

# ATAQUE DE FUNGOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA: UMA ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR REALIZADA COM ALUNOS DE ENGENHARIA

FUNGUS ATTACK ON WOODEN STRUCTURES: AN INTERDISCIPLINAR ACTIVITY  
CARRIED OUT WITH STUDENTS OF ENGINEERING

Deborah Faragó Jardim<sup>1</sup>, Cleide Aparecida Bomfeti<sup>2</sup>, Flávio Alchaar Barbosa<sup>3</sup>, Thaís Rodrigues Pinheiro<sup>4</sup>,  
Thâmara Vieira Nepomucena<sup>5</sup>, Thais Mayara Rodrigues Gomes<sup>6</sup>

## RESUMO

Este texto apresenta os resultados de um trabalho de pesquisa voltado para o ensino interdisciplinar de conteúdo da Microbiologia (MB) na Engenharia Civil (EC). Foram realizadas duas atividades práticas, conectando os conceitos tratados nesta unidade curricular com a disciplina de Resistência dos Materiais, utilizando-se para isso a metodologia de pesquisa denominada Engenharia Didática. O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma atividade interdisciplinar e seus respectivos resultados, capaz de estimular os estudantes e os docentes, promovendo, assim, a conexão entre os diferentes saberes, nas áreas mais distintas.

**Palavras-chave:** interdisciplinaridade; sequência didática; estruturas de madeira; fungos.

## ABSTRACT

This text presents the results of a research work focused on the interdisciplinary teaching of Microbiology content in Civil Engineering. Two practical activities were carried out connecting the concepts treated in this curricular unit with the discipline of Resistance of the Materials, using for this the research methodology denominated Didactic Engineering. The main objective of this work is to present an interdisciplinary activity and its respective results, capable of stimulating students and teachers, thus promoting the connection between different knowledge, in the most distinct areas.

**Keywords:** interdisciplinarity; didactic sequence; wood structures; fungi.

<sup>1</sup> Profa. Dra. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. dfjardim.ufvjm@gmail.com

<sup>2</sup> Profa. Dra. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. clebomfeti@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Me. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. flavio.alchaar@ufvjm.edu.br

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. thaisrpinheiro@hotmail.com

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. thamaranepo@gmail.com

<sup>6</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni. tmthaismayara@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), assim como outras universidades relativamente novas (UNIPAMPA, 2012; UFOPA, 2014), segue o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), que tem por objetivo a expansão do ensino superior para aumentar o número de vagas em todo o país.

Além disso, o programa propõe a reorganização e a interdisciplinaridade dos conteúdos nesse nível de ensino, visando a formar profissionais capazes de resolver problemas diferentes do seu cotidiano, visto que é oferecido aos alunos o domínio de outras áreas de conhecimento, além da sua área de formação específica.

O curso de Ciência e Tecnologia (C&T) da UFVJM possui duração de três anos, tendo como foco principal fornecer a base para que o estudante possa, ao fim desse período, optar por uma das engenharias oferecidas pela Instituição. Nessa segunda fase o estudante precisa, em média, de mais dois anos para concluir a engenharia escolhida (UFVJM, 2012). A proposta do curso é oferecer ao futuro profissional uma visão mais global, de maneira que ele consiga resolver problemas diversos em diferentes contextos.

Um dos objetivos do Projeto Político Pedagógico (PPP, 2012) do curso de C&T é proporcionar ao estudante uma formação que valorize posturas ética e comprometidas com o social para a atuação profissional na realização das atividades e solução de problemas, sempre partindo-se de uma visão ampla e interdisciplinar.

Entretanto, a proposta de um curso que ofereça a interdisciplinaridade não é algo trivial, pois grande parte dos docentes dessa fase inicial são licenciados e/ou bacharéis em áreas específicas das ciências básicas e não possuem qualquer capacitação que os auxiliem na promoção da interdisciplinaridade. Por exemplo, os professores que ministram as disciplinas básicas obrigatórias de Biologia Celular (BC) e Microbiologia (MB) são formados em Ciências Biológicas e, na maior parte das vezes, não apresentam habilidades para conectar o conteúdo das ementas dessas

unidades curriculares com a pretendida área de formação do estudante.

Na outra ponta dessa discussão estão os professores das engenharias, em especial os da Engenharia Civil (EC), que em sua maioria carecem de base pedagógica, além de terem estudado em modelos de currículos considerados tradicionais, em que a interdisciplinaridade não fora prioridade, como ocorre nos modelos de curso mais conservadores (UFV, 2013; UFMG, 2010; E.P USP, 2013). Muitos destes profissionais não entendem a importância desse modelo de currículo e, não raro, transmitem aos alunos essa sensação de que algumas disciplinas não são necessárias, como ocorre com a MB.

Com isso, problemas como a falta de interesse dos alunos nessas disciplinas, consideradas por eles como desnecessárias em sua vida profissional, acarretam uma série de prejuízos, como por exemplo a desistência do curso por parte dos discentes que buscam uma formação mais tradicional, além do desânimo dos docentes em função do descaso dos alunos com a disciplina.

