



Ações de extensão no ensino do aço como matéria prima na construção civil

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5008

Autores: MACKSUEL SOARES DE AZEVEDO, JULIANA DA CRUZ VIANNA PIRES, DEBORA MAIA GUIMARAES, RAYLANE DE SOUZA CASTOLDI

Resumo: *A presença do aço na construção civil aumentou significativamente nas últimas décadas, o que se deve aos benefícios dos sistemas estruturais em aço. A construção em aço está em sintonia com o desenvolvimento ambientalmente sustentável, uma vez que é um material integralmente reciclável. Apesar das vantagens, tais como liberdade e flexibilidade arquitetônica, reduzido prazo de execução, precisão dimensional e alívio de cargas nas fundações, a construção em aço ainda tem baixa participação no PIB do segmento da construção civil. Tal fato está condicionado à tradicional cultura do concreto, à baixa remuneração da mão-de-obra operacional e ao seu reduzido estímulo nos cursos de engenharia e arquitetura. Neste contexto, o projeto de extensão intitulado "O Aço como Matéria-prima para a Construção Civil" surge como uma iniciativa conjunta entre a UFES e a ArcelorMittal Brasil, com o objetivo de promover e incentivar a adoção da construção em aço. Através de palestras, workshops e cursos, o projeto oferece oportunidades de capacitação complementar para profissionais do setor, buscando ampliar o conhecimento e a conscientização sobre as vantagens e aplicações do aço na construção civil.*

Palavras-chave: *projeto de extensão, construção civil, construção em aço, capacitação, ensino.*

AÇÕES DE EXTENSÃO NO ENSINO DO AÇO COMO MATÉRIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos em aço trazem diversas vantagens para as edificações, tanto em termos de versatilidade como de durabilidade, além de estarem alinhados aos pilares do desenvolvimento sustentável. Ao contrário do concreto e da madeira, ele é um material 100% reciclável, com potencial para retornar aos fornos sob a forma de sucata e originar novos produtos sem perda de qualidade.

A tecnologia por trás dos sistemas em aço permite projetar elementos mais esbeltos e mais leves que os equivalentes em concreto, vencendo maiores vãos e melhorando o aproveitamento de espaços internos nas edificações. Destaca-se a facilidade de adaptação dos espaços concebidos em aço, quando há necessidade de realizar algum tipo de ampliação ou reforma, bem como sua compatibilidade em trabalhar com outros materiais estruturais, como o concreto, para compor lajes, vigas e pilares mistos, ou mesmo estruturas híbridas. Por outro lado, em decorrência do reduzido estímulo à construção em aço em alguns cursos de graduação em engenharia civil e arquitetura, formam-se profissionais com pouco conhecimento acerca de suas aplicações na construção.

Neste contexto, foi concebido o projeto de extensão intitulado "O aço como matéria-prima para a construção civil", uma parceria entre a ArcelorMittal Brasil e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com o propósito de promover o uso do aço na construção civil. Com o intuito de alcançar os objetivos delineados, foram planejados uma série de eventos, incluindo palestras, minicursos e workshops, destinados a fornecer conhecimento técnico e capacitação adicional aos profissionais da área. O objetivo é equipá-los com competências tecnológicas relacionadas a soluções industrializadas e de baixo impacto ambiental.

Este artigo apresenta um relato das atividades já realizadas no âmbito desse projeto de extensão, que teve início em 2022 e está previsto para ser concluído em 2024.

2 MÉRITO EXTENSIONISTA

Nas universidades, faculdades e institutos brasileiros, há pouca ênfase no ensino e na pesquisa em temas voltados para a construção em aço, o que resulta em baixa aplicação de soluções que o utilizam como matéria prima. Por exemplo, estruturas de aço, painéis termoacústicos e lajes com forma incorporada ainda são pouco utilizados em projetos por conta do desconhecimento de seus comportamentos e dos seus métodos de dimensionamento. Embora esse não seja o único fator, a industrialização na construção brasileira ainda é pouco expressiva e dependente de soluções tradicionais, muitas vezes com elevados impactos ambientais, seja pela geração de resíduos ou pela emissão de poluentes durante seu processo produtivo.

Este projeto se justifica como estratégia de educação continuada aberta a estudantes e profissionais, permitindo a ampliação de conhecimentos sobre a construção em aço e subsidiando a troca de experiências entre indústria, universidade e profissionais do mercado de trabalho.

O objetivo principal é capacitar estudantes e profissionais, tornando-os aptos a trabalhar com soluções em aço e estimular o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas

para a construção civil. Para isso, busca-se divulgar os sistemas construtivos em aço por meio de eventos tais como palestras, cursos e workshops.

3 METODOLOGIA

O projeto é executado por meio de eventos presenciais com possibilidade de serem realizados nas dependências do Centro Tecnológico da UFES, da ArcelorMittal Tubarão e do CREA-ES. A divulgação das atividades é feita por meio das mídias da ArcelorMittal, UFES e instituições parceiras, como o CREA-ES e o CAU-ES. As inscrições são realizadas por uma plataforma virtual, e os dados são encaminhados à ProEx para emissão dos certificados de participação.

A metodologia empregada abrange diversas etapas essenciais, incluindo:

- Abordagem detalhada do processo produtivo do aço;
- Exposição de métodos de beneficiamento de produtos em aço;
- Apresentação dos princípios das construções industrializadas;
- Promoção da integração entre a indústria siderúrgica, a universidade, os alunos e os profissionais do mercado de trabalho;
- Apresentação de produtos e soluções em aço disponíveis para aplicação em edificações;
- Debate sobre as normas técnicas brasileiras pertinentes;
- Disponibilização de materiais técnicos, como catálogos, artigos e manuais;
- Realização de palestras, minicursos e workshops.

3.1 Trabalho de extensão realizado

O projeto extensão conta com a participação de quatro professores da UFES, dois alunos e dois integrantes externos vinculados a empresa ArcelorMittal Tubarão. A caracterização do público-alvo para a presente iniciativa abrange duas esferas distintas: o público interno, composto por estudantes de graduação e pesquisadores em nível de pós-graduação, e o público externo, que engloba estudantes de graduação de outras instituições de ensino, bem como profissionais atuantes no mercado de trabalho.

Para o público interno, busca-se proporcionar oportunidades de crescimento