

RESUMO

Trata-se de uma perícia de engenharia motivada pela necessidade de verificação das características físicas de permeabilidade e absorção de água das telhas de fibrocimento utilizadas na cobertura do prédio comercial térreo do Hospital Esperança SA - Unidade Administrativa da UDI, situada no bairro do Jaracaty, Avenida Professor Carlos Cunha, nº 2000, município de São Luís - MA, CEP: 65.076-820. Uma vez que toda a área da cobertura da edificação apresentou problemas de infiltração e gotejamento de água pelo telhado após fortes chuvas na localidade.

Palavras-chave: perícia de engenharia, telhas de fibrocimento, permeabilidade, absorção de água, cobertura

ABSTRACT

This is an engineering expert analysis motivated by the need to verify the physical characteristics of permeability and water absorption of the fibercement tiles used in the roof of the ground floor commercial building of Hospital Esperança SA - Administrative Unit of UDI, located in the neighborhood of Jaracaty, Professor Carlos Cunha Avenue, nº 2000, municipality of São Luís - MA, zip code: 65.076-820. Since the entire area of the building's roof presented infiltration and water dripping problems through the roof after heavy rains in the area.

Keywords: engineering expertise, fibercement tiles, permeability, water absorption, roofing

1. INTRODUÇÃO

Trata-se de uma perícia de engenharia motivada pela necessidade de verificação das características físicas de permeabilidade e absorção de água das telhas de fibrocimento utilizadas na cobertura do prédio comercial térreo do Hospital Esperança SA - Unidade Administrativa da UDI. Uma vez que, após fortes chuvas na localidade, toda área de cobertura da edificação apresentou problemas de infiltração e gotejamento de água nas telhas que compunha a cobertura.

Diante desse cenário, foi realizada uma vistoria técnica identificando-se toda a situação de não conformidade e partir daí tendo como principal tese, a verificação dos parâmetros de aceitação do material conforme especificação do fabricante e normas técnicas para os devidos fins de utilização.

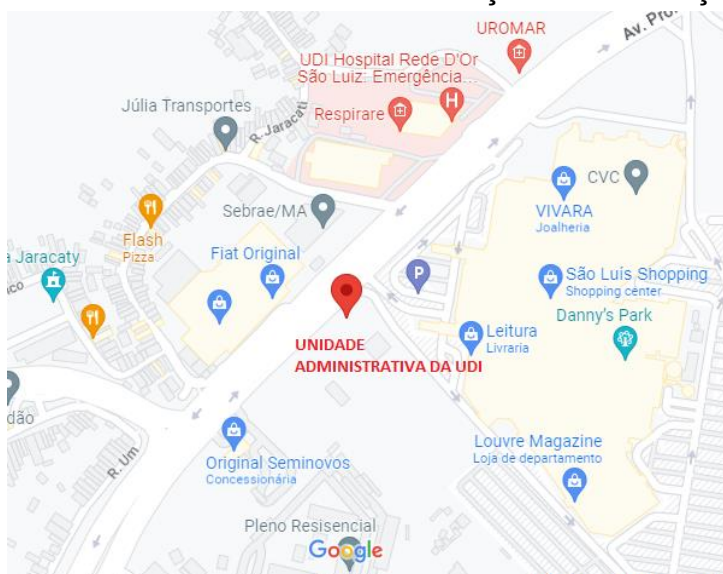
Por fim, o presente trabalho culminou na elaboração de um laudo técnico pericial, que se pautou nos dados fornecidos pelo contratante e nos ensaios laboratoriais regidos pelas normas:

- NBR 15210-1 - Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto - Classificação e Requisitos;
- NBR 15210-2 - Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto - Ensaios.

2. LOCALIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A edificação fica situada no bairro do Jaracaty, Avenida Professor Carlos Cunha, nº 2000, município de São Luís - MA, CEP: 65.076-820 e coordenadas geográficas de 2°30'40.3"S, 44°17'15.1"W.