Ademais, as turmas no curso de C&T são numerosas, contando com a entrada de 120 alunos por semestre, divididos em duas turmas de 60. Com os altos índices de retenção, surge a necessidade de abertura de vagas para os estudantes retidos nas disciplinas. Isto faz com que algumas turmas tenham até 72 alunos e uma estrutura física e pedagógica deficiente com a qual o professor tem que lidar. Este fato, certamente, contribui com a desmotivação, tanto por parte dos estudantes quanto por parte dos docentes, acarretando um aumento ainda maior na retenção e na evasão.

Apesar de todas essas dificuldades, os docentes do curso de C&T, de diferentes disciplinas, têm buscado formas de motivar os estudantes, seja através de novas metodologias de ensino, com diferentes práticas pedagógicas (JARDIM et al., 2017), seja com o uso de ferramentas tecnológicas (DA SILVA et al., 2016) para a aprendizagem dos conteúdos de certas unidades curriculares.

Por outro lado, a questão interdisciplinar que se discute aqui pode se tornar uma forte aliada no processo motivacional, especialmente para os alunos da EC, considerando que o desenvolvimento tecnológico e o estudo de

novos materiais têm proporcionado grandes avanços na construção civil. Com isso, é possível mostrar ao estudante que o profissional com uma visão mais global, que tenha um conhecimento teórico e prático mais diversificado, poderá estar mais bem capacitado no momento em que necessitar resolver problemas que possam surgir nesse novo contexto.

Disciplinas – como Resistência dos Materiais, Técnicas e Materiais de Construção, Estradas e Pavimentação, Fundações e Obras de Terra entre outras – podem ser conectadas à disciplina de Microbiologia, tendo em vista que muitos estudos avançam mostrando que os microrganismos podem ser ótimos aliados da construção civil, como exemplo através do processo de biorremediação. Neste método, organismos vivos como plantas e microrganismos podem ser utilizados para remover e/ou reduzir poluentes que se encontram presentes no ambiente. De acordo com Gaylarde *et al.*, (2005), trata-se de um processo “biotecnológico de remediação”, amplamente pesquisado e recomendado pela comunidade científica atualizada, com a finalidade de se apresentar como uma alternativa possível e bastante viável no tratamento de ambientes contaminados – exemplos são as águas superficiais, subterrâneas e solos.

Questões muito atuais – como é o caso do rompimento das barragens (de Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, ambas cidades de Minas Gerais), que provocou a contaminação do solo e do ambiente por meio dos rejeitos da mineração – podem ser abordadas em sala de aula de forma interdisciplinar. Alguns estudos apontam para o uso de bactérias capazes de promover a biorremediação de áreas degradadas pelos rejeitos das mineradoras após o rompimento das barragens. Bactérias como as *Pseudomonas sp.* e o *Bacillus sp.* têm se mostrado eficientes na remediação de cobre, ferro e manganês (SILVA *et al.*, 2016). Esses exemplos ajudam a enfatizar a importância do estudo de MB no mundo atual, especialmente para a área de engenharia.

As bactérias também se mostram com boa aplicabilidade na regeneração de estruturas, uma vez que podem auxiliar no tratamento de patologias do concreto, como pode ser visto em Claudino *et al.* (2017), que afirmam que as bactérias – quando ativadas pelo contato com a água, em razão da abertura de fissuras – iniciam um processo de produção de calcário, que reduz a abertura e sela a fissura, progressivamente, a cada dia, o que faz com que, ao fim do processo, a abertura seja completamente fechada; além disso, o material que se usa na produção desse fechamento não altera e nem reduz significativamente a resistência as propriedades do concreto.

Por outro lado, os microrganismos podem representar um problema para as estruturas e os materiais quando estes sofrem o ataque de microrganismos presentes no ambiente. Nesse caso, é importante que o profissional entenda de que forma isto ocorre para que tome as decisões mais corretas frente ao problema.

Partindo dessas reflexões, pretende-se mostrar que o uso de um material pedagógico apropriado, com metodologias de ensino eficientes, pode contribuir com a qualidade de ensino para os estudantes da EC, motivando-os; bem como para os docentes do curso, buscando correlacionar as disciplinas e mostrar as aplicações tecnológicas que surgem desse procedimento interdisciplinar.

A atividade que será discutida neste texto prevê a análise dos efeitos da contaminação de corpos de prova de madeira por fungos presentes no ambiente. O uso do concreto também seria possível, porém se tornaria inviável já que os corpos de prova de concreto levariam 28 dias (4 semanas) apenas no processo de cura e a ideia foi que o experimento fosse feito durante um semestre letivo, ou seja, em 18 semanas.

Desse modo, o objetivo principal deste trabalho foi o de verificar se as atividades didáticas, produzidas a partir de longas reflexões estimuladas pela metodologia de pesquisa utilizada, serão capazes de auxiliar os estudantes na percepção da interdisciplinaridade dos conceitos estudados em MB com sua futura área profissional. Além disso, pretendeu-se verificar de que forma,

mediante a colocação de uma situação-problema, os alunos conseguiriam compreender e formular uma solução contundente quanto à ação de fungos na madeira, consolidando, desse modo, o caráter interdisciplinar.

Os resultados da atividade prática estão apresentados de diferentes formas. A análise dos resultados do ataque dos fungos à madeira foi feita de duas maneiras: a primeira, avaliando a densidade do corpo de prova; e a segunda, verificando o efeito de sua resistência à compressão. A densidade calculada antes e depois do ataque está representada num gráfico e a verificação da resistência das fibras da madeira é mostrada qualitativamente por meio de imagens dos corpos após o ensaio de compressão.

