visto que em 2009, ano de entrega do prédio, a norma vigente utilizada para os Projetos de Estruturas de Concreto, ABNT NBR 6118: 2007, exigia um f_{ck} do concreto com no mínimo 15 MPa para a classe de agressividade ao qual o meio está exposto, então sendo maior que o valor mínimo permitido. A inexistência de memorial descritivo impede-nos de saber o f_{ck} pretendido no dimensionamento.

5.3 ENSAIO DE ULTRASSOM NO CONCRETO

Com o ensaio de ultrassom foi possível determinar a velocidade de propagação de onda ultrassônica para relacionar com a qualidade do concreto, de acordo com o estudo de Whitehurst (1966) e Rincon *et al* (1998) *apud* Medeiros (2007). Eles compararam a

velocidade de propagação da onda com a qualidade do concreto e, classificaram como está disposto no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação relacionando velocidade à qualidade do concreto

Velocidade da Onda Ultra-sônica (m/s)	Qualidade do Concreto
$V > 4500$	EXCELENTE
$3500 < V < 4500$	ÓTIMO
$3000 < V < 3500$	BOM
$2000 < V < 3000$	REGULAR
$V < 2000$	RUIM

Fonte: Whitehurst (1966) e Rincon *et al* (1998) *apud* Medeiros (2007).

Comparando esses valores com os obtidos em ensaio, chegamos aos resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Velocidade de Propagação das Ondas

Pontos	Tempo (μ s)	Distância (m)	Velocidade (m/s)	Classificação
4	42,90	0,18	4195,80	Ótimo
5	35,40	0,13	3672,32	Ótimo
7	102,90	0,18	1749,27	Ruim
8	48,90	0,13	2658,49	Regular

Fonte: Autoria Própria (2019)

É possível que exista uma fissura no ponto 7, visto que existe a raiz de uma árvore na frente do pilar, que pode estar interferindo de forma física na sua integridade. Nos outros pontos pode-se observar um concreto com qualidade regular a ótima.

5.4 SONDAGEM SPT

Conforme estudo e análise de solo, percebeu-se que o solo encontrado nas sondagens apresentam grande resistência a penetração, pois foi utilizado todos os métodos previstos na NBR e não houve avanço na perfuração.

Na sondagem SPT-01 foi encontrada pouca variação nas amostras coletadas, observado no Anexo A, pois o solo retirado da perfuração foi classificado por ensaio tátil-visual basicamente como argila arenosiltosa friável, que varia entre rijá a dura, cor vermelha,

com presença de detrito de rocha calcária e pequenos seixos. A sondagem chegou ao seu limite impenetrável, 1,2 metros, até esta profundidade a perfuração foi a seco e por circulação de fluidos com revestimento, as camadas podem ser observadas no perfil geológico.

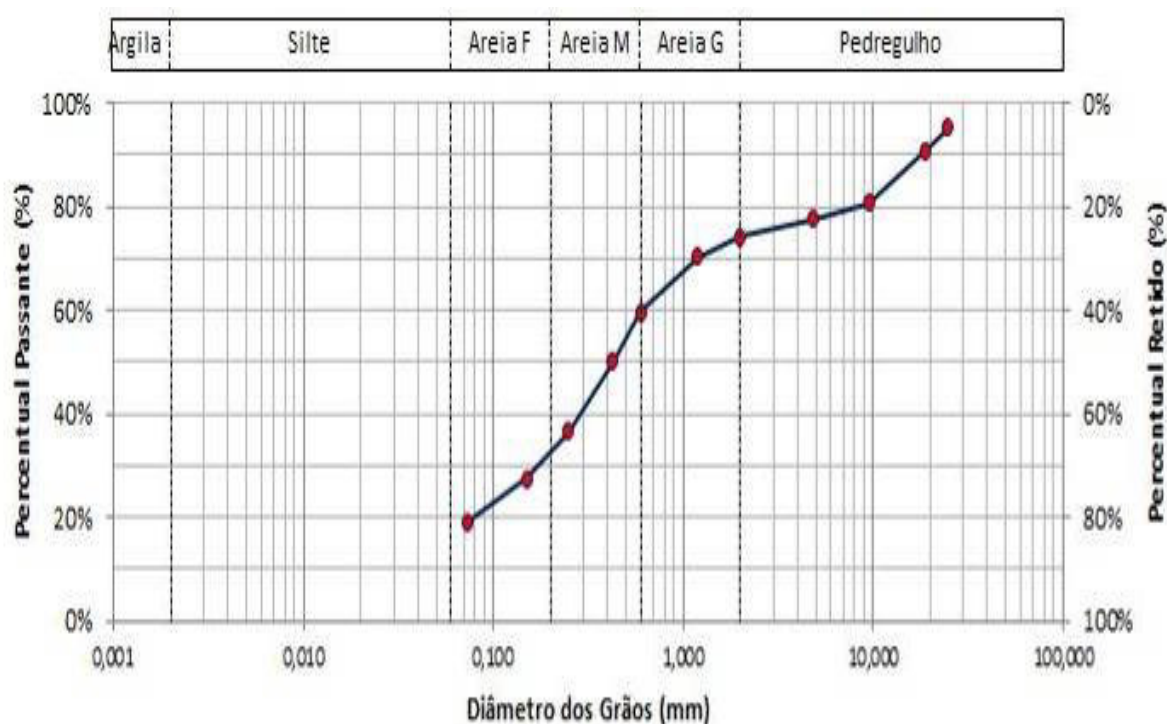
A sondagem SPT-02, apresentou as mesmas características da anterior, observado no Anexo B, conforme recomendação normativa houve mais duas tentativas de perfuração ao lado de cada sondagem (SPT-01 e SPT-02), porém as características do solo encontrado foram as mesmas das sondagens anteriores.

5.5 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A causa mais frequente para o surgimento de problemas em fundações é o desconhecimento do subsolo, seja pela inexistência de investigação, ou pelo fato dessa ser feita de forma inadequada ou insuficiente.

Na Figura 28 verifica-se a distribuição granulométrica da amostra de solo que foi utilizada no aterro da edificação.