Foto 1 - Vista aérea com localização da edificação



Fonte: Google Maps

3. VISTORIA

A vistoria técnica de reconhecimento da cobertura foi realizada em 19 de janeiro de 2023. Inicialmente, foram coletadas informações e dados fornecidos pelo contratante. Em seguida, verificou-se o estado físico das telhas de fibrocimento utilizadas na cobertura da edificação, conforme registros a seguir:

3.1. Características gerais das telhas de fibrocimento da edificação

Conforme a norma NBR 15210-1, as telhas e peças complementares de fibrocimento sem amianto são essencialmente constituídas por cimento Portland, agregados, adições ou aditivos, reforçados por fibras, fios ou filamentos, com exceção de fibras de amianto.

No caso específico, de acordo com a nota fiscal da compra do material emitida pelo fornecedor e apresentada pelo contratante, foram adquiridas 1.320 unidades das telhas de fibrocimento onduladas, sem amianto, do tipo Ondina, espessura 4 mm, com as dimensões de 0,50 x 2,44m, da marca Brasilit.

Segue abaixo tabela com especificação das telhas retirada da ficha técnica do produto:

Tabela 1 – Especificação das telhas

CARACTERÍSTICA	REFERÊNCIA NORMA	VALORES TÍPICOS	TOLERÂNCIA
PASSO DA ONDA	NBR 15210	150 mm	± 2,0 mm
ALTURA DA ONDA	NBR 15210	39 mm	± 3,0 mm
COMPRIMENTO	NBR 15210	1,22 / 2,44	± 20 mm
LARGURA	NBR 15210	0,50 m	± 10 mm
ESPESSURA	NBR 15210	4 mm	± 0,5 mm
ESQUADRO	NBR 15210	-	≤ 10 mm
CARGA DE RUPTURA À FLEXÃO	NBR 15210	800 N/m	≥ Valor Típico
PERMEABILIDADE	NBR 15210	Pode ocorrer variação de cor em ambas as superfícies da telha, porém a superfície inferior permanece seca e sem formação de gotas de água.	
DENSIDADE	-	1500 kg/cm³ a 1600 Kg/cm³	-
ABSORÇÃO DE ÁGUA	-	25% a 30%	-

Fonte: www.brasilit.com.br (Ficha técnica do produto, 2021, fl. 1)

3.2. Da evidência de irregularidade quanto ao aspecto físico de permeabilidade da telha

A situação identificada apresentou características típicas de elevada permeabilidade à água, possivelmente relacionada à porosidade. Esses poros são microscópicos e podem estar distribuídos de maneira homogênea ou heterogênea no material. A porosidade pode afetar várias propriedades físicas e mecânicas de um material, como densidade, absorção de líquidos e gases, resistência e condutividade térmica, entre outras. Em geral, quanto maior a porosidade de um material, menor é sua densidade e maior é sua capacidade de absorver líquidos e gases. Dessa forma, foi necessário submeter uma amostra ao ensaio de permeabilidade com base na norma NBR 15210-2. Pela vistoria, observou-se que o material apresentou elevada permeabilidade, evidenciada pelas manchas d'água em toda a área e pelo gotejamento de água na face inferior das telhas durante o período chuvoso.

Nesse contexto, os níveis de umidade e temperatura dentro da edificação podem criar condições favoráveis para a proliferação de microrganismos, afetando a salubridade no interior do imóvel.

3.3. Da evidência de irregularidade quanto ao aspecto físico de absorção de água da telha

Diante da verificação realizada no local, constatou-se que a hipótese de irregularidade neste aspecto físico, evidenciado pelas manchas d'água e gotejamento nas telhas, não foi confirmada pela verificação visual, diferentemente do aspecto anterior. No entanto, essa irregularidade foi constatada pela análise quantitativa do percentual comparado entre o resultado do ensaio de absorção de água e o que é garantido pela norma, conforme procedimento descrito no item 4.2.