Os resultados referentes à análise das atividades didáticas foram colocados em forma de tabela para facilitar o entendimento, confrontando-se as hipóteses levantadas na pesquisa com as respostas dos alunos. O número de estudantes presentes em todo o procedimento aqui descrito foi de vinte e três, não havendo grupo de controle para comparação, uma vez que a metodologia de pesquisa utilizada não necessita de estatística comparativa.

Por fim, as observações feitas durante a pesquisa e consideradas relevantes estão comentadas ao longo da seção de resultados e discussão.

## USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira é um material encontrado na natureza e esse fato contribuiu com sua utilização na construção civil de forma simples e rápida. Com isso, seu histórico como material estrutural é longo, vindo desde as civilizações primitivas e estando presente até os dias atuais, mesmo com relativo declínio em função das questões ambientais. Como forma de contornar esta situação, algumas soluções são mundialmente adotadas, como por exemplo a utilização de madeiras de reflorestamento.

Muitas propriedades da madeira fazem com que ela seja um material atraente para a construção civil, como exemplo o fato de que se consume pouca energia no seu processamento, a sua alta resistência específica,

suas boas qualidades no que diz respeito ao isolamento térmico e elétrico e seu relativamente fácil manuseio, manual ou por máquinas (ZENID, 2011). Graças às características apreciáveis que apresenta, seu emprego se estende a construções de pontes, igrejas, residências entre outras edificações.

O uso da madeira em fundações das estruturas, como as pontes por exemplo, é interessante, uma vez que, quando imersa totalmente em água, esse material não sofre ataque de microrganismos, conseguindo manter-se preservada, aumentando o tempo de vida útil das fundações. De acordo com Miná e Dias (2008), muitas são vantagens da utilização das estacas de madeira, como a leveza, flexibilidade, resistência a choques, conicidade natural, além de ser matéria-prima natural e renovável. Ainda mais, as estacas desse material têm durabilidade quase ilimitada quando preservadas abaixo do lençol freático.

As estruturas *drywall* são um outro exemplo de aplicação da madeira, visto que estas podem ser utilizadas como reforço interno em casos em que as cargas atuantes ultrapassem os limites estabelecidos pelos fabricantes (NUNES, 2015). Em países como Estados Unidos e Japão, o uso deste tipo de estrutura é amplamente difundido, porém, no Brasil, este segmento encontra-se ainda em fase de consolidação, mas com bom crescimento no ramo da construção civil.

Apesar de apresentar muitos benefícios, é necessária uma análise criteriosa para o emprego da madeira, visto que esta é suscetível a fatores naturais, como a umidade, o oxigênio e o calor. Se não ocorrer o preparo de maneira adequada, ela estará exposta à ação de agentes biodeterioradores, permitindo a proliferação de fungos e bactérias, o que ocasionará a perda de massa e conseqüente redução de sua resistência. Em condições de umidade elevada, as fibras da madeira encontram-se saturadas e, com temperaturas em torno de 25°C a 30°C, favorecem o crescimento de fungos.

Como pode ser visto em Mendes e Alves (1988), estes microrganismos são responsáveis pela liberação de enzimas que em contato com a parede celular da madeira reagem com seus componentes causando a sua degradação em nível molecular. Nestas condições, alguns sintomas podem ser observados facilmente,

como a mudança de coloração ou a alteração na densidade da madeira por causa da perda de massa ocasionada pelos microrganismos. Derivados desse efeito podem ocorrer problemas mais graves, como a redução de sua resistência por problemas internos das fibras, resultando muitas vezes em grandes prejuízos econômicos.

Por todos esses motivos, uma base de formação que seja mais generalista e que proporcione ao engenheiro melhores condições de lidar com situações adversas faz com que esse profissional seja mais adequado ao mercado futuro, que tende a ser mais exigente e mais tecnológico.

## METODOLOGIA APLICADA NA PESQUISA

Este trabalho, entre outras coisas, trata da introdução de práticas pedagógicas que possibilitem a interdisciplinaridade da MB com outras unidades curriculares do curso de EC. A fundamentação na construção dessas atividades se pautou em amplas discussões entre os pesquisadores de diferentes áreas. Nesta tarefa o procedimento da pesquisa se baseou numa metodologia de origem francesa, denominada Engenharia Didática (ED) <sup>7</sup>, inicialmente desenvolvida para investigar questões no ensino da Matemática, mas que, atualmente, pode ser encontrada em outras áreas de ensino, como por exemplo no Ensino de Ciências (GUIMARÃES et al., 2015).

O procedimento de validação é realizado internamente e por esta razão todos os roteiros produzidos neste trabalho se fundamentam nas etapas propostas nessa metodologia, de modo a garantir que as sequências didáticas contribuam com o processo de aprendizagem dos estudantes, bem como possibilitem a inserção interdisciplinar dos assuntos abordados, buscando a validação das hipóteses da pesquisa.

