

O ESTUDO DE TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS COMO PROJETO DIDÁTICO PARA DISCIPLINAS DE FÍSICA.

Jardel de Moura Bezerra, Subênia Karine de Medeiros

Resumo: O estudo da Física é muito importante na formação dos profissionais da engenharia. Fato esse, que remete a um determinado desafio, a aproximação do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (C&T) com os cursos de Engenharia. Diante disso, a presente pesquisa aborda como inovação para a aplicação de metodologias no ensino da Física, a análise de um estudo de caso real como problemática, possibilitando que haja uma relação dos conteúdos de Física ministrados nas disciplinas teóricas, com aplicações decorrentes do cotidiano de profissionais da Engenharia. Perante o exposto, aplicou-se inicialmente um questionário aos discentes de C&T e Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), possuindo a finalidade de compreender o nível de conhecimento com relação ao estudo de patologias nas estruturas de concreto. Como resultado desse questionário, a estrutura que se mostrou mais relevante para a continuidade do estudo de caso foi a laje. Partindo disso, houve a realização de um estudo de caso envolvendo um galpão, situado na cidade de Tabuleiro do Norte-CE, onde na laje desta estrutura havia diversas rachaduras. Em seguida, após a obtenção dos dados coletados, ocorreu-se a aplicação de um segundo questionário com duas turmas do semestre 2021.1, do componente curricular Ondas e Termodinâmica, tendo o objetivo de associar os assuntos de temperatura, calor e dilatação com as causas do surgimento das rachaduras na laje. Sendo assim, possibilitando a utilização de situações-problemas como metodologias didáticas para o ensino da Física, buscando a aproximação do C&T com as Engenharias.

Palavras-chave: Estrutura de concreto. Física. Patologias. Temperatura, Calor e Dilatação.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o ensino de Física no âmbito da Engenharia ocorre de maneira sequencial, independente da universidade. Tendo um enfoque inicial na preparação discente, com relação aos assuntos base da Física, busca uma associação e aprofundamento com o conhecimento adquirido na educação básica, objetivando uma aprendizagem que desenvolva o raciocínio lógico, a capacidade de leitura e a interpretação de maneira mais rápida e coerente de como resolver problemas que tenham um pouco de complexibilidade [1].

Para o curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (C&T), a estrutura curricular foi elaborada de maneira sequencial com relação aos assuntos voltados à Física, onde componentes curriculares como: Mecânica Clássica, Ondas e Termodinâmica e Eletricidade e Magnetismo, foram distribuídos em períodos letivos diferentes, onde cada componente é dependente curricular do outro [2]. No C&T, o ensino de Mecânica Clássica é o primeiro contato acadêmico com a Física, onde conceitos como força, momento relacionado a uma força resultante, momento de inércia, centro de gravidade, energia mecânica e trabalho estão associados à análise do movimento. A compreensão desses assuntos é fundamental na construção do alicerce para diversos componentes curriculares subsequentes do curso. Para o ensino de Ondas e Termodinâmica, é seguida uma sequência, tendo como enfoque o estudo de movimento periódico, elasticidade, o estudo das ondas e quais suas ações, calor como forma de energia, influência da temperatura de um fluido, às leis da termodinâmica e a relação entre trabalho e troca de energia em máquinas, mostrando assim, conceitos físicos necessários para um bom entendimento de fenômenos decorrentes da Engenharia. Para completar o ensino de Física no núcleo obrigatório do curso de C&T, é necessário o estudo de Eletricidade e Magnetismo, tendo uma perspectiva de ensino voltada à aprendizagem de conceitos como campo elétrico e magnético, leis de Ohm e Kirchhoff e o estudo das forças magnéticas e suas aplicações.

É fato que, o curso de C&T tem em seus componentes curriculares conteúdos que agregam de maneira direta a formação de engenheiros e engenheiras, sendo considerado na matriz curricular das Engenharias, como um curso de primeiro ciclo para a formação acadêmica. Sendo a Engenharia uma área do conhecimento que, ao longo de sua história, está inteiramente ligada ao desenvolvimento científico e tecnológico, tanto no ponto de vista de seu ensino, quanto para a construção profissional. O profissional de engenharia necessita dominar competências, como: coordenar corretamente informações, interagir de maneira frequente com diversos profissionais da área e fora dela, compreender de modo eficaz os problemas, para que assim, mostre soluções coerentes para cada tipo de adversidades específicas [3]. Com isso, para uma boa formação em Engenharia Civil, é necessário obter esses valores interpessoais que vão além dos conteúdos apresentados nos componentes curriculares de C&T.

O desafio em agregar valores interpessoais aos conteúdos dispostos nos componentes curriculares de C&T, faz

refletir sobre a necessidade de que o ensino de Física nas universidades tenha uma maior diversificação na forma de abordar os conteúdos, pois a maneira como é construído o contexto didático, contribui no processo de aprendizagem discente. Com isso, uma forma de diversificar o ensino de Física pode ser vista como através de estudos de casos reais no cotidiano estudantil ou profissional, considerando que a aplicação desses casos na abordagem dos conteúdos, amplia o diálogo em sala de aula, auxiliando em uma maior conexão entre docente e discente. Portanto, para que ocorra essa aplicação de um estudo de caso, é necessário que surja uma variação nos métodos de ensino, onde o corpo docente necessite buscar maneiras de relacionar casos específicos com os assuntos pertinentes à Física, fazendo despertar a curiosidade discente com relação a como se aplicam determinados conceitos.

Nessa realidade, este trabalho de pesquisa possui o enfoque relacionado ao ensino de Física considerando a metodologia estudo de caso, tendo como situação-problema as patologias aparentes na laje de um galpão localizado na cidade de Tabuleiro do Norte-CE. As fissuras e rachaduras existentes na laje, tornam viável a realização de uma análise real, onde os conceitos de Física são aplicados nesse tipo de problema. A análise dessa situação proporcionou uma aplicação prática de assuntos relacionados a temperatura, calor e dilatação térmica, conteúdos presentes na ementa de Ondas e Termodinâmica. O trabalho de pesquisa foi iniciado com a aplicação de um questionário para identificar o conhecimento discente sobre o tema patologias e suas características. Seguido da análise real em uma estrutura de laje e suas patologias aparentes, sendo este o estudo de caso. Por fim, tomando como base o estudo de caso, foi realizado um segundo questionário com discentes de duas turmas de Ondas e Termodinâmica do curso de C&T do semestre acadêmico 2021.1 da graduação do campus Ufersa/Mossoró, como intervenção didática no ensino de Física.