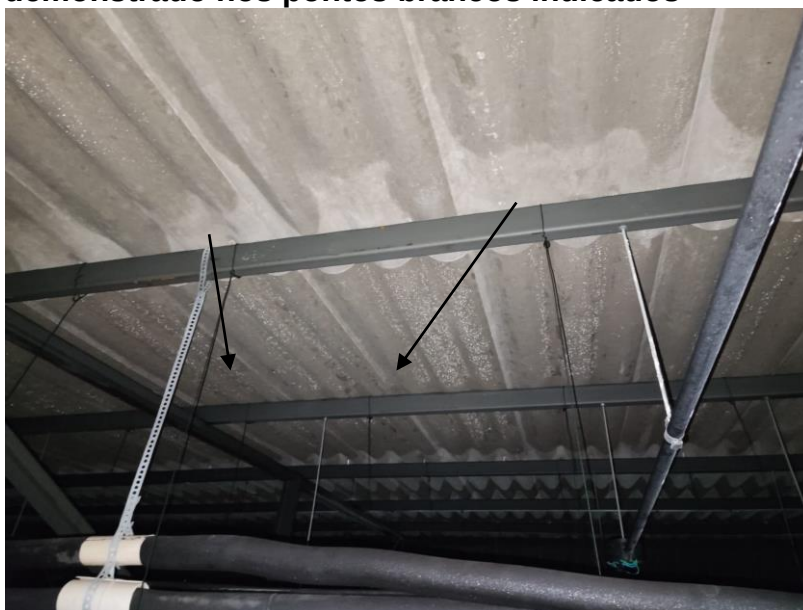
Em seguida, conforme evidenciado nos registros fotográficos, observamos a situação das telhas instaladas.

Foto 2: Vista geral do telhado instalado



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 3: Vista da face inferior das telhas após chuva. Detalhe para intenso gotejamento demonstrado nos pontos brancos indicados



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 4: Vista da face inferior em outra região do telhado. Detalhe para coloração mais escura devido absorção de água e consequente formação de gotas



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 5: Vista da mudança de coloração devido à absorção e permeabilidade excessiva em toda área das telhas



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 6: Vista entre forro e telhado. Detalhe para face de cima do forro com excesso de umidade devido acúmulo de água percolada pelas telhas



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 7: Vista do acúmulo de água em cima do forro ocasionado pela permeabilidade das telhas de fibrocimento



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

Foto 8: Vista de lâmina d'água formada em cima do forro após chuvas



Fonte: Eduardo Cardoso Engenharia LTDA

4. DOS ENSAIOS FÍSICOS

Considerando as informações acima expostas, utilizou-se a metodologia científica para comprovar as hipóteses geradas acerca das irregularidades vistoriadas nas telhas de fibrocimento da edificação em questão.

Dessa forma, a fim de verificar a integridade das telhas quanto aos aspectos físicos, foram coletadas amostras (três unidades de telhas inteiras) para a realização dos ensaios de permeabilidade e absorção de água, de acordo com a norma técnica NBR 15210-2 - Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto - Ensaios. Os ensaios físicos foram realizados no Laboratório de Ensaios Físicos e Mecânicos - LEFM do Centro de Educação Profissional e Tecnologia – CEPT do SENAI MA, localizado na BR-135, km 05 - Tibiri - CEP 65.099-110 - São Luís – MA.

4.1 Permeabilidade

Procedimento normativo:

- A amostra foi mantida por 24 horas em local coberto antes da realização do ensaio, a fim de eliminar qualquer excesso de umidade na telha;
- O dispositivo (vide foto 2) foi mantido para que a face inferior da telha estivesse a uma distância mínima de 900 mm da superfície de apoio do dispositivo;
- O dispositivo foi fixado sobre a telha, assegurando sua estanqueidade (vide foto 1);
- Encheu-se o dispositivo com água até 20 mm acima das cristas das ondas;

- As telhas foram mantidas no laboratório, à sombra e sem incidência de corrente de vento;
- Por fim, examinou-se a face inferior da telha após o período de 24 horas.