Em adaptação à concepção original da ED, proposta pela pesquisadora Michèle Artigue (1996), o desenvolvimento aqui se dá

por meio da aplicação das quatro etapas seguintes:

1) análises preliminares: levantamento exaustivo acerca das questões didáticas referentes aos assuntos que serão investigados;

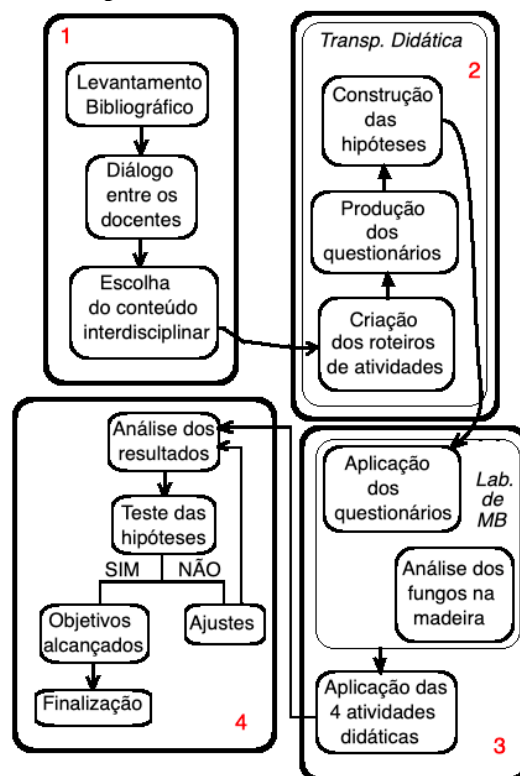
2) concepção do experimento e análise a priori: escolha da metodologia de ensino e estruturação da situação didática e das hipóteses que serão investigadas;

3) experimentação e análise a posteriori: aplicação das sequências didáticas, bem como análise das observações de acordo com as hipóteses levantadas na etapa anterior;

4) Validação: Análise dos resultados e dos respectivos testes aplicados na etapa 3, com o intuito de validar ou não as hipóteses levantadas na etapa 2.

A Figura 1 apresenta as ações adotadas em cada etapa da metodologia que foi aplicada nesta pesquisa.

Figura 1 - Etapas inerentes à ED que foram aplicadas no trabalho.



Fonte: elaborada pelos autores.

De acordo com a ED, a forma de se investigar o objeto da pesquisa e analisar os resultados obtidos não necessita de

<sup>7</sup> Essa denominação se deu pelo entendimento de que se trata de uma tarefa semelhante à de um Engenheiro, no que tange ao processo de um

planejamento bem elaborado, em que a construção é baseada nos conhecimentos prévios dos indivíduos da pesquisa e no meio onde estão inseridos (ARTIGUE, 1996).

procedimento estatístico. Entretanto, para que o processo de validação tenha confiabilidade é necessário que os registros das observações durante a experimentação (etapa 3) sejam bem controlados, por exemplo por meio de anotações, questionários, filmagens ou gravações de áudio. Desse modo, por se tratar de uma pesquisa que lida com o comportamento dos indivíduos para conclusão dos dados, todas as observações devem ser bem analisadas e discutidas entre os pesquisadores.

Outra questão bastante relevante na tarefa desenvolvida neste trabalho se deve à escolha da metodologia de ensino e das práticas pedagógicas, de modo que elas sejam apropriadas e contribuam com a aprendizagem dos conteúdos abordados. Com isso, a metodologia seria uma ferramenta para facilitar a conexão entre os diferentes saberes, auxiliando na retenção do conhecimento adquirido pelo futuro engenheiro, que deverá ser capaz de buscar o saber apreendido quando for necessário.

Nesse sentido, a Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991) – uma proposta pedagógica que indica ação efetiva no âmbito educacional – é uma excelente aliada. A base dessa proposta está no desenvolvimento de estratégias eficazes, que possam compor as diferentes metodologias de ensino, envolvendo componentes fundamentais que colaborem com a aprendizagem, especialmente a interdisciplinaridade, que é o assunto principal desta pesquisa.

O outro componente que dá o delineamento a essa proposta é a contextualização, isto é, a forma com a qual deve ocorrer a produção do conhecimento, baseada em situações do cotidiano. Pode-se chegar a esse fim, por exemplo, através de uma situação-problema idealizada, porém de caráter realístico, fazendo com que o aluno busque o conhecimento adquirido acerca do tema, dentro do contexto proposto, e o aplique corretamente. Portanto, a contextualização é tão, ou até mais importante, que a interdisciplinaridade, dentro da visão da Transposição Didática (ALMEIDA, 2007).

Nessa pesquisa, o aluno foi o principal sujeito e teve participação fundamental nas respostas aos questionários aplicados, acerca da importância da MB no curso, na realização da

prática experimental com caráter interdisciplinar e na busca pela solução de um problema aplicado e contextualizado, baseado em caso real.

## A ATIVIDADE NO LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA

A atividade desenvolvida no Laboratório de MB teve por finalidade isolar os fungos coletados no ambiente externo e preparar uma solução fúngica para aplicação nos corpos de prova de madeira. Com esse experimento foi possível discutir a importância de se estudar MB no curso de engenharia, abordando a influência dos microrganismos na escolha do uso de materiais na construção civil.

Inicialmente foi feito o preparo do meio de cultura de batata (BDA), que foi autoclavado e em seguida vertido em placas de Petri, que foram mantidas a uma temperatura de 4°C até sua utilização no experimento.