2. METODOLOGIA

A construção deste trabalho de pesquisa se deu inicialmente pela necessidade de entender o que é patologia em uma estrutura de concreto armado e quais os malefícios que ela pode trazer em relação à durabilidade do concreto. Entende-se por estruturas de concreto armado aquelas que utilizam armações feitas de barras de aço em conjunto com o concreto, onde possui ferragens que têm como objetivo resistir aos esforços de tração e tornar a edificação mais resistente [4]. Com isso, tornou-se viável compreender a importância de analisar quais os possíveis danos que poderão surgir em uma estrutura de concreto, tornando assim essencial o estudo das patologias.

No âmbito da Engenharia Civil, o termo patologia é utilizado para representar os problemas presentes nas estruturas de concreto, onde esses erros podem comprometer a integridade das armações em uma obra. O surgimento dessas patologias se dá, na maioria das vezes, pelo erro humano, onde a má execução da obra e do projeto acarretam danos futuros à estrutura. Essa realidade profissional torna evidente a necessidade de compreensão sobre a temática patologia e todo o conhecimento envolvido para que sejam evitados possíveis erros na execução da obra e dos projetos. Desse modo, para iniciar a produção desta pesquisa foi necessário primeiramente compreender qual o nível de conhecimento discente com relação ao assunto patologia em uma estrutura de concreto, quais estruturas de concreto são mais conhecidas popularmente e quais as características patológicas que são de fácil identificação. A pesquisa inicial também se deteve a questionar a comunidade discente se existe uma real necessidade de aprofundar os estudos com relação às patologias, dentro da grade curricular do curso de Engenharia Civil.

Todas essas indagações foram reunidas na elaboração de um questionário discente aplicado aos estudantes de C&T e Engenharia Civil, com enfoque principal em colher informações sobre qual estrutura de concreto e qual patologia o presente trabalho de pesquisa deveria utilizar como estudo de caso. O questionário foi construído na plataforma do Google Forms contendo 6 (seis) perguntas, sendo 5 (cinco) delas objetivas e 1 (uma) discursiva de forma opcional, possibilitando respostas claras e objetivas. O Quadro 1, mostra as perguntas aplicadas neste primeiro questionário discente e as respostas coletadas fundamentaram toda a construção das etapas desenvolvidas neste trabalho de pesquisa.

Com base nas respostas coletadas no Quadro 1, o presente trabalho de pesquisa teve como finalidade principal a aproximação do primeiro ciclo (C&T) com o segundo (Engenharias), buscando maneiras de interligar os conceitos estudados em Física com os assuntos pertinentes à Engenharia. Uma maneira de aproximar os dois ciclos é através de aplicações de estudo de caso como estratégia pedagógica, onde são feitas análises de fenômenos em seu contexto real, abordando parâmetros que influenciam diretamente na situação-problema [5].

QUESTÃO	PERGUNTAS
1	Você tem conhecimento sobre o que é patologia relacionada à engenharia? () Sim; () Não
2 (Opcional)	Se sim, defina em poucas palavras o que estuda as patologias relativas à engenharia.
3	Qual(is) desses termos patológicos você conhece ou já ouviu falar? () Fissura; () Trinca; () Rachadura; () Fenda
4	Em relação aos elementos estruturais de concreto armado, qual dessas opções você teria interesse em aprofundar um estudo mais detalhado? () Lajes; () Vigas; () Consolos; () Pilares
5	Para você, o estudo das patologias é algo importante no quesito de identificar e prevenir futuros problemas nas estruturas de concreto armado? () Sim; () Não
6	Você considera importante tornar obrigatório, na grade curricular do curso de Engenharia Civil, a disciplina de Patologias e Reabilitação das Construções? () Sim; () Não

Quadro 1. Perguntas utilizadas para criação do questionário sobre patologias.

Segundo Prodanov e Freitas [6], a forma como são coletados, analisados e interpretados os dados obtidos na pesquisa científica causam um delineamento e dividem a pesquisa em dois grupos: os que são fundamentados em fontes de papel (pesquisa bibliográfica e pesquisa documental) e as pesquisas fundamentadas em dados fornecidos por pessoas (pesquisa experimental, o levantamento, o estudo de caso, a pesquisa-ação e a pesquisa participante). Tomando essa referência, esse trabalho de pesquisa descreve uma metodologia aplicada, através do estudo de caso sobre patologias em lajes de concreto, considerando a possibilidade de aplicação imediata dos conceitos físicos em uma situação real da Engenharia Civil.



Figura 1. Foto do galpão localizado em Tabuleiro do Norte-CE. (Autoria própria)

Seguindo a ideia de que um estudo de caso seria eficaz com relação à proposta empregada nesta pesquisa, foi feita uma visita técnica em um galpão localizado na zona urbana da cidade de Tabuleiro do Norte-CE, onde esse galpão é utilizado para guardar os materiais de uma borracharia. Por meio da análise dessa estrutura, apresentada na Figura 1, é possível observar os componentes de concreto que compõe esse galpão, viabilizando a obtenção de informações que proporcionaram a construção dessa pesquisa, tais como: presença de patologias na estrutura, estudo das possíveis causas para aparição dessas patologias e associação do problema com assuntos de temperatura, calor e dilatação térmica, conteúdos presentes no componente curricular de Ondas e Termodinâmica.

Retornando ao objetivo de se ter iniciado esse trabalho de pesquisa com um questionário sobre patologias e estruturas, é essencial não perder de vista que a coleta de dados sobre o corpo participante da pesquisa pressupõe um critério qualitativo para que o estudo de caso consiga motivar a curiosidade e participação de docentes e estudantes. Para McNiff [7] a metodologia de pesquisa que implica nessa tomada de consciência a respeito do que está sendo feito e porquê fazê-lo, direciona os princípios da pesquisa.