4.2 Absorção de água

Procedimento normativo:

- Foram recortados das telhas corpos de prova com dimensões de 2.400 mm²;
- Foi utilizada uma estufa e uma balança com resolução de $\pm 0,1\%$;
- As amostras extraídas das telhas foram secas e colocadas em um recipiente com água à temperatura ambiente por 48 horas para completa saturação;
- Após 48 horas de saturação, as amostras foram retiradas da água e as superfícies foram enxugadas;
- Determinou-se o peso úmido dos corpos de prova saturados e o peso dos corpos de prova imersos em água, com exatidão de 0,01 g (vide fotos 11 a 16);
- Em seguida, os corpos de prova foram secos por 24 horas em estufa à temperatura entre 100°C e 110°C. Por fim, deixaram-se esfriar em dessecador até a temperatura ambiente e determinou-se o peso seco com precisão de 0,01 g.

Foto 9 - Dispositivo cheio com água



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 10 - Ensaio em execução



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 11 - Imersão do CP1 por 48h



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 12 - Aferição peso úmido CP1



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 13 - Imersão do CP2 por 48h



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 14 - Aferição peso úmido CP2



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 15 - Imersão do CP3 por 48h



Fonte: Laboratório SENAI MA

Foto 16 - Aferição peso úmido CP3



Fonte: Laboratório SENAI MA

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A norma NBR 15210-2 estabelece os ensaios a serem realizados para avaliar os aspectos físicos de permeabilidade e absorção de água em telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto. A permeabilidade é avaliada através do enchimento de dispositivo com água acima do material por um tempo determinado e a absorção de água pelo ensaio de imersão do material em água.

O resultado do ensaio de permeabilidade indica a capacidade da telha de resistir à passagem da água durante a chuva, evitando a infiltração no interior da edificação. Já o resultado do ensaio de absorção de água indica a quantidade de água que a telha é capaz de absorver em relação à sua massa, o que afeta diretamente a sua capacidade de isolamento térmico e acústico.

Nesse caso o resultado do ensaio referente ao aspecto físico de permeabilidade ocorreu a formação de gotas na superfície inferior com gotejamento nos corpos de prova da amostra de telha 01, 02 e 03.

Portanto não atendido aos requisitos estabelecidos na norma, deve haver a necessidade de realizar ajustes ou substituições nas telhas utilizadas na cobertura da edificação.

Referente ao aspecto físico de absorção de água os corpos de prova da amostra de telha 01, 02 e 03 apresentaram percentual de 19%, o que nos leva a concluir que a verificação está aceitável e abaixo dos valores típicos de 25% a 30% determinado pelo fabricante.

É importante destacar que a porosidade é um fator que pode influenciar diretamente nos resultados dos ensaios de permeabilidade e absorção de água, sendo necessário, antes da compra deste tipo de material no mercado, ter precaução de fazer análises minuciosas para identificar possíveis irregularidades e garantir a qualidade e segurança da edificação.

6. ANEXOS

Por fim estão anexados a este artigo o relatório de permeabilidade e relatório de absorção de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **15210-1**: Cimento, concreto e agregados — Requisitos para a aceitação das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto e de seus acessórios — Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **15210-2**: Cimento, concreto e agregados — Requisitos para a aceitação das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto e de seus acessórios — Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