A coleta dos fungos foi feita pelos próprios estudantes, dentro do *campus* da Universidade, por meio da busca por alguma estrutura que apresentasse aspecto de contaminação por fungos. Os pedaços de madeira encontrados foram levados para o Laboratório de MB para o isolamento desses fungos, utilizando o meio preparado anteriormente. Após sete dias as colônias fúngicas eram visíveis e os corpos de prova foram preparados para a inoculação com os fungos.

Figura 2 – Colônias de fungos.



Fonte: arquivo dos autores.

A Figura 2 apresenta, à esquerda, uma placa de Petri com o aspecto final do cultivo dos fungos isolados a partir dos pedaços de madeira contaminados. À direita, é possível verificar o momento da manipulação do material na placa, com o intuito de se coletar os fungos para o preparo da solução de inoculação.



**Figura 3 – Corpos de prova no 1º dia e após 72 dias de inoculação fúngica.**



Fonte: arquivo dos autores.

Os corpos de prova foram depositados nos vidros mostrados na Figura 3. À esquerda observa-se o experimento em seu estágio inicial e na imagem à direita estão os corpos de prova depois de 72 dias de inoculação, em que algumas amostras de madeira ficaram em contato com os fungos e outras não, que foram utilizadas para controle negativo.

Para comparar os efeitos do ataque dos fungos nos corpos de prova foi necessário aferir suas dimensões, com a utilização de paquímetros, e registrar a massa de cada objeto, utilizando uma balança de precisão. Esse procedimento foi feito em 3 momentos: (1) antes do ataque fúngico, ou seja, no início do experimento; (2) depois de 72 dias, mas antes da secagem; e (3) 24hs após a secagem dos corpos de prova. As imagens mostradas na Figura 4 representam o momento da realização dessas medidas.

**Figura 4 – Aferição e registro das dimensões e da massa dos corpos de prova**



Fonte: arquivo dos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho buscou levantar a questão da interdisciplinaridade entre a Microbiologia e unidades curriculares da

Engenharia Civil. A proposta central foi introduzir uma atividade didática, de caráter experimental, capaz de motivar os estudantes na prática da investigação para compreensão e solução de um problema real. Dentro dessa perspectiva, os alunos precisariam realizar o experimento utilizando conceitos apreendidos em MB, buscar informações em suas áreas de formação e identificar e solucionar o problema da contaminação por microrganismos de material utilizado na construção civil.

Na comparação das hipóteses levantadas pelos pesquisadores e as respostas dos alunos nos questionários aplicados, percebe-se que grande parte desses estudantes conseguiu entender a importância do estudo da MB em aplicações na engenharia. Os resultados dessa observação encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1 – Questões e Hipóteses levantadas a respeito das atividades e discussões das respostas dos alunos acerca destes apontamentos**

**Q1.1** – *Você consegue perceber a aplicabilidade da Microbiologia em outras disciplinas dos cursos de Engenharia? Se sim, cite-as.*

**Hipótese 1** – Os alunos serão capazes de perceber a aplicabilidade da MB em outras disciplinas, mas terão dificuldades de dizer quais são elas.

*Parcialmente validada – Todos os alunos responderam que percebem a aplicabilidade, no entanto houve alunos que não apresentaram dificuldade em dizer em quais disciplinas os conceitos vistos em MB podem ser abordados.*

**Q1.2** – *Você sabe quais os malefícios e benefícios que os fungos podem causar em estruturas da construção civil?*

**Hipótese 2** – Os alunos sabem que os fungos podem trazer malefícios para a construção civil, no entanto não saberão dizer quais são.

*Parcialmente validada – Todos os alunos disseram saber que os fungos podem ser maléficis na construção. A maioria conseguiu dizer sucintamente quais são esses malefícios e alguns ainda citaram a degradação da madeira e do concreto. Também teve respostas evasivas como*

<p><i>“degradação dos materiais”, e teve ainda os que não souberam justificar a resposta.</i></p>
<p><b>Q2.1</b> – <i>Observe a tabela 2, referente à variação da massa e do volume. Para cada caso, analise se houve a diminuição, o aumento ou nenhuma alteração significativa da massa específica.</i></p> <p><b>Hipótese 3</b> – Os alunos serão capazes de perceber a variação da massa.</p> <p><i>Hipótese validada – Todos os alunos, comparando o antes e o depois, puderam perceber uma variação.</i></p>
<p><b>Q2.2</b> – <i>Caso você tenha observado alteração significativa da massa específica, a qual fator biológico você atribui tal variação? Justifique.</i></p> <p><b>Hipótese 4</b> – A maior parte dos alunos será capaz de perceber que os fungos são os principais responsáveis pela variação da massa das amostras de madeira, porém nem todos saberão justificar porque o fungo biodegradou a madeira.</p> <p><i>Hipótese validada – A maioria dos alunos conseguiu atribuir aos fungos a redução da massa, porém nenhum deles soube justificar este fato. Alguns alunos afirmaram que o aumento da massa de algumas amostras se devia à umidade.</i></p>
<p><b>Q2.3</b> – <i>Um senhor precisando reformar um telhado buscou no fundo do seu quintal pedaços de madeiras de pinus que estavam ali armazenadas. Notou-se que a madeira continha pontos esverdeados com aspecto pulverulento, o senhor limpou a superfície dessa madeira com um pano umedecido e a utilizou na reforma do telhado. Após 6 meses, ele observou que toda a madeira do telhado estava semelhante à madeira coletada no seu quintal, além do chão da sua casa estar com um pó fino esverdeado. O senhor solicitou a ajuda de um engenheiro que ao fazer a análise da madeira deu o seu diagnóstico. Você, no lugar desse engenheiro, daria qual diagnóstico? O que ocasionou esse problema no telhado e qual a possível solução para reverter essa situação?</i></p> <p><b>Hipótese 5</b> – Os alunos serão capazes de perceber que o problema da madeira na</p>