A respeito da pesquisa-ação, Prodanov e Freitas diz:

A pesquisa-ação acontece quando há interesse coletivo na resolução de um problema ou suprimimento de uma necessidade [...] Pesquisadores e pesquisados podem se engajar em pesquisas bibliográficas, experimentos etc., interagindo em função de um resultado esperado. [6]

Com a análise dos dados coletados no primeiro questionário, foi possível direcionar os tipos de patologias (fissuras e rachaduras) e a estrutura de concreto (laje) que foi trabalhada como perfil para o estudo de caso. Esse perfil interativo entre pesquisadores e estudantes, complementa a pesquisa em cada etapa, exigindo que as atividades propostas neste trabalho fossem planejadas de forma cíclica, considerando a etapa anterior e sua influência com as demais atividades. Com base nessa característica dinâmica da pesquisa-ação, a intervenção didática aplicada nas duas turmas de Ondas e Termodinâmica foi baseada em um questionário contendo 6 (seis) questões, sendo 5 (cinco) discursivas e 1 (uma) objetiva, elaborado na plataforma Mentimeter [8] e aplicado durante o momento síncrono das aulas. As questões trabalhadas são apresentadas no Quadro 2.

QUESTÃO	PERGUNTAS
1	Por que deixar a laje exposta ao sol e a chuva foi uma escolha tão prejudicial para a estrutura?
2	A laje que tomamos como exemplo, está submetida a diferentes temperaturas, quando comparamos a face da cobertura e a face interna (protegida pelas paredes). Essa diferença de temperatura, submete a laje a um transporte de energia. Qual a energia transferida?
3	Qual forma de transferência de calor ocorre nas lajes de concreto armado?
4	As vigotas são construídas com ferro e concreto. Quando submetidas a variações térmicas, é perceptível a deformação causada no concreto. Por quê?
5	Por que as rachaduras são dispostas no sentido do comprimento da vigota e não na espessura?

6	Leia a questão e escolha uma alternativa correta. A resistência térmica de um material define a dificuldade em transferir calor através de um determinado elemento. Usando como exemplo a laje, que apresenta resistência na transferência de calor pela sua estrutura, a resistência térmica pode ser expressa pela relação: $R = L/k$. Portanto, para termos uma maior resistência térmica, é necessário que: (a) Quanto mais espessa a camada e maior o índice de condutividade térmica, maior será a resistência do material (b) Quanto mais fina a camada e maior o índice de condutividade térmica, maior será a resistência do material (c) Quanto mais espessa a camada e menor o índice de condutividade térmica, maior será a resistência do material. (d) Quanto mais fina a camada e menor o índice de condutividade térmica, maior será a resistência do material.
---	--

Quadro 2. Perguntas utilizadas para criação do questionário trabalhado durante momento síncrono.

Inicialmente, foi conduzida uma apresentação com fotografias que mostravam a estrutura do galpão, onde era evidente a presença de fissuras e rachaduras em toda a estrutura. Ainda durante essa conversa inicial, que teve duração de 50 (cinquenta) minutos, foram apresentados os dados coletados sobre o ano de construção, falta de cobertura cerâmica na estrutura e todas as informações necessárias para composição da análise da situação-problema. A Figura 2, mostra um esboço da planta baixa do galpão utilizado como situação-problema para esta pesquisa. Sendo possível observar de maneira simplificada as dimensões da estrutura.

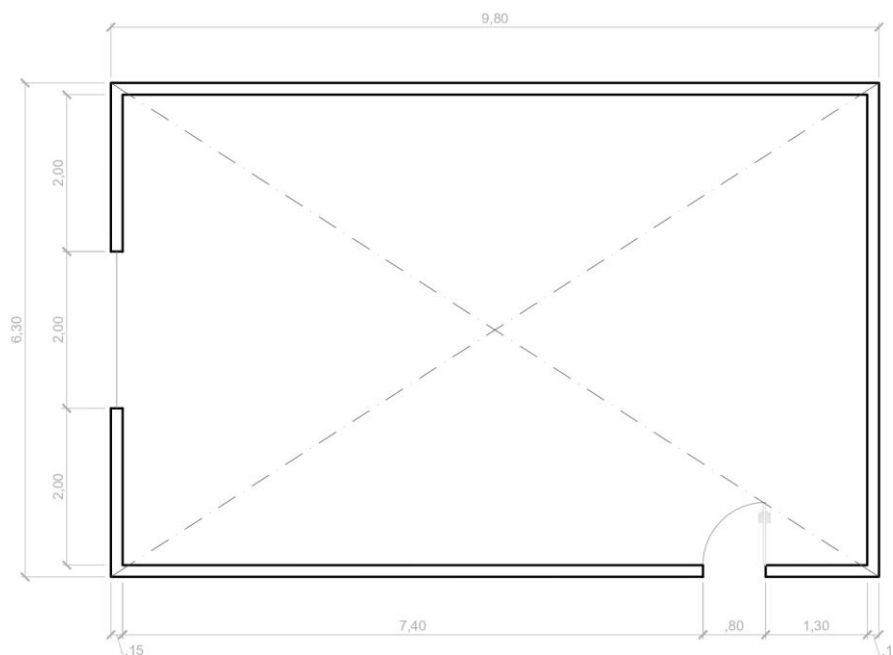


Figura 2. Esboço da planta baixa do galpão. (Autoria própria)

Após esse primeiro momento de aula, o questionário foi disponibilizado e todo o momento de respostas foi conduzido pela docente responsável pelas turmas. Para cada questão, era disponibilizado um tempo de 1 (um) minuto para resposta e, ao finalizar esse tempo, a plataforma Mentimeter apresentava um resultado parcial das respostas apresentadas. Esse espaço de análise imediata das respostas apresentadas possibilitou um espaço de diálogo e composição coletiva das considerações corretas sobre a problemática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O questionário preliminar que tratava o conhecimento sobre patologias, foi aplicado de maneira remota, no período de suspensão do calendário acadêmico da graduação, devido a pandemia gerada pela Covid-19. Essa realidade fez com que a participação discente dos cursos de C&T e Engenharia Civil fosse baixa, considerando a quantidade de estudantes ativos nos dois cursos. Porém, o intuito deste questionário inicial, era fundamentar as escolhas que norteariam o desenvolvimento da pesquisa, tendo enfoque na análise das patologias que surgem em estruturas de concreto.