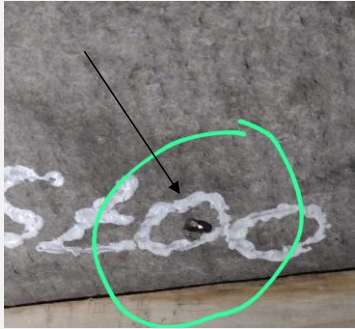
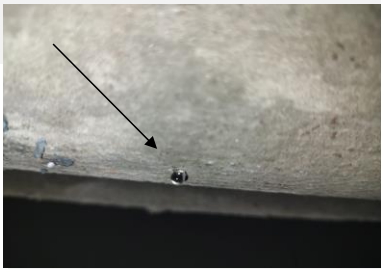
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **6022**: Informação e documentação — Artigo em publicação periódica técnica e/ou científica — Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **13752**: Construção Civil — Diretrizes básicas, conceitos, critérios e procedimentos relativos às perícias de engenharia na construção civil. — Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BRASILIT SAINT-GOBAIN. Brasilit. Disponível em: <https://www.brasilit.com.br/>. Acesso em: 19 janeiro 2023

GOOGLE. Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em: 19 janeiro 2023

	TÍTULO DO DOCUMENTO:		CÓDIGO RELATÓRIO:	
	RELATÓRIO DE PERMEABILIDADE		RAF-10-PER-001/23	
			DATA: 10/02/2023	
1 - ATIVIDADE:			VERSÃO	FOLHA
ENSAIO DE PERMEABILIDADE EM TELHAS DE FIBROCIMENTO			REV. 01 02/02/2015	01/01
2 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:				
ABNT NBR 15210-2019- Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto				
DADOS GERAIS				
CLIENTE / FORNECEDOR				
CLIENTE:			CÓDIGO DO CLIENTE:	
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			0075-23	
INTERESSADO:				
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			NÚMERO DA PROPOSTA:	
ENDEREÇO CLIENTE:			20643	
Rua C, Qd 28, nº 26A, Residencial Morada do sol, Araçagy, Paço do Lumiar-MA				
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA				
01.	AMOSTRA:	PLACA FIBROCIMENTO	04.	MODELO (cm):
				122X50
02.	LOTE:	1	05.	RASTREABILIDADE:
				0075-23
03.	QUANTIDADE:	3	06.	DATA DE RECEBIMENTO:
				01/02/2023
INSTRUMENTOS / EQUIPAMENTOS UTILIZADOS				
Moldura estanque a água				
VERIFICAÇÃO DA PERMEABILIDADE				
PLACA DE FIBROCIMENTO				
CP	Formação de gotas			
	SIM		NÃO	
1	X		-	
2	X		-	
3	X		-	
OBSERVAÇÕES				
Este relatório refere-se somente às amostras submetidas aos ensaios executados pelo LEFM-MA.				
Ocorreram formação de gotas na superfície inferior com gotejamento nos cps da amostra de telha 01,02 e 03				
TÉCNICO EXECUTOR:			Signatário Autorizado:	
				
CARLOS EDUARDO SOUZA RODRIGUES			FRANCISCO GIVALDO MENDES SANTOS	
DATA: 10/02/2023			DATA: 10/02/2023	
Centro de Educação Profissional e Tecnologia - Laboratório de Ensaios físicos e Mecânicos - BR -135, km 05 - Tibiri - 110 - São Luís - MA Telefone (98)992376144				
CEP 65.099-				

	TÍTULO DO DOCUMENTO:		CÓDIGO RELATÓRIO:	
	RELATÓRIO DE PERMEABILIDADE		RAF-10-PER-001/23	
			DATA: 10/02/2023	
1 - ATIVIDADE:			VERSÃO	FOLHA
ENSAIO DE PERMEABILIDADE EM TELHAS DE FIBROCIMENTO			REV. 01	02/02
			02/02/2015	
2 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:				
ABNT NBR 15210-2019- Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto				
DADOS GERAIS				
CLIENTE / FORNECEDOR				
CLIENTE:			CÓDIGO DO CLIENTE:	
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			0075-23	
INTERESSADO:				
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			NÚMERO DA PROPOSTA:	
ENDEREÇO CLIENTE:			20643	
Rua C, Qd 28, nº 26A, Residencial Morada do sol, Araçagy, Paço do Lumiar-MA				
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA				
01.	AMOSTRA:	PLACA FIBROCIMENTO	04.	MODELO (cm):
				122X50
02.	LOTE:	1	05.	RASTREABILIDADE:
				0075-23
03.	QUANTIDADE:	3	06.	DATA DE RECEBIMENTO:
				01/02/2023
IMAGENS				
Telha 01		Telha 02		Telha 03
				