situação proposta (análise de caso) se deve à ação dos fungos.

*Hipótese validada – Todos os alunos apontaram os fungos como causa da degradação da madeira.*

**Q2.4** – *Você acredita que um engenheiro que não teve a disciplina de Microbiologia em sua formação seria capaz de resolver esse problema de forma contundente? Justifique.*

**Hipótese 6** – Os alunos irão dizer que um engenheiro que não teve a disciplina de MB é incapaz de resolver o problema proposto com a madeira do telhado, de forma contundente. Ao final desta pergunta todos os alunos serão capazes de perceber a interdisciplinaridade entre a MB e a Engenharia.

*Hipótese parcialmente validada – Apenas dois alunos disseram que um engenheiro não precisa da disciplina de MB para solucionar o problema, sendo que um deles, ao final, disse que a disciplina é importante para formação de um engenheiro. Os demais estudantes afirmaram que de posse dos conteúdos da disciplina o profissional pode solucionar rapidamente e de maneira eficaz a proliferação dos fungos. A validação foi parcial, já que grande parte dos alunos percebeu a interdisciplinaridade entre a MB e disciplinas da EC.*

De forma individual, ao responder a situação descrita na questão Q2.3 da Tabela 1, todos os alunos perceberam que o problema seria causado pela contaminação de fungos, logo, pode-se validar totalmente a hipótese de que os alunos identificaram o problema e, ainda, houve sugestão de que se avaliasse a resistência à compressão do material contaminado em comparação com o não contaminado.

Como os corpos de prova não possuíam as dimensões no padrão estabelecido pela norma NBR 7190:1997 não foi possível obter resultados numéricos e/ou gráficos de forma conclusiva, mas ainda assim verifica-se visualmente uma maior tendência de ruptura no material contaminado, em relação ao não contaminado, como se observa na Figura 5. O



corpo contaminado apresentou uma redução de 36% quando comparado com seu tamanho inicial, enquanto a madeira não contaminada sofreu redução de 8%.

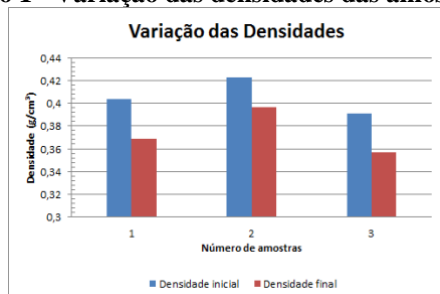
**Figura 5 – Corpos de prova submetidos ao ensaio de compressão.**



Fonte: arquivo dos autores.

Por outro lado, os dados referentes à massa e ao volume dos corpos de prova, antes e depois do ataque, permitiram avaliar sua densidade, em que se observou uma ligeira variação. O material utilizado no experimento como corpo de prova foi a madeira de Pinus. De acordo com a literatura, as densidades da madeira de Pinus podem variar conforme a família, a idade da árvore, tamanho, umidade etc. Conforme Xavier (2009), pode-se estimar esses valores, em média, em torno de  $412 \text{ kg/m}^3$ , ou seja,  $0,412 \text{ g/cm}^3$ , atendendo proximamente aos valores das densidades da madeira utilizada aqui. Entretanto, mesmo que não se identifique o tipo de Pinus usado neste experimento para afirmar o valor mais aproximado da densidade do corpo de prova, o que importa é o valor relativo, ou seja, a densidade antes e depois do ataque dos fungos para uma mesma amostra.

**Gráfico 1 - Variação das densidades das amostras.**



Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 1 é possível observar a diminuição no valor da densidade das amostras, comparando-se, para os três corpos de prova, o mesmo corpo antes e depois do ataque fúngico, de modo que a coluna à esquerda refere-se à densidade do corpo de prova antes da

contaminação e a coluna da direita indica a densidade do mesmo corpo após a contaminação, depois de limpo e seco. Mesmo que os valores não sirvam para efeitos conclusivos acerca da relação da massa com o ataque dos fungos, já que o experimento não previa estimar a perda de massa da madeira por método científico, foi possível observar que houve a perda, sendo suficiente para o trabalho de ensino.

A situação-problema Q2.3 da Tabela 1, que os alunos de MB discutiram na atividade prática, também foi proposta a dois outros grupos de estudantes ou profissionais: (1) que já tiveram essa disciplina na graduação do curso de EC; e (2) que seguiram o currículo tradicional. Na comparação das respostas desses dois grupos foi possível diferenciar as propostas de solução para o problema da contaminação da madeira. Todos os que foram questionados perceberam se tratar de fungos, mas apenas os do grupo (1) foram capazes de atribuir aos esporos desses microrganismos o pó esverdeado que estava se desprendendo da madeira.