Como resposta às perguntas apresentadas no Quadro 1, foram colhidas 93 (noventa e três) participações, onde a grande maioria foram de discentes de C&T. No entanto, é necessário destacar que esse trabalho de pesquisa é direcionado ao perfil discente que deseja Engenharia Civil como opção para o segundo ciclo. Esse direcionamento da pesquisa limita o público-alvo de estudantes a um quantitativo próximo ao participante na pesquisa, tornando suficientemente válida a quantidade de respostas obtidas neste questionário.

Em relação aos elementos estruturais de concreto armado, qual dessas opções você teria interesse de aprofundar um estudo mais detalhado?

93 respostas

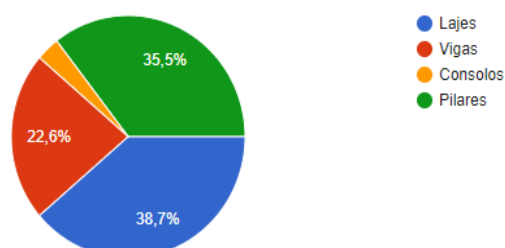


Figura 3. Escolha do elemento estrutural.

A Figura 3 mostra um resultado de interesse discente praticamente igual entre lajes e pilares, com apenas 3,2% de diferença superior para lajes, dados que direcionaram a escolha de lajes como estrutura a ser tratada no estudo de caso.

Qual(is) desses termos patológicos você conhece ou já ouviu falar?

93 respostas

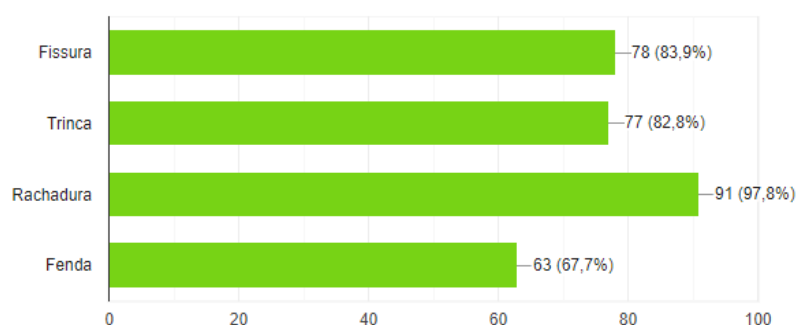


Figura 4. Termos patológicos mais conhecidos.

A Figura 4 apresenta o resultado sobre a escolha das patologias a serem trabalhadas. Dados que mostram segurança na escolha de rachaduras como problemática abordada. A Figura 5 tinha como objetivo investigar se a comunidade discente de C&T e Engenharia Civil tinha conhecimento sobre a importância do estudo sobre patologias. Os dados mostram que 98,9% do público participante tem convicção sobre a importância da temática.

Para você, o estudo das patologias é algo importante no quesito de identificar e prevenir futuros problemas nas estruturas de concreto armado?

93 respostas

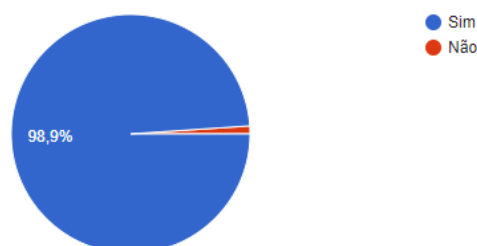


Figura 5. Importância do estudo das patologias nas estruturas de concreto.

A partir das respostas do questionário, iniciou-se a busca por uma estrutura que se adequasse à problemática imposta nesta pesquisa. Sendo necessária uma estrutura que apresentasse diversas patologias aparentes na sua laje. Condição essa indispensável para se tornar viável à análise de um estudo de caso. Partindo desses quesitos, ocorreu-se à investigação de um galpão localizado na cidade de Tabuleiro do Norte-CE, possibilitando à obtenção de características que agregassem ao enfoque da pesquisa.

Construído no ano de 2019, o galpão foi criado com intuito de armazenar objetos de borracha, como: pneus, câmaras, dentre outros; utilizado também para armazenar ferramentas e objetos mecânicos necessários para realização do trabalho na borracharia. Após um diálogo com um trabalhador da borracharia, foi obtido informações cruciais para poder compreender como ocorreu o surgimento das patologias nos elementos estruturais de concreto. Dentro dessas informações, apurou-se que o galpão, após sua construção no ano de 2019, passou cerca de dois anos sem que houvesse uma cobertura cerâmica, ocorrendo apenas em agosto de 2021. Fator esse que possibilitou o aparecimento de diversas patologias na laje da estrutura, onde a presença de rachaduras é nítida. Fazendo com que o proprietário entendesse a necessidade de uma cobertura cerâmica, com a finalidade de evitar que os componentes de concreto da laje estivessem expostos cada vez mais à eventos que geram uma degradação dos elementos estruturais.

Nesse contexto, após obter as informações sobre o processo de construção da estrutura, foi possível definir alguns fatores interligados ao surgimento dessas patologias na laje. Sendo esses:

- **Corrosão da armadura e Eflorescência:** Problemas que são relacionados à presença de umidade, são um dos principais fatores que afetam as estruturas de concreto. Cerca de 60% das causas patológicas são voltadas ao excesso de umidade nas armaduras [9]. Isso pode afetar drasticamente a ferragem, já que pode causar diversos níveis de corrosão nas armaduras. Em relação à eflorescência, essa patologia ocorre devido à formação de sais que aparecem nas estruturas, sendo esses sais transportados pela umidade no decorrer do concreto.
- **Desagregação do concreto:** Em relação à desagregação do concreto, isso acontece por meio da separação física do próprio concreto, fazendo com que a estrutura perca a sua propriedade aglomerante e assim diminua a sua capacidade de resistir a esforços na região onde ocorreu a desagregação.
- **Exposição a eventos climáticos:** Para as estruturas de concreto, eventos climáticos como a exposição ao sol geram possíveis danos à estrutura. Quando exposto frequentemente aos raios solares, o concreto se dilata em função do calor emitido pela reação de hidratação do cimento em contato com a água, tendo também a interferência das condições ambientais, como: temperatura, umidade, etc [10]. Devido a essa alta exposição, às estruturas de concreto poderão gerar fissuras quando o concreto tende a se retrair, no momento de seu resfriamento. Tendo em vista que essa retração ocorre devido às altas tensões de tração que ocorrem na rigidez interna do concreto, podendo assim ultrapassar a capacidade mecânica que o concreto tem de resistir a essas altas tensões.