Figura 28 – Curva Granulométrica



Fonte: Autoria Própria (2019)

O resumo da curva granulométrica pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo da curva granulométrica

Tamanho	Classificação	Porcentagem de Material
>2,0mm	Pedregulho	25,72%
0,6 - 2mm	Areia Grossa	14,45%
0,02 - 0,6mm	Areia Média	29,33%
0,06 - 0,02mm	Areia Fina	14,91%
0,002- 0,06mm	Silte	15,33%
<0,002mm	Argila	0,26%

Fonte: Autoria Própria (2019).

Observou-se que o material é composto principalmente por pedregulhos e areia média que juntos somam mais de 50% do material. Em seguida, em proporções próximas, tem-se areia grossa, areia fina e silte e a porcentagem de material fino (argila) é extremamente pequena. Logo, tem-se que o material analisado trata-se de um material com granulometria grossa.

5.6 LIMITES DE CONSISTÊNCIA

Na Tabela 5 encontram-se os resultados dos limites de consistência da amostra de solo analisada.

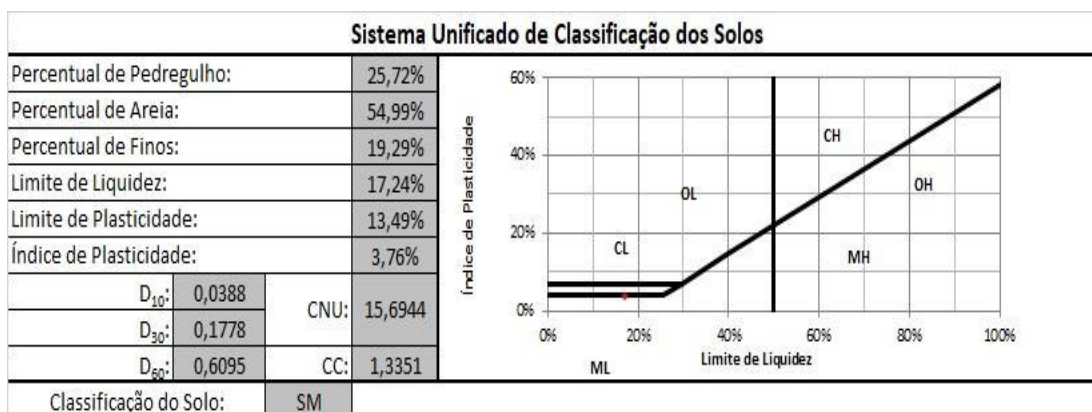
Tabela 5 – Classificação de acordo com os limites de consistência

Amostra	LL	LP	IP	Classificação
Solo utilizado no aterro	17,24%	13,49%	3,76%	Fracamente plásticos

Fonte: Autoria Própria (2019).

Com os dados obtidos na análise granulométrica e os limites de Atterberg é possível classificar o solo, para que seja possível estimar o provável comportamento dele, assim permitindo a adequada análise dos problemas. Na Figura 29, pode-se observar a classificação do solo pelo sistema unificado de classificação dos solos.

Figura 29 – Classificação dos Solos



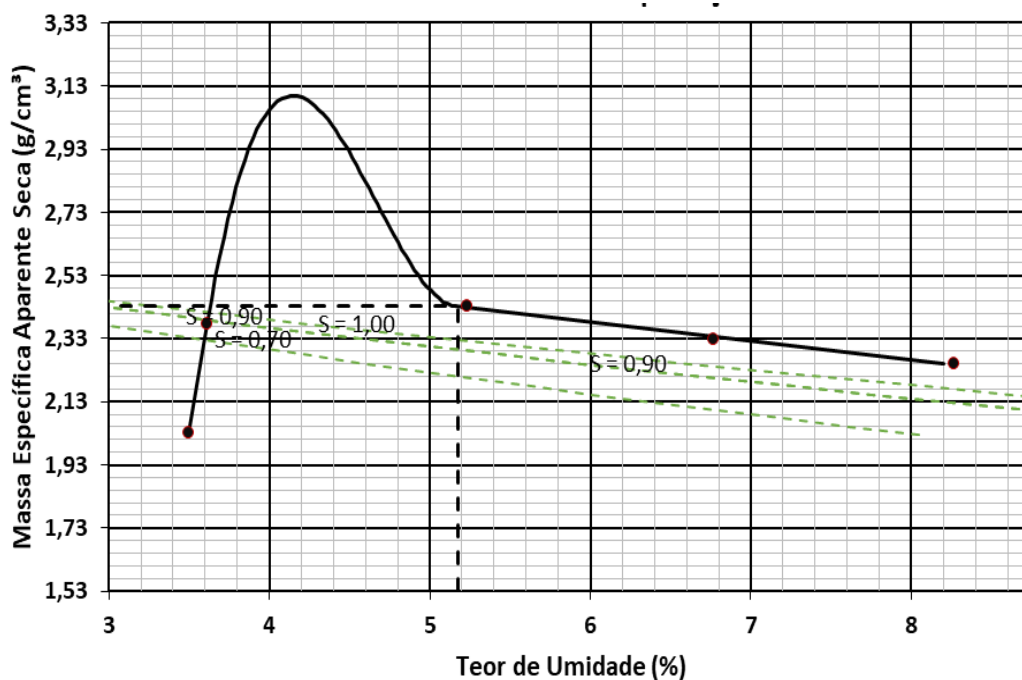
Fonte: Autoria Própria (2019).

A classificação foi um solo SM (*S-Sand* (Areia), *M – Mo* (Silte)), Areia argilo-siltosa. É um solo que apresenta finos pouco plásticos.

5.7 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Com a curva de compactação, observada na Figura 30, pôde-se determinar o teor de umidade ótima e a massa específica aparente seca do solo.

Figura 30 – Curva de Compactação



Fonte: Autoria Própria (2019).

O teor de umidade ótima do solo foi 5,27%, a massa específica aparente seca 2,43 g/cm³, esses dados foram usados para o ensaio de ISC.

5.8 ENSAIO DE ISC

O resultado da expansão do solo pode ser observada na Tabela 6, após 96h imerso o solo utilizado no aterro para fundação apresentou 1,40% de expansão.