No que tange à solução apresentada para esse problema, quase todos dos dois grupos sugeriram a troca da madeira ou aplicação de fungicida. Entretanto, indivíduos do grupo (2) sugeriram apenas uma lavagem da madeira contaminada com água sanitária e sabão para a total remoção dos fungos. Porém, essa solução não é eficiente uma vez que o uso de água sanitária e sabão poderá retirar as hifas dos fungos, mas uma nova infestação deverá surgir com a multiplicação de esporos dos fungos presentes na madeira, já que estas estruturas além de serem responsáveis pela reprodução dos fungos são também mais resistentes.

Por fim, entende-se que o presente trabalho alcançou o objetivo principal de contribuir, através da atividade didática aplicada, com a interdisciplinaridade de MB e disciplinas da EC, permitindo a aprendizagem do conteúdo de maneira eficaz por meio de um problema idealizado e mostrando aos estudantes a importância de uma formação mais ampla na busca pela resolução de problemas que poderão surgir no futuro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos investigados nessa pesquisa foram abrangentes, conectando o saber acerca dos temas específicos da biologia, como no caso da identificação dos microrganismos, na coleta e na cultura dos fungos, com o efeito do ataque desses sujeitos à madeira utilizada na construção civil, como a perda de massa e o possível comprometimento na resistência do material.

O envolvimento dos alunos nas tarefas e as indagações levantadas por eles durante o experimento foram fundamentais no processo de aprendizagem do conteúdo e na percepção da correlação existente entre o estudo dos microrganismos e a futura área de atuação. Muitos dos estudantes que reconheceram a aplicabilidade da MB em outras disciplinas, mesmo antes da prática, não sabiam como e onde se aplicaria, mas todos foram unânimes, ao final do experimento, em relação à sua e relevância à sua importância na inserção na estrutura curricular desse curso, bem como perceberam a aplicabilidade nas disciplinas de Estruturas e Resistência dos Materiais.

Entende-se que existe resistência por parte de muitos profissionais da EC quanto à disciplina de MB na grade curricular desse curso. Entretanto, é possível questionar se o profissional com uma formação muito restrita à sua área de conhecimento será totalmente habilitado para resolver problemas do mundo moderno. Porém, isto não quer dizer que esse profissional terá menos qualidade que o primeiro, mas apenas poderá necessitar de maiores estudos e cursos que proporcionem essa visão mais ampla.

Por outro lado, também não se pode garantir que o estudante que teve acesso a todas essas informações, dadas por um currículo diferenciado, será capaz de lidar com os problemas que virão, de forma contundente. Saber usar essas informações é algo totalmente pessoal e depende de vários fatores, como o grau de dedicação ao curso e a vontade de buscar esse conhecimento no momento necessário. Infelizmente, o que se observa, em geral, nas salas de aula é uma preguiça mental por parte dos alunos, que estão se acostumando a receber tudo pronto, não encontrando mais a necessidade e nem a vontade de pensar.

A escolha de querer aprender ou não é pessoal, mas requer um movimento de ação por parte do estudante. Sabe-se que não existe metodologia de ensino que alcance aqueles discentes que não se interessam pelo curso, ou pelas disciplinas. Apesar disso, os docentes dos cursos de C&T e das Engenharias da UFVJM estão buscando contribuir com a formação desse profissional, por meio de novas práticas, com a visão mais ampla e moderna do engenheiro que o futuro espera.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. P. **Transposição Didática**: por onde começar?. Cortez Editora, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190:1997. **Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro, agosto 1997. 107p.
- ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: BRUN, J. **Didactiques des Mathématiques**. Paris: Delachaux et Niestlé, 1996.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique**: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné. Grenoble, La pensée Sauvage, 1991.
- CLAUDINO, C. M. A.; GOMES, B. M. C.; NEVES, Y. T.; NASCIMENTO, M. V. **Presença de Bactérias no Concreto**: Uma Análise da Biodeterioração e Bioregeneração. *Conferência Nacional de Patologias e Recuperação de Estruturas*, 2017.
- DA SILVA, J. M.; JARDIM, D. F.; CARIUS, A. C. O Ensino e a Aprendizagem de Conceitos de Cálculo usando Modelos Matemáticos e Ferramentas Tecnológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 2, p. 70-80, 2016.
- GAYLARDE, C. C.; BELLINASSO, M. L.; MANFIO, G. P. 2005. **Biorremediação**: Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, nº 34.
- GUIMARÃES, R. S.; BARLETTE, V. E.; GUADAGNINI, P. H. 2015. A engenharia didática da construção e validação de sequências de ensino: um panorama com foco no ensino de ciências. **Revista Polyphonia**, v. 26/1, jan./ jun. 211-226.
- JARDIM, D. F.; JÚNIOR, E. A. S.; NEPOMUCENA, T. V.; PINHEIRO, T. R.; PEREIRA, M. M. O Laboratório Virtual como espaço para aprendizagem de conteúdo da análise dimensional – um relato de experiência do uso do

GeoGebra no ensino de física. **Vozes dos Vales**. n. 11, 2017.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. 1988. **A degradação da madeira e sua preservação**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Departamento de Pesquisa. Laboratório de Produtos Florestais. No. 634.984 M538. Brasília.