Considerando todas as informações descritas, é possível compreender que, as escolhas para execução do galpão, fizeram com que gerasse rachaduras expostas na estrutura de concreto, distribuída por todas as vigotas que compõem a laje. Como as rachaduras eram de fácil identificação, e analisando o relato apresentado pelo trabalhador, foi possível definir que dentre os fatores que geraram as patologias, à presença frequente de eventos climáticos como Sol e chuva, geraram uma certa danificação aos componentes de concreto que formam a laje. Tendo em vista que, como a laje recebia de maneira direta essa exposição, o concreto tende a se expandir, fazendo com que as aparições de rachaduras e fissuras se tornem frequentes por toda estrutura.

Outro fator, é que a laje na sua parte interna não é revestida por cimento, sendo essa uma característica que influencia de maneira negativa para a durabilidade das armaduras. Tendo em vista que, além do ponto de vista estético, o revestimento de cimento é essencial com relação à durabilidade. Os compostos presentes no cimento são resistentes aos agentes que deterioram o concreto, fazendo com que auxilie no processo de conservação e eficácia da estrutura.

A Figura 6, mostra as rachaduras que surgiram na laje, possibilitando visualizar de maneira clara as danificações no concreto.

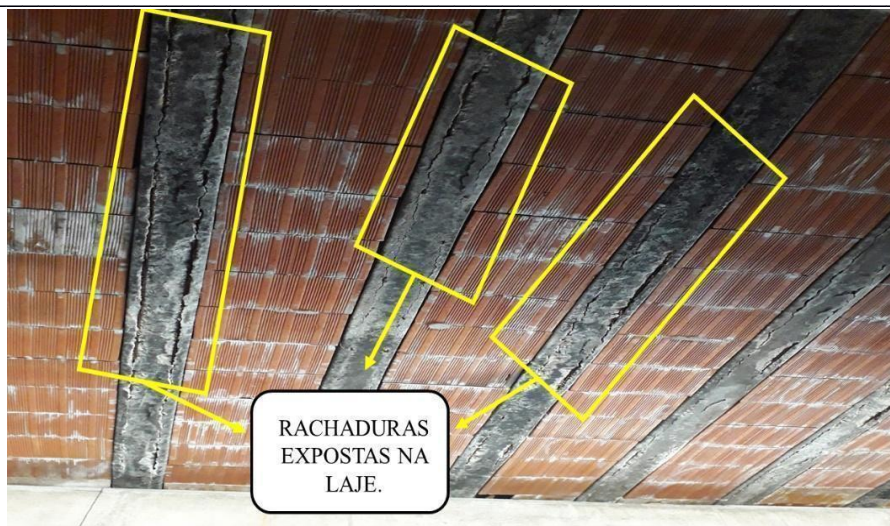


Figura 6. Rachaduras aparentes na laje do galpão. (Autoria própria)

Com a obtenção dos fatores que causaram possivelmente as rachaduras na laje, a aplicação de um novo questionário tornou-se viável. Já que, partindo da análise do estudo de caso, é possível a associação do ensino da Física com as causas que geraram essas patologias aparentes na laje. Sendo assim, ocorreu a aplicação de duas aulas síncronas em duas turmas de Ondas e Termodinâmica, no campus Ufersa/Mossoró, com a finalidade de trabalhar a conexão entre os assuntos de temperatura, calor e dilatação com os problemas patológicos presentes na estrutura de concreto (laje).

Juntamente com as aulas síncronas, ocorreu-se a aplicação do segundo questionário como espécie de intervenção didática. Nesse contexto de ensino remoto, a participação discente nos momentos síncronos não é obrigatória, fazendo a presença discente em aulas síncronas decrescer bastante. Fator que afetou na obtenção de uma maior coleta de respostas ao questionário.

As duas turmas de Ondas e Termodinâmica que participaram da pesquisa, são compostas por cerca de 40 (quarenta) discentes, o que reflete um público-alvo médio de 80 (oitenta) estudantes. Desses, apenas 19 (dezenove) estavam presentes nos momentos síncronos e 10 (dez) responderam ao questionário. Essa diferença entre a participação na aula síncrona e no questionário, ocorre devido ao fato das questões serem discursivas, o que gerou desconforto em parte da turma presente, devido um número de discentes sentir uma certa dificuldade de expor suas ideias.

Para iniciar o questionário, foi sugerido aos estudantes que colocassem palavras que estivessem associadas ao problema que gerou as diversas rachaduras na laje, associando sempre aos assuntos de Física atrelados com a problemática. A Figura 7, mostra o resultado da nuvem de palavras construída por uma das turmas, onde o tamanho das palavras reflete o número de vezes que ela foi citada. Nessa análise, é possível perceber que a turma identificou dilatação, infiltração, peso e umidade como as principais causas das patologias na laje. A construção dessa nuvem de palavras foi seguida de um espaço de diálogo onde cada discente presente foi convidado a interpretar os conceitos envolvidos na nuvem de palavras e a situação-problema.

O que gerou esse problema na laje?



Figura 7. Nuvem de palavras.

As questões aplicadas no segundo questionário (Quadro 2) são voltadas à associação da Física com a situação-problema, envolvendo perguntas que remetem aos assuntos de temperatura, calor e dilatação. Com relação à questão 1, a Figura 8 mostra algumas das respostas cedidas pela turma, mostrando o ponto de vista individual com relação aos fatores que prejudicaram a estrutura em virtude da exposição às condições climáticas.

1- POR QUE DEIXAR A LAJE EXPOSTA AO SOL E A CHUVA FOI UMA ESCOLHA TÃO PREJUDICIAL PARA A ESTRUTURA?