OBSERVAÇÕES				
Este relatório refere-se somente às amostras submetidas aos ensaios executados pelo LEFM-MA.				
Ocorreram formação de gotas na superfície inferior com gotejamento nos cps da amostra de telha 01,02 e 03				
TÉCNICO EXECUTOR:			Signatário Autorizado:	
				
CARLOS EDUARDO SOUZA RODRIGUES			FRANCISCO GIVALDO MENDES SANTOS	
DATA: 10/02/2023			DATA: 10/02/2023	
Centro de Educação Profissional e Tecnologia - Laboratório de Ensaios físicos e Mecânicos - BR -135, km 05 - Tibiri - 65.099-110 - São Luís - MA Telefone (98)992376144				
CEP				

	TÍTULO DO DOCUMENTO:		CÓDIGO RELATÓRIO:		
	RELATÓRIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA		RAF-18-ABS-001/23		
			DATA: 10/02/2023		
1 - ATIVIDADE:			VERSÃO	FOLHA	
ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM TELHAS DE FIBROCIMENTO			REV. 01 02/02/2015	01/01	
2 - DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:					
ABNT NBR 15210-2019- Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto					
DADOS GERAIS					
CLIENTE / FORNECEDOR					
CLIENTE:			CÓDIGO DO CLIENTE:		
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			0074-23		
INTERESSADO:			NÚMERO DA PROPOSTA:		
RODRIGO A. FERREIRA LTDA			20643		
ENDEREÇO CLIENTE:					
Rua C, Qd 28, nº 26A, Residencial Morada do sol, Araçagy, Paço do Lumiar-MA					
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA					
01. AMOSTRA:	TELHA DE FIBROCIMENTO	04. MODELO (cm):	122X50		
02. LOTE:	1	05. RASTREABILIDADE:	ES 1963-19		
03. QUANTIDADE:	3	06. DATA DE RECEBIMENTO:	01/02/2023		
INSTRUMENTOS / EQUIPAMENTOS UTILIZADOS					
Termômetro SALCAS - Identificação TB-02 - Calibrado em 22/11/2022, emitido pela LAB SALCAS, conforme certificado de calibração T-7622/22, estufa (105 +/- 5)°C, Balança- Identificação BA-05 Calibrado em 22/06/2021, emitido pelo Laboratório Metrológico de Calibração do SENAI da Paraíba, conforme certificado de calibração 1531/2022					
MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA ABSORÇÃO DE ÁGUA					
CP	Peso Seca (g)	Peso Úmido (g)	Peso Imerso (g)	Absorção de água (%)	Densidade (g/cm³)
1	13,2	15,7	7,6	19	1,62
2	15,0	17,8	9,0	19	1,70
3	15,4	18,3	9,2	19	1,68
OBSERVAÇÕES					
Este relatório refere-se somente às amostras submetidas aos ensaios executados pelo LEFM-MA.					
A densidade aparente, determinada conforme ABNT NBR 15210-2, deve ser informada pelo fabricante.					
A absorção de água, determinada conforme ABNT NBR 15210-2, deve ser informada pelo fabricante.					
TÉCNICO EXECUTOR:			Signatário Autorizado:		
					
CARLOS EDUARDO SOUZA RODRIGUES			FRANCISCO GIVALDO MENDES SANTOS		
DATA:			DATA:		
			10/02/2023		
Centro de Educação Profissional e Tecnologia - Laboratório de Ensaios físicos e Mecânicos - BR -135, km 05 - Tibiri - CEP 65.099-110 - São Luís - MA Telefone (98)992376144					