Tabela 6 – Expansão do Solo

Data:	Hora:	Leitura do relógio (mm):	Altura inicial do corpo de prova (mm):	Expansão (%):
08/03/2019	15:00	0,000	11,40	0,00
09/03/2019	15:00	0,145		1,27
10/03/2019	15:00	0,150		1,32
11/03/2019	15:00	0,155		1,36
12/03/2019	15:00	0,160		1,40

Fonte: Autoria Própria (2019).

O índice de resistência a penetração do solo foi de 2,66%, podendo ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 – Índice de Suporte Califórnia

Penetração (mm)	Pressão (MPa)			ISC (%)
	Calculada	Corrigida	Padrão	
2,54	0,176	0,183	6,90	2,66
5,08	0,240	0,276	10,35	2,66

Fonte: Autoria Própria (2019).

Inicialmente se imaginava que um dos motivos do recalque diferencial seria a expansão do solo, porém a expansão e o índice de resistência a penetração foram considerados aceitáveis, divergindo do que se pensava inicialmente, isso reitera a importância do estudo do solo. Pode-se notar uma diferença na resistência a penetração do solo nos ensaios de SPT e ISC, se dá pelo solo ser um material de aterro e possuir muitos seixos rolados, dificultando a penetração no solo no ensaio de SPT diferindo do ensaio de ISC.

Ocorreram recalques ou expansões progressivas, causados pela vegetação. Tratando-se de um solo classificado como areia argilo-siltosa, as raízes podem ter causado o adensamento do solo, bem como influenciando de forma física, assim resultando em um movimento

vertical no sentido de levantar a fundação, causando o aparecimento das fissuras, desaprumos, piso afundado.

5.9 PRIORIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS NA CENTRAL DE AULAS IV

Foram classificadas as manifestações patológicas identificadas e analisadas no estudo, sendo priorizadas de acordo com as variáveis da Metodologia da Matriz GUT representadas na Tabela 8, de acordo com os parâmetros do item 3.4.1 deste trabalho.

Tabela 8 – Tabela de Priorização aplicando a Matriz GUT

Problema Patológico	Diagnóstico	G	U	T	GUT	Grau de priorização
Manifestação 1	Bolor/Mofo nas paredes	1	2	2	4	18°
Manifestação 2	Bolor/Mofo nas vigas	2	2	2	8	16°
Manifestação 3	Eflorescência nas vigas	2	3	4	24	6°
Manifestação 4	Eflorescência nas lajes	2	3	4	24	7°
Manifestação 5	Infiltração nas paredes	2	1	2	4	21°
Manifestação 6	Descascamento da pintura	2	1	2	4	19°
Manifestação 7	Desagregação da argamassa	2	3	3	18	9°
Manifestação 8	Bolor/Mofo nas calçadas	3	4	5	60	4°

(Continua)

Tabela 8 – Tabela de Priorização aplicando a Matriz GUT

					(Conclusão)	
Problema Patológico	Diagnóstico	G	U	T	GUT	Grau de priorização
Manifestação 9	Fissura Horizontal	2	1	2	4	20°
Manifestação 10	Fissuração na junta estrutural	4	1	1	4	17°
Manifestação 11	Brecha vertical	2	3	3	18	10°
Manifestação 12	Desplacamento das cerâmicas	3	2	3	18	8°
Manifestação 13	Fissuras a 45° nas cerâmicas	2	2	3	12	11°
Manifestação 14	Trincas no piso	2	2	3	12	13°
Manifestação 15	Recalque do piso	2	2	2	8	14°
Manifestação 16	Recalque da calçada	2	2	2	8	15°
Manifestação 17	Fissuras verticais nas vigas	4	4	5	80	2°
Manifestação 18	Fissuras a 45° nas paredes	2	2	3	12	12°
Manifestação 19	Trincas a 45° nas paredes	3	3	4	36	5°
Manifestação 20	Rachaduras a 45° nas paredes	4	4	4	64	3°
Manifestação 21	Fendas a 45° nas paredes	4	5	4	80	1°

Fonte: Autoria Própria (2019).

Os produtos obtidos através da aplicação do método expressam a análise da problemática de cada manifestação, resultando em uma ordem de priorização, como algumas manifestações tiveram o mesmo número GUT, foi preciso uma tomada de decisão, então a critério da autora, pode-se observar no Quadro 5, a ordem da priorização seguido da terapêutica indicada.

Quadro 5 – Resultado da Priorização

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 21	Fendas a 45° nas paredes	80	1°	1. Como não foi analisado se as aberturas são ativas ou passivas, do ponto de vista de recuperação é recomendável considerá-las ativas. 2. Outro ponto que irá servir para todas as outras aberturas é sanar a causa, que no caso é o recalque diferencial, uma sugestão seria fazer o reforço de fundação com estacas mega de concreto, que na prática é a solução utilizada em mais de 90% dos casos de reforço de fundação, pela sua praticidade, disponibilidade e excelente relação custo-benefício. 3. Deve-se remover a argamassa da parede até chegar no tijolo em uma faixa de 25 cm de cada lado da fenda (50 cm no total). Fazer um sulco na região da abertura de pelo menos 0,5 cm de profundidade. Preencher com selante elástico de baixo módulo de elasticidade. Deixar secar. Molhar a região e fixar uma tela eletro soldada (fio de 1 mm) ou tela plana na região de forma centralizada (a fixação pode ser feita com pinos ou chapisco). Aplicar argamassa polimérica semirrígida. Esperar curar. Aplicar, sobre a massa, manta poliéster. Fazer o acabamento com massa acrílica e tinta acrílica (nunca utilizar PVA em reparo de aberturas).

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 17	Fissuras verticais nas vigas	80	2°	1. Recomenda-se que se faça o projeto estrutural para verificar como a estrutura está sendo solicitada. 2. A vigas devem ser reforçadas ao esforço cortante, a indicação é o reforço com fibra de carbono, mas podem ser reforçadas por outros meios. 3. O reforço das estruturas de concreto armado com fibra de carbono serve para absorver as tensões tangenciais (de cisalhamento) decorrente dos esforços cortantes.
Manifestação 20	Rachaduras a 45° nas paredes	64	3°	1. Deve-se remover a argamassa da parede até chegar no tijolo em uma faixa de 25 cm de cada lado da rachadura (50 cm no total). Fazer um sulco na região da abertura de pelo menos 0,5 cm de profundidade. Preencher com selante elástico de baixo módulo. Deixar secar. Molhar a região e fixar uma tela eletro soldada (fio de 1 mm) ou tela plana na região de forma centralizada (a fixação pode ser feita com pinos ou chapisco); 2. Aplicar argamassa polimérica semirrígida. Esperar curar. Aplicar, sobre a massa, manta poliéster. Fazer o acabamento com massa acrílica e tinta acrílica (nunca utilizar PVA em reparo de aberturas).
Manifestação 8	Infiltração no solo de fundação	60	4°	1. Remanejamento da água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado e lavagem de pisos, para não infiltrarem no solo.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 19	Trincas a 45° nas paredes	36	5°	1. Escarear a parede na largura da tela selante, aprofundando cerca de 2 mm; 2. Fazer um sulco na região da trinca, limpar a região com pano úmido e esperar secar; 3. Aplicar o mástique no sulco da trinca e deixar secar. Aplicar a tela selante, observando que a região que não possui cola deve ficar sobre a trinca, permitindo sua movimentação; 4. Posteriormente preencher a canaleta de 2 mm com mástique ou massa acrílica. Lixar e pintar.
Manifestação 3	Eflorescência nas vigas	24	6°	1. Trocar as telhas quebradas; 2. Realizar a impermeabilização da laje com uma membrana líquida de silicone ou outro impermeabilizante compatível; 3. Para remover eflorescências, escovar a superfície com escova de cerdas de aço e proceder a limpeza com solução de não corrosiva; 4. Em seguida limpar bem a superfície para remover todos os resíduos e deixar secar; 5. Fazer o lixamento, limpeza do pó, se preciso aplicar o revestimento de proteção e então pintar.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 4	Eflorescência nas lajes	24	7°	1. Trocar as telhas quebradas; 2. Realizar a impermeabilização da laje com uma membrana líquida de silicone ou outro impermeabilizante compatível; 3. Para remover eflorescências, escovar a superfície com escova de cerdas de aço e proceder a limpeza com solução de não corrosiva; 4. Em seguida limpar bem a superfície para remover todos os resíduos e deixar secar; 5. Fazer o lixamento, limpeza do pó, se preciso aplicar o revestimento de proteção e então pintar.
Manifestação 12	Desplacamento das cerâmicas	18	8°	1. Deve-se remover o revestimento cerâmico comprometido, limpar bem a superfície, removendo-se sujeiras, pulverulências; 2. Verificar o estado do emboço onde será reassentada a cerâmica, fazendo-se o teste do bate-choco. Se forem identificadas áreas com som cavo, remover o emboço nesses locais, reexecutar o emboço, onde necessário; 3. A regularização do emboço deve ser feita com argamassa colante (a mesma usada para assentamento da cerâmica). A espessura dessa camada de regularização não deve exceder a 10 mm; 4. Fazer o reassentamento das placas cerâmicas.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 7	Desagregação da argamassa	18	9°	1. Remover a argamassa afetada; 2. Renovação da camada de chapisco, emboço e reboco; 3. Impermeabilização; 4. Pintura.
Manifestação 11	Brecha vertical	18	10°	1. Retirada das raízes de árvores; 2. Reforço da fundação; 3. Quebrar em Z, colocar barras de aço e completar com concreto.
Manifestação 13	Fissuras a 45° nas cerâmicas	12	11°	1. Deve-se remover o revestimento cerâmico comprometido, verificar se existem fissuras no emboço, se existir, tratar as fissuras de forma adequada e fazer o reassentamento das placas cerâmicas.
Manifestação 18	Fissuras a 45° nas paredes	12	12°	1. Fazer uma fenda local na fissura com uma espátula, em uma faixa de 3 cm em seu entorno. A abertura pode ser feita também com uma escova de aço; 2. Depois disso, colocar a massa acrílica na fenda, lixar e pintar com tinta acrílica; 3. Não se deve utilizar massa ou tinta PVA pois estas são rígidas, podendo causar o surgimento de novas fissuras nas extremidades do reparo.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 14	Trincas no piso	12	13°	1. Regularização das trincas e fraturas com uma argamassa corretiva.
Manifestação 15	Recalque do piso	8	14°	1. Preenchimento com geopolímero, são feitas perfurações, com diâmetro inferior a 3cm, são executadas onde foram verificados os vazios ou solo de baixa capacidade de suporte. As perfurações executadas para introdução das diminutas tubulações de cobre permitem direcionar a resina diretamente no solo a ser tratado; 2. O levantamento da edificação indica que o Geopolímero preencheu todos os espaços vazios e enrijeceu suficientemente o solo; 3. O renivelamento de afundamentos é realizado sem interferências, nem a interrupção das atividades. 4. Após isso pode ser feita a regularização onde necessário com argamassa corretiva.
Manifestação 16	Recalque da calçada	8	15°	1. Após a estabilização da fundação, regularizar com uma argamassa corretiva ou preencher com geopolímero.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Continuação)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 2	Bolor/Mofo nas vigas	8	16°	1. Para remover bolor e fungos, pode-se escovar a superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico (30g de Na_3PO_4 em 1 litro de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo); 2. Em seguida limpar bem a superfície para remover todos os resíduos de cloro e deixar secar; 3. Fazer o lixamento, limpeza do pó e reaplicar a pintura de acabamento; 4. Utilizar tinta látex acrílica anti-mofo.
Manifestação 10	Fissuração na junta estrutural	4	17°	1. Como ela não está tendo sua real função, deve-se no mínimo aplicar um selante na junta que está aberta e possibilita a infiltração de água pela mesma, atingindo o emboço e causando prejuízos na aderência das placas cerâmicas.
Manifestação 1	Bolor/Mofo nas paredes	4	18°	1. Para remover bolor e fungos, pode-se escovar a superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico (30g de Na_3PO_4 em 1 litro de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo); 2. Em seguida limpar bem a superfície para remover todos os resíduos de cloro e deixar secar; 3. Fazer o lixamento, limpeza do pó e reaplicar a pintura de acabamento; 4. Utilizar tinta látex acrílica anti-mofo.

(Continua)

Quadro 3 – Resultado da Priorização

(Conclusão)

Problema Patológico	Diagnóstico	GUT	Grau de Priorização	Terapêutica Indicada
Manifestação 6	Descascamento da pintura	4	19°	1. É sugerida nesta circunstância, que seja raspada e escovada a superfície até que remova todas as partes defeituosas e prováveis de apresentarem a mesma patologia, tomando-se assim ao mesmo tempo, medidas corretivas e preventivas, evitando futuros custos; 2. Em seguida, é necessário aplicar uma demão preparadora para que seja aplicada a tinta de acabamento, e a vida útil da mesma seja restabelecida; 3. A umidade superficial pode reduzir a aderência de muitas pinturas e, portanto, é conveniente que, as superfícies estejam secas.
Manifestação 9	Fissura Horizontal	4	20°	1. Retificar a fissura ao máximo através da utilização de um disco de desgaste; 2. Aplicar um selante acrílico flexível.
Manifestação 5	Infiltração nas paredes	4	21°	1. Como a infiltração das paredes vem da laje, então deve-se trocar as telhas quebradas; 2. Impermeabilizar a laje; 3. Deixar secar, limpar bem a superfície para remover todos os resíduos e, então pintar.

Fonte: Autoria Própria (2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das manifestações patológicas identificadas na central de aulas IV da UFERSA, campus Mossoró, são relacionadas a umidade e recalque diferencial, repetindo-se por todo o prédio.

O fato da edificação não possuir impermeabilização na laje e ter muitas telhas quebradas, caimento inadequado, resulta em vários problemas patológicos decorrente de umidade como foi apresentado no estudo.

Os ensaios realizados e seus respectivos resultados foram de extrema importância no diagnóstico das manifestações patológicas, principalmente no que diz respeito às fissuras, trincas e, rachaduras a 45°.

Pelo fato das fundações não ficarem expostas e conseqüentemente não serem acessíveis a revisões periódicas, os defeitos patológicos não costumam ser detectados com facilidade, então o resultado dos ensaios serviram para interpretar o comportamento do solo utilizado para o aterro da fundação.

Tratando-se de um solo classificado como areia argilo-siltosa, as raízes e a água que é lançada proveniente dos aparelhos de ar-condicionado na fundação podem ter causado o seu adensamento, as raízes ainda podem influenciar de forma física na integridade dos pilares e fundações, assim causando o aparecimento das fissuras, desaprumos, piso afundado. Chegando a consideração que as raízes de árvores que estão próximas as fundações podem ter contribuído para o recalque diferencial do prédio.

Em relação a utilização do Método GUT para o estabelecimento da ordem de prioridade de resolução entre os problemas encontrados, foi comprovado a sua aplicabilidade individual na área de estudo, visto que tornou-se possível realizar a hierarquização de riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas.

Apesar de alguns graus de priorização ter abrangido mais de uma manifestação patológica, coube a autora notar se apresentavam semelhanças em seus diagnósticos, causas e, até mesmo, no nível de deterioração do elementos, e assim decidir qual manifestação teria a prioridade.

Recomenda-se a formação de uma equipe técnica para reparar, garantir e prolongar o desempenho, funcionalidade e vida útil do prédio, podendo ser embasada na metodologia aplicada neste trabalho. Bem como a realização de programas de manutenção eficazes para os edifícios que compõem a infraestrutura da Universidade.

Esse estudo corrobora também com a visão da pesquisa de Iantas (2010), consolidando a necessidade de intervenção das manifestações patológicas encontradas, visto que elas podem ser agravadas pela manutenção inadequada da edificação.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a consciência que o objeto de estudo e todos os seus aspectos não foram esgotados neste trabalho, sugerem-se as seguintes abordagens para estudos futuros:

- Avaliar esta edificação com o auxílio de outros métodos de priorização e compará-los com a Metodologia da Matriz GUT, sugerindo um plano de execução para o método mais eficiente;
- Executar a aplicação da Metodologia da Matriz GUT através de um grupo de especialistas da área, para que haja em suas avaliações um aprimoramento nos valores, visto que seriam obtidos por um consenso entre profissionais experientes;
- Analisar a atividade das fissuras e classifica-las em ativas e passivas;
- Analisar qual a melhor opção para o reforço da fundação, levando em consideração o custo-benefício;
- Como complemento ao que estudado, executar os projetos arquitetônico e complementares, como o intuito de analisar a estrutura da Central de Aulas IV através de modelagem computacional, para obtenção de dados estruturais importantes, como comportamento dos elementos (vigas, pilares, lajes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: Abnt, 2012. 25 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de Concreto. Emd 1. Rio de Janeiro: Abnt, 2007. 221 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 12 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 5 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2001. 17 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 3 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 16 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: Solo - Ensaio de compactação. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 9 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584**: Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio. Rio de Janeiro: Abnt, 2012. 10 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8802**: Concreto Endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 8 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**: Solo - Índice de suporte Califórnia (ISC) - Método de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2016. 14 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: Abnt, 2013. 71 p.

ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-001A/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2010, 178p.

BELTRAME, F. R.; LOH, K. **Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas: boas práticas**. Série Recomendações Técnicas Habitare. Porto Alegre: ANTAC, v. 5, 2009, 64p.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2008, 245p.

CARMONA, T. G. **Modelos de previsão da despasseiração das armaduras estruturas de concretos sujeitas à carbonatação**. Tese de M. Sc. USP, 2005.

CASCUDO, Oswaldo. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo: Pini, 1997. 237 p.

CORREA, Sonia Maria Barros. **Probabilidade e Estatística**. 2003. 2º Ed. 116 p. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais Belo Horizonte, 2003.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1. 1988, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: UFSC, 1988. p. 157-170.

COSTA, Anderson dos Santos; ZANCAN, Evelise Chemale. **INSPEÇÃO PREDIAL: ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL, CRICIÚMA - SC**. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012. 17 p. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/1534.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

FRANCO, Vanessa Naiara Censi; NIEDERMEYER, Francieli Maiara. **Manifestações Patológicas Geradas por Recalque de Fundações**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 01. pp 194-214, Outubro de 2017. ISSN:2448-0959

FÁVERI, R. de; SILVA, A. da. **Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos**. Revista ordem pública e defesa social, Santa Catarina, v.9, n.1, jan./jun. 2016.

FERREIRA, Ivanilda Agostinho *et al* (Ed.). UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS GERENCIAS NA AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLES DE RISCOS NO TRABALHO: ESTUDO DE CASO EM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB. In: CAVALCANTI, Adriana Costa *et al*. **TÓPICOS EM ADMINISTRAÇÃO**. Belo Horizonte: Poisson, 2018. p. 1-247. Disponível em: <https://poisson.com.br/2018/produto/topicos-em-administracao-volume-8/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

FIGUEIREDO, Enio Pazini. **Efeitos da carbonatação e de cloretos no concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 2, cap. 27, p. 828- 855. ISBN 85- 98576- 04- 2.

GOMES, L. **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Revista FAE. [S.I.] 2006. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/427/323>. Acessado em: 09 fev. 2019.

HELENE, P. R. L. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

HELENE, Paulo & Pereira, Fernanda (Ed.). **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto**. Bogotá, Colombia, SIKA, 2007. 600 p. ISBN 85-60457-00-3

ISO - International Organization for Standardization. **ISO 13823**: General principles on the design of structures for durability. Switzerland: ISO, 2008. 39 p.

LOTTERMANN, André Fonseca. **PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. 66 p. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2133/TRABALHO%20TCC2%20FINAL%20ANDRE%20F%20LOTTERMANN.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 dez. 2018.

MEDEIROS, Arthur. **APLICAÇÃO DO ULTRA-SOM NA ESTIMATIVA DA PROFUNDIDADE DE FENDAS SUPERFICIAIS E NA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE INJEÇÕES EM ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO**. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2007, 180p.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

NAZÁRIO, D; ZANCAN, E. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://docplayer.com.br/27972855-Manifestacoes-das-patologias-construtivas-nas-edificacoes-publicas-da-rede-municipal-de-criciuma-inspecao-dos-sete-postos-de-saude.html>. Acesso em: 20 fev. 2019.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em edificações**. TCC – Graduação em Engenharia Civil. São Paulo, Universidade Anhembí Morumbi, 2003. 95p.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 96 p.

OLIVEIRA, Gabriel Ferreira de. Principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto. **Revista Especialize On Line**, Brasília, v. 1, n. 12, p.1-21, dez. 2016. Anual. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n12-2016/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

PERIARD, G. **Matriz GUT**: Guia Completo. 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 03 fev. 2019.

ROCHA, Joaquin Humberto Aquino *et al.* **Detecção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha:** estudo de caso. Ambiente Construído, [s.l.], v. 18, n. 4, p.329-340, out. 2018. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400308>. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000400329&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

[86212018000400329&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000400329&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 10 fev. 2019.

SANTOS, Guilherme Veloso dos. **Patologias devido ao recalque diferencial em fundações.** Brasília, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6389/1/21113271.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2019

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.**

Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 54 p.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

SOTILLE, Mauro Afonso. **A FERRAMENTA GUT – GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA.** PM Tech Capacitação e Projetos. 2014. Disponível em:

<https://www.pmttech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

STORTE, Marcos. Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura**, São Paulo, 18 nov. 2011. Disponível em:

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>. Acesso em: 10 fev. 2019.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios – Causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, 1989.

TUTIKIAN, B; PACHECO; M. **Boletín Técnico - Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil.** Merida, 2013. Disponível em: [http://alconpat.org.br/wpcontent/](http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf)

[uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf](http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf). Acesso em: 05 fev. 2019.

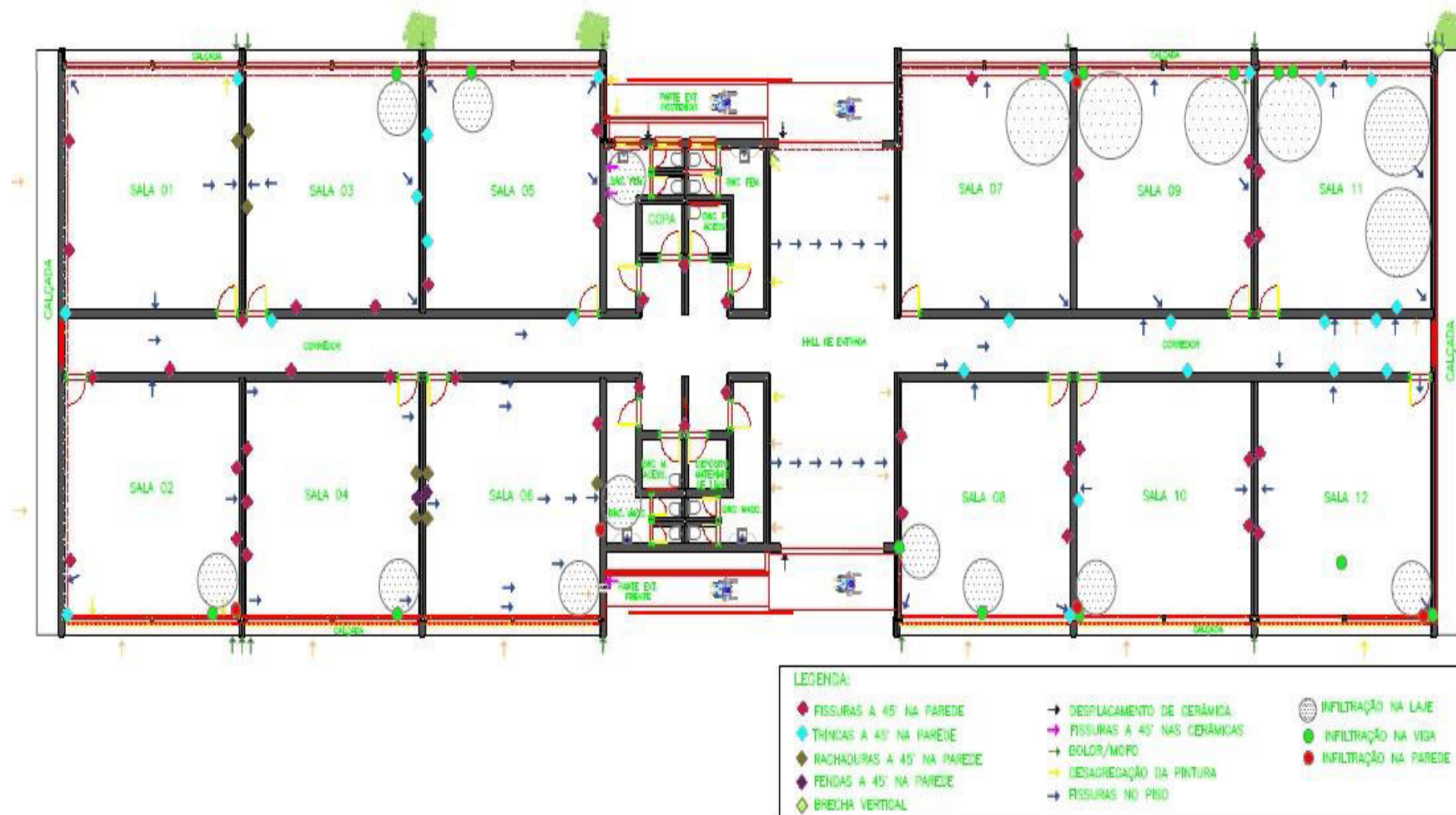
VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.**

Recife, 2003. Disponível em: http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf. Acesso em: 09 jan. 2019.

ZAPLA, L. **Na luta contra as infiltrações, já é possível evitar a quebradeira.** E-civil, São Paulo, n., p.01-02, 10 jul. 2012. Disponível em:

http://www.ecivilnet.com/artigos/impermeabilizacao_injetavel.htm. Acesso em: 10 nov. 2018.

APÊNDICE A – MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS



ANEXO A – SONDAGEM DE RECONHECIMENTO A PERCUSSÃO – SP- 001 – WM ENGENHARIA

A seguir o relatório da Sondagem SPT fornecido pela empresa WM Engenharia.

 WM Engenharia Projetos: Arquitetônicos, Estruturais, Elétricos, Hidráulicos, Eletrônicos. Construção Civil; Aerofotogrametria Com Drone; Usucapio; Laudos e Perícias Contatos: 84. 99972-7446 84. 98107-3521 José Wellington M. Costa		WM ENGENHARIA				0001/19							
		Sondagem de Reconhecimento a Percussão				SP-001							
		Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso Obra: Prédio UFERSA				Página 1/1 Data 07/01/2019 08/01/2019							
Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN Altura de queda: 75 cm Cota da boca do furo: 1,00 m Ensaio de Avanço por Circulação de Água													
☒ Amostrador Externo: 2" Interno: 1 1/2"		Peso (PP): 65 kgf Revestimento: 1,00 m		Início 10 min 20 min 30 min									
☒ Revestimento (Rev.): 2 1/2"		Escala vertical: 1:100 Nível d'água: Ausente		1,00 m 1,1 cm 1,1 cm 1,2 cm									
Perfuração: CA-Circulação de Água				Coordenadas: N 9.424.520,00 m; E 685.890,00 m; F 24S; SIRGAS2000									
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Nº de Golpes Penetração (30 cm)	Compacidade / Consistência	Coleta (m)	Resistência à Penetração x Profundidade	Prof. (m)	Classificação do Material						
Ausente	CA	1,45	100	100	5	0	0,00	Argila arenossiltosa					
						1							
						2			1,45	Argila arenossiltosa LIMITE DE SONDAAGEM			
						3							
						4							
						5							
						6							
						7							
						8							
						9							
						10							
						11							
						12							
						13							
						14							
						15							
						16							
						17							
						18							
						19							
Compacidade/Consistência		1		2		3		4			5		
Areias ou siltes arenosos		Fofa(o)		Pouco compacta(o)		Medianamente compacta(o)		Compacta(o)			Muito compacta(o)		
Argilas ou siltes argilosos		Muito mole		Mole		Média(o)		Rija(o)		Dura(o)			
RUA LUZIA MOURA DA SILVA, 214b, ALTO SUMARÉ, MOSSORÓ-RN						Resp. Técnico José Wellington Mendes Costa Engenheiro Civil - CREA 210788648-2							

 WM Engenharia Projetos: Arquitetônicos, Estruturais, Elétricos, Hidráulicos, Eletrônicos, Construção Civil, Aerofotogrametria Com Drone, Uicupação, Laudos e Perícias Contatos: 84. 99972-7446 84. 98107-3521 vivo José Wellington M. Costa	WM ENGENHARIA		0001/19								
	Sondagem de Reconhecimento a Percussão				SP-001						
	Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso Obra: Prédio UFERSA Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN				Página 1/1 Data 07/01/2019 08/01/2019						
Nível d'água Inicial: Ausente —/—/— Final: Ausente —/—/—		Cota da boca do furo: 1,00 m Revestimento: 1,00 m Ensaio de Avanço por Circulação de Água									
Perfuração: CA-Circulação de Água		Coordenadas: N 9.424.520,00 m; E 685.890,00 m; F 24S; SIRGAS2000									
Amostra	Perfuração	Profundidade (m)			Golpes 30 cm		Compacidade	Consistência	Profundidade Camada (m)	Classificação do Material	
		Inicial	1ª e 2ª	2ª e 3ª	1ª e 2ª	2ª e 3ª					
01	CA	1,00	1,30	1,45	100	100	-	5	0,00	Argila arenossiltosa	
-	CA	-	-	-	-	-	-	-	1,45	Argila arenossiltosa	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	LIMITE DE SONDAÇÃO	
Compacidade/Consistência		1		2		3		4		5	
Areias ou siltes arenosos		Fofa(o)		Pouco compacta(o)		Medianamente compacta(o)		Compacta(o)		Muito compacta(o)	
Argilas ou siltes argilosos		Muito mole		Mole		Média(o)		Rija(o)		Dura(o)	
RUA LUZIA MOURA DA SILVA, 214b, ALTO SUMARÉ, MOSSORÓ-RN		Resp. Técnico		José Wellington Mendes Costa Engenheiro Civil - CREA 210788648-2							



WM ENGENHARIA

Memorial Fotográfico

0001/19

SP-001

Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso

Página 1/1

Data 07/01/2019

08/01/2019

Obra: Prédio UFERSA

Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN



SPT-01

RUA LUZIA MOURA DA SILVA, 214b, ALTO SUMARÉ, MOSSORÓ-RN

Resp. Técnico

José Wellington Mendes Costa
 Engenheiro Civil - CREA 210788648-2

ANEXO B – SONDAGEM DE RECONHECIMENTO A PERCUSSÃO – SP- 002 – WM ENGENHARIA

A seguir o relatório da Sondagem SPT fornecido pela empresa WM Engenharia.

 WM Engenharia Projetos: Arquitetônicos, Estruturais, Elétricos, Hidráulicos, Saneamento, Construção Civil, Aerofotogrametria Com Drones, Topografia, Laudos e Perícias Contatos: 84. 99972-7446 84. 98107-3521 José Wellington M. Costa		WM ENGENHARIA				0001/19								
		Sondagem de Reconhecimento a Percussão				SP-002								
		Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso Obra: Prédio UFERSA				Página 1/1 Data 07/01/2019 08/01/2019								
		Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN Altura de queda: 75 cm Cota da boca do furo: 0,00 m Ensaio de Avanço por Circulação de Água												
Amostrador Externo: 2" Interno: 1 1/2"		Peso (PP): 65 kgf Revestimento: 0,00 m		Escala vertical: 1:100 Nível d'água: Ausente		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>1,00 m</td> <td>1,1 cm</td> <td>1,1 cm</td> <td>1,2 cm</td> </tr> </table>	Início	10 min	20 min	30 min	1,00 m	1,1 cm	1,1 cm	1,2 cm
Início	10 min	20 min	30 min											
1,00 m	1,1 cm	1,1 cm	1,2 cm											
Revestimento (Rev.): 2 1/2"		Perforação: CA-Circulação de Água		Coordenadas: N 9.424.487,00 m; E 685.940,00 m; F 24S; SIRGAS2000										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Nº de Golpes Penetração (30 cm)		Compacidade Consistência	Cota (m)	Prof. (m)	Classificação do Material							
		1ª e 2ª	2ª e 3ª											
Ausente	CA				0,00	0,00	Argila arenossiltosa							
	1,45	100	100		5	1,45	Argila arenossiltosa LIMITE DE SONDAAGEM							
					-5,00									
					-10,00									
					-15,00									
					19									
Compacidade/Consistência		1		2		3								
Areias ou siltes arenosos		Fofa(o)		Pouco compacta(o)		Medianamente compacta(o)								
Argilas ou siltes argilosos		Muito mole		Mole		Muito compacta(o)								
						Média(o)								
						Rija(o)								
						Dura(o)								
						Resp. Técnico								
						José Wellington Mendes Costa Engenheiro Civil - CREA 210788648-2								
RUA LUZIA MOURA DA SILVA, 214b, ALTO SUMARÉ, MOSSORÓ-RN														

 Projetos: Argumênticos, Estruturais, Elétricos, Hidráulicos, Eletrônicos; Construção Civil; Aerofotogrametria Com Dreno; Usucapio; Laudos e Perícias Contatos: 84. 99972-7446 84. 98107-3521 José Wellington M. Costa	WM ENGENHARIA		0001/19		
	Sondagem de Reconhecimento a Percussão				SP-002
	Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso Obra: Prédio UFERSA				Página 1/1 Data 07/01/2019 08/01/2019
	Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN Cota da boca do furo: 0,00 m				

Nível d'água	Ensaio de Avanço por Circulação de Água			
Inicial:	Ausente —/—/—	Revestimento:	0,00 m	
Final:	Ausente —/—/—			

Perfuração: CA-Circulação de Água		Coordenadas: N 9.424.487,00 m; E 685.940,00 m; F 24S; SIRGAS2000			
-----------------------------------	--	--	--	--	--

Amostra	Perfuração	Profundidade (m)			Golpes 30 cm		Compacidade	Consistência	Profundidade Camada (m)	Classificação do Material
		Inicial	1ª e 2ª	2ª e 3ª	1ª e 2ª	2ª e 3ª				
01	CA	1,00	1,30	1,45	100	100	-	5	0,00	Argila arenossiltosa
-	CA	-	-	-	-	-	-	-	1,45	Argila arenossiltosa
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	LIMITE DE SONDAGEM

Compacidade/Consistência	1	2	3	4	5
Areias ou siltes arenosos	Fofa(o)	Pouco compacta(o)	Medianamente compacta(o)	Compacta(o)	Muito compacta(o)
Argilas ou siltes argilosos	Muito mole	Mole	Média(o)	Rija(o)	Dura(o)

RUA LUZIA MOURA DA SILVA, 214b, ALTO SUMARÉ, MOSSORÓ-RN

Resp. Técnico
 José Wellington Mendes Costa
 Engenheiro Civil - CREA 210788648-2

 Projetos: ✓ Arquitetônicos, Estruturais, Elétricos, Hidráulicos, Elétricos. ✓ Construção Civil; ✓ Aerofotogrametria Com Drone; ✓ Usucapião; ✓ Laudos e Perícias Contatos: 84. 99972-7446 84. 98107-3521 vivo José Wellington M. Costa	WM ENGENHARIA		0001/19
	Memorial Fotográfico		SP-002
	Cliente: Adja Rayfane Medeiros Silva Menegasso		Página 1/1
	Obra: Prédio UFERSA Local: Rua Francisco Mota, 572, Bairro Presidente Costa e Silva, Mossoró-RN		Data 07/01/2019 08/01/2019



© 2019 WM ENGENHARIA

SPT-02