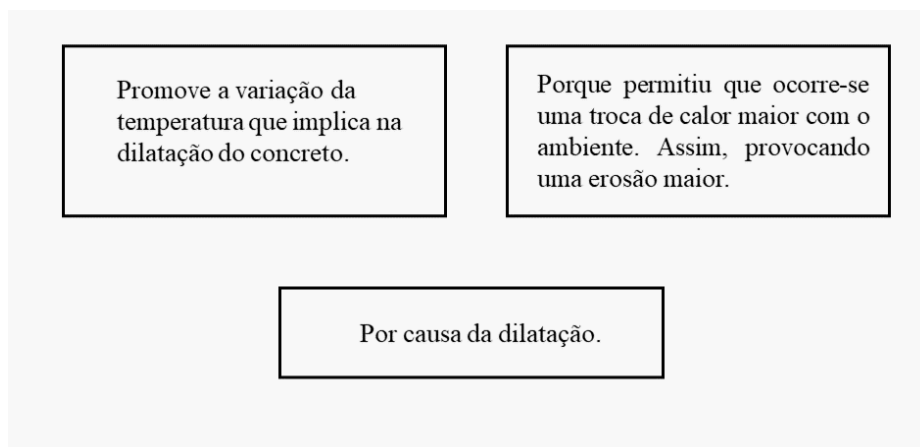


Figura 8. Respostas discentes referentes à questão 1. (Autoria própria)

Os resultados coletados na questão 1 mostram que o grupo de discentes participante da pesquisa, assimilou perfeito entendimento com relação a troca de calor e a consequente dilatação dos materiais.

A segunda questão tinha como problemática identificar a energia que é transferida entre a parte externa e interna da estrutura de concreto (laje). As respostas relativas a esse problema estão representadas na Figura 9 e mostram a correta definição de calor como energia térmica em trânsito.

2- A LAJE QUE TOMAMOS COMO EXEMPLO, ESTÁ SUBMETIDA A DIFERENTES TEMPERATURAS, QUANDO COMPARAMOS A FACE DA COBERTURA E A FACE INTERNA (PROTEGIDA PELAS PAREDES). ESSA DIFERENÇA DE TEMPERATURA, SUBMETE A LAJE A UM TRANSPORTE DE ENERGIA. QUAL A ENERGIA TRANSFERIDA?

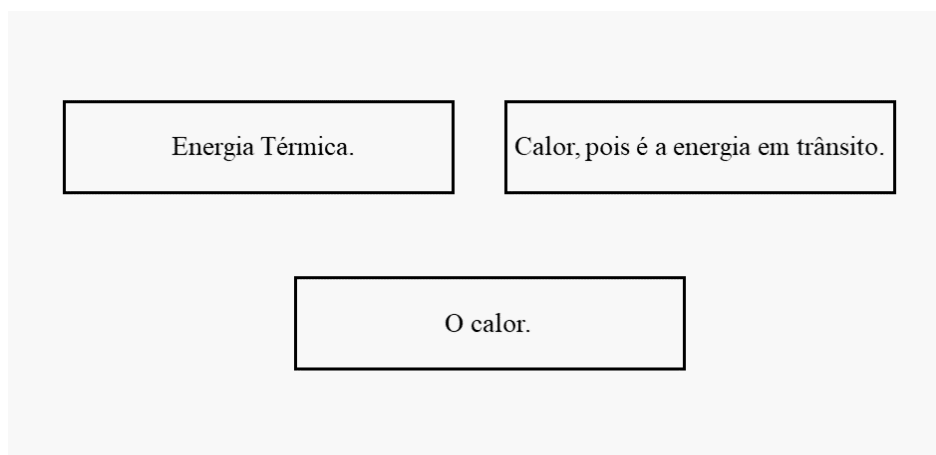


Figura 9. Respostas discentes referentes à questão 2. (Autoria própria)

A Figura 10, exibe as respostas referentes à questão 3, sendo solicitado à associação de quais os tipos de transferência de calor ocorrem na laje. As respostas apresentam uma correta análise dos tipos de transferência de calor e os diferentes estados da matéria. Essa análise que evidencia a profundidade no entendimento dos assuntos abordados, foi perceptível no diálogo após a socialização das respostas a essa questão. A discussão sobre o calor transferido por convecção na região oca do tijolo, levou a um diálogo mais abrangente sobre a transferência de calor em fluidos, ampliando a participação discente no debate, construindo relações sólidas de aprendizagem.

3- QUAL FORMA DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR OCORRE NAS LAJES DE CONCRETO ARMADO?

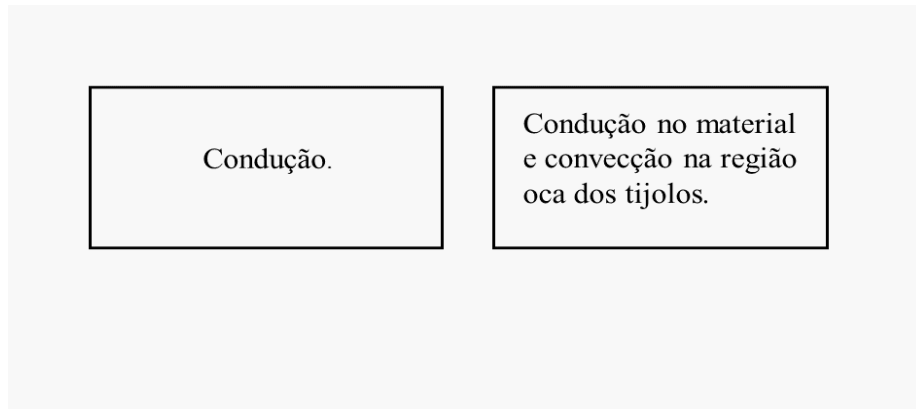


Figura 10. Respostas discentes referentes à questão 3. (Autoria própria)

As questões 4 e 5 apresentam um caráter mais técnico, voltadas aos assuntos pertinentes à Engenharia Civil. Entretanto, os conteúdos de Física estão totalmente associados a esses problemas, já que existe a necessidade de entender quais condições interferem diretamente na eficiência dos componentes de concreto.

A questão 4, define a composição de uma vigota (ferro e concreto) e questiona a relação entre as variações térmicas e as patologias. O objetivo dessa questão era fazer cada discente relacionar que diferentes materiais possuem diferentes coeficientes de dilatação. A composição da vigota de ferro e concreto, quando submetidos a mesma variação de temperatura, o ferro sofre maior dilatação que o concreto e isso, possivelmente, representa um agravante no aparecimento de patologias, intervindo na durabilidade do concreto. A Figura 11 retrata as respostas cedidas por cada discente e são observadas respostas, aparentemente, diversas. No entanto, evidenciar a dilatação a uma tração interna, pode ser interpretado como uma expansão no comprimento do material, em decorrência da agitação das moléculas que compõem o material. A resposta que apresentou “dilatação plástica” como causa para as patologias, pode ser interpretada como a evidência de deformações permanentes causadas na estrutura.