MINÁ, A. J. S.; DIAS, A. A. Estacas de madeira para fundações de pontes de madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, v. 10, p. 129-155, 2008.

NUNES, H. P. **Estudo da Aplicação do Drywall em Edificação Vertical**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SILVA, M. A.; SILVA, T. A. C.; SILVA, M. P.J.; CANDÊA, S. K.; CALVACANTI, R. S. **Biorremediação por bactérias em rejeitos despejados da barragem de uma empresa mineradora no Rio Doce: uma revisão bibliográfica**. II Seminário dos Estudantes de Pós-graduação. IFMG Campus Bambuí. 2016. Disponível em: <<https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/images/S/EP/2016/Resumo%2045.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2019.

UFOPA. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e**

**Tecnologia**. Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, PA. 2014. Disponível em: <[http://www2.ufopa.edu.br/ufopa/arquivo/proen-cursos-portarias-ppcs/PPC\\_PROJETOPEDAGGIODOCURSODEBACHARELADOINTERDISCIPLINAREMCINCI AETECNOLOGIA.pdf](http://www2.ufopa.edu.br/ufopa/arquivo/proen-cursos-portarias-ppcs/PPC_PROJETOPEDAGGIODOCURSODEBACHARELADOINTERDISCIPLINAREMCINCI AETECNOLOGIA.pdf)>. Acesso em 07 dez. 2018.

UFVJM. **Projeto Pedagógico de Curso - Bacharelado em Ciência e Tecnologia**. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Campus do Mucuri. Teófilo Otoni, 2012. Disponível em: <<http://www.ufvjm.edu.br/prograd/projetos-pedagogicos.html>>. Acesso em 07 dez. 2018.

UNIPAMPA. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia-Integral**. Universidade Federal do Pampa. Itaqui, RS. 2012. Disponível em: <[http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/riu/116/1/PPC\\_Bacharelado%20Interdis%20CT\\_I ntegral\\_Itaqui.pdf](http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/riu/116/1/PPC_Bacharelado%20Interdis%20CT_I ntegral_Itaqui.pdf)>. Acesso em 07 dez. 2018.

ZENID, J. G. **Madeira na construção civil**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A., São Paulo, 2011.

---

## DADOS DOS AUTORES



**Deborah Faragó Jardim** – Possui licenciatura em Física pela Universidade Vale do Rio Doce – Univale (1998), mestrado em Física pela UFJF (2002) e doutorado em Física pela UFES (2010). É professora no Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia da UFRJ desde 2010. Trabalhou com interferometria aplicada à biologia e com crescimento de estruturas em cosmologia. Trabalha com educação no curso de engenharia buscando novas metodologias de ensino, incluindo o uso de *softwares* livres como ferramenta de apoio.



**Cleide Aparecida Bomfeti** – Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (2004), Mestrado em Ecologia Química pela Universidade de Hokkaido (HOKKUDAI) no Japão (2006) e Doutorado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (2010) com período sanduíche na Universidade de Gent (UGENT)/ Flanders Institute for Biotechnology (VIB). Tem experiência nas áreas de Microbiologia, Genética de Microrganismos e Biotecnologia. Atualmente é Professor associado e pesquisadora do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Tem interesse na área de educação, com ênfase em metodologias de ensino e práticas pedagógicas no ensino de engenharia.



**Flávio Alchaar Barbosa** – Mestre em Engenharia Civil, subárea Geotecnia (2003) na PUC/RJ (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro). Atualmente Professor Assistente Nível II na UFVJM (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri), trabalha na área Engenharia Civil na disciplina de Resistência dos Materiais. Tem interesse na área de educação em engenharia com foco em: formação em engenharia, experiências metodológicas e práticas pedagógicas para o ensino da engenharia.



**Thaís Rodrigues Pinheiro** – Possui Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM (2017), e está finalizando a graduação em Engenharia Civil em fevereiro de 2019. Participou do projeto Parque da Ciência e Ciência na Escola, trabalha com *softwares* livres aplicados ao ensino, foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET). Atualmente é bolsista de projeto de extensão voltado para a divulgação da Ciência do Solo através de mídias sociais, e trabalha com desenvolvimento de atividades pedagógicas para promover a interdisciplinaridade entre as disciplinas do curso de Engenharia Civil. Tem interesse na área de educação, em especial no ensino de engenharia.



**Thâmara Vieira Nepomucena** – Possui Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM (2017), e está finalizando a graduação em Engenharia Civil em fevereiro de 2019. Foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET), trabalha com *softwares* livres aplicados ao ensino, parque da ciência e elaboração de conteúdo para site envolvendo a disciplina de Ciência do Solo. Trabalha na elaboração atividades e práticas de ensino no curso de Engenharia Civil. Tem interesse na área de educação, especialmente no ensino de engenharia.



**Thais Mayara Rodrigues Gomes** – Possui Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM (2018). É graduanda no curso de Engenharia Civil pela UFVJM. Trabalha em projetos que visam a elaboração de atividades e práticas de ensino para no curso de Engenharia Civil. Tem interesse na área de educação, em especial no que se refere ao ensino de engenharia.