4- AS VIGOTAS SÃO CONSTRUÍDAS COM FERRO E CONCRETO. QUANDO SUBMETIDAS A VARIAÇÕES TÉRMICAS, É PERCEPTÍVEL A DEFORMAÇÃO CAUSADA NO CONCRETO. POR QUÊ?

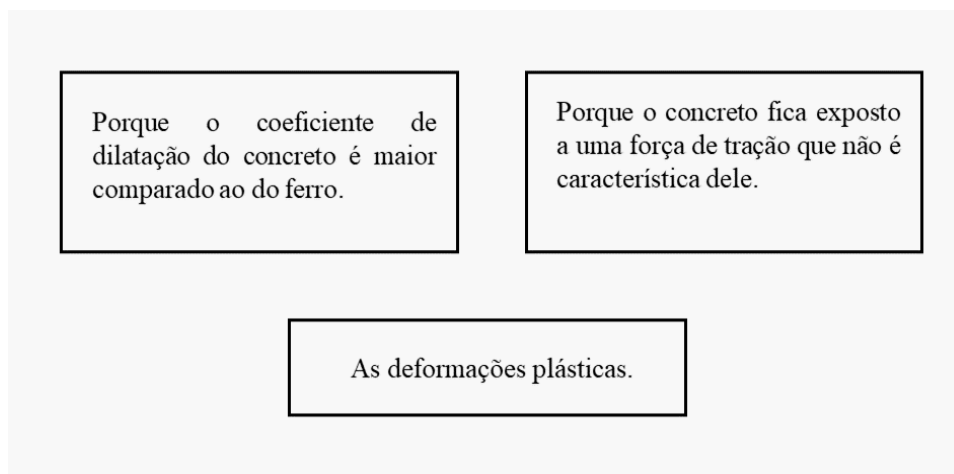


Figura 11. Respostas discentes referentes à questão 4. (Autoria própria)

A quinta questão, é voltada ao surgimento de patologias (rachaduras). Tendo como questionamento o porquê do surgimento dessas patologias em um único sentido. A Figura 12 descreve as afirmações discentes e as respostas são compatíveis com o objetivo da questão, que era identificar a distribuição das rachaduras como consequência da dilatação do ferro. O diálogo após a apresentação dessas respostas, possibilitou que a docente complementasse as respostas com uma análise matemática, evidenciando as interpretações apresentadas com a equação que define a dilatação linear.

5- POR QUE AS RACHADURAS SÃO DISPOSTAS NO SENTIDO DO COMPRIMENTO DA VIGOTA E NÃO NA ESPESSURA?

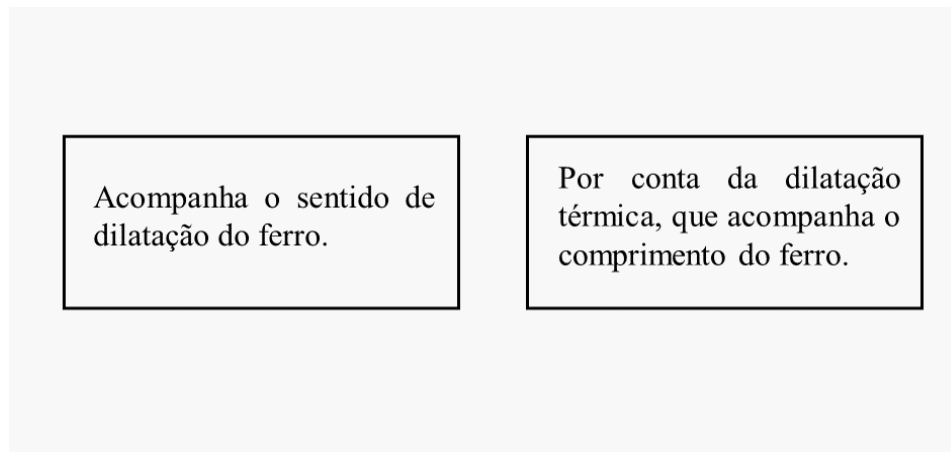


Figura 12. Respostas discentes referentes à questão 5. (Autoria própria)

A sexta e última questão era de natureza objetiva e expressava a relação existente entre a resistência térmica e a condutividade térmica. A resposta tomada como correta era a alternativa (c), que expressava a maior espessura da camada e o menor o índice de condutividade térmica, como agentes responsáveis pela maior resistência térmica do material. O principal objetivo dessa questão era fazer a turma interpretar que quanto mais material o fluxo de calor tiver que passar, maior será a resistência para essa energia ser transferida entre as extremidades de um corpo. Dentre os 4 (quatro) discentes que responderam essa questão, 3 (três) obtiveram êxito em sua resposta. Mostrando assim, um certo domínio com relação à problemática da questão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias de ensino que aproximam os componentes curriculares ministrados no primeiro ciclo (C&T) com os conteúdos de caráter técnico, ministrados no segundo ciclo (Engenharias) são primordiais para o desenvolvimento de habilidades e competências que qualificam profissionais de Engenharia. Como exemplo dessa conexão, esse trabalho de pesquisa desenvolveu atividades que relacionam os conteúdos físicos ministrados em Ondas e Termodinâmica com estruturas e situações-problemas que são próprias da Engenharia Civil. Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa com o corpo discente para escolha do contexto ideal a ser trabalhado, indicando as patologias em lajes como situação-problema a ser investigada nas aulas de Ondas e Termodinâmica.

A respeito das patologias, existem alguns aspectos que auxiliam no não surgimento desses defeitos no concreto. Características como: o pré-dimensionamento eficaz de uma estrutura de concreto, à quantidade correta de pilares e vigas necessários para suportar às cargas aplicadas sobre os elementos estruturais e a escolha do material que será utilizado para a construção da obra, tendo em vista que é sempre necessário avaliar a qualidade do produto e o custo-benefício que será empregado. Fatores estes necessários para a garantia de uma edificação com alta qualidade e durabilidade, onde todas essas características são justificadas através de conceitos físicos.

Esse trabalho de pesquisa apresentou uma sequência de atividades didáticas que tratavam as patologias em lajes como situação-problema para o ensino de temperatura, calor e dilatação térmica. Seus resultados permitem concluir que o estudo de caso sobre situações reais compõe um perfeito laboratório didático, onde é possível despertar a curiosidade, o senso crítico, a autonomia na interpretação dos conceitos em situações adversas e fácil compreensão sobre a importância dos conceitos físicos na atuação profissional em engenharia.

A utilização da plataforma Mentimeter possibilitou iniciar as atividades didáticas com a construção de uma nuvem de palavras, ferramenta que abriu espaço socialização das interpretações de cada discente participante, possibilitando à docente conhecer as informações prévias sobre a problemática. O diálogo de socialização da nuvem de palavras também ampliou as relações de aprendizagem, permitindo a exposição de críticas, dúvidas e observações discentes. Ainda sobre a escolha do Mentimeter para o desenvolvimento dessa pesquisa, a elaboração do questionário discursivo foi objetivada pela possibilidade de ampliar os espaços onde cada estudante pudesse expor livremente seus conhecimentos. No entanto, a exposição dos pensamentos foi algo que causou timidez no corpo discente e a participação na resolução das questões foi considerada baixa.

A análise dos dados coletados com o questionário evidencia a qualidade do ensino voltado para a investigação, onde a condução da aprendizagem é desenvolvida através do aprimoramento coletivo na aplicação dos conteúdos, tendo a presença docente na função de mediação e orientação da aprendizagem.

Portanto, o presente trabalho de pesquisa mostrou a efetividade que a inserção da aplicação didática envolvendo situações do cotidiano profissional, compõe de maneira favorável o ensino de Física. Além de promover interdisciplinaridade, através da conexão entre os dois ciclos curriculares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DE OLIVEIRA, Jeane Silveira. **Importância do estudo da Física nos períodos iniciais do curso de Engenharia Civil**. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/580>>. Acesso em: 18 de out. 2021.
- [2] SIGAA: Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas; PPC Ciência e Tecnologia. Disponível em: <<https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/link/public/curso/curriculo/760919647>>. Acesso em: 18 out. 2021.
- [3] MENESTRINA, Tatiana C.; BAZZO, Walter A. **Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente**. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/228>>. Acesso em: 09 de nov. 2021.
- [4] CRUZ, Talita. **Concreto Armado: Entenda quando é a melhor escolha para o projeto**. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/estudante/concreto-armado/>>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- [5] MENEZES, Pedro. **O que é um Estudo de Caso?** Disponível em: <<https://www.sinonimos.com.br/busca.php?q=an%E1lise>>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- [6] PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. [recurso eletrônico]. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<https://www.feevale.br/institucional/editora-feevale/metodologia-do-trabalho-cientifico---2-edicao>>. Acesso em: 04 nov. 2021.
- [7] MCNIFF, J. (2002) Action research for professional development: concise advice for new action researchers. Disponível em: < <https://www.jeanmcniff.com/ar-booklet.asp> >. Acesso em: 04 de nov. 2021.
- [8] **Plataforma Mentimeter: Crie apresentações e reuniões interativas onde quer que você esteja**. Disponível em: <<https://www.mentimeter.com/pt-BR>>. Acesso em: 21 de out. 2021.
- [9] COUTO, Tatiane; BARRIOS, Scarlet K. M. **Análise da Flexão e das Manifestações Patológicas em Laje Maciça na Cidade de Foz do Iguaçu**. Disponível em: <<https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/548>>. Acesso em: 21 de set. 2021.
- [10] MOURA, Vanessa. **Fissuras no concreto podem ser decorrentes do calor**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/fissuras-no-concreto-podem-ser-decorrentes-do-calor/8579>>. Acesso em: 29 de set. 2021.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN
Curso Interdisciplinas em Ciência e Tecnologia – C&T

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
JARDEL DE MOURA BEZERRA

Às quatorze horas do dia dezenove de novembro de dois mil e vinte e um, por meio de reunião remota, utilizando a ferramenta Google Meet, conforme estabelecido no art. 15 da Resolução CONSEPE/UFERSA nº 005/2020, de 17 de dezembro de 2020, reuniu-se a banca examinadora para defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado O ESTUDO DE TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS COMO PROJETO DIDÁTICO PARA DISCIPLINAS DE FÍSICA de autoria do discente JARDEL DE MOURA BEZERRA, requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia. A Banca Examinadora ficou assim constituída: Professora Doutora SUBÊNIA KARINE DE MEDEIROS, presidente da banca e orientadora do trabalho, Professora Doutora MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA e Professora Doutora JUSCIANE DA COSTA E SILVA, como membros. Abrindo a sessão, a orientadora e Presidente da banca, Professora SUBÊNIA KARINE DE MEDEIROS, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho de Conclusão de Curso, passou a palavra ao formando para apresentação de seu trabalho. Concluída a apresentação, seguiu-se a arguição pelos membros da banca examinadora e respectiva defesa do formando. Concluída a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, considerando o discente APROVADO, por unanimidade. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pela Presidente da banca. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da banca examinadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e aprovada, segue assinada por todos os membros da banca para fins de produção de seus efeitos legais.

Mossoró, 19 de novembro de 2021.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

SUBENIA KARINE DE
MEDEIROS:02450251464

Assinado de forma digital por SUBENIA
KARINE DE MEDEIROS:02450251464
Dados: 2021.11.26 13:43:45 -03'00'

Professora Doutora SUBÊNIA KARINE DE MEDEIROS – Ufersa
Presidente e orientadora

MARILIA PEREIRA DE
OLIVEIRA:02313364461

Assinado de forma digital por MARILIA PEREIRA
DE OLIVEIRA:02313364461
Dados: 2021.11.22 08:21:13 -03'00'

Professora Doutora MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA – Ufersa
Primeiro Membro

Jusciane da Costa e Silva

Assinado de forma digital por Jusciane
da Costa e Silva
Dados: 2021.11.22 09:09:29 -03'00'

Professora Doutora JUSCIANE DA COSTA E SILVA - Ufersa
Segundo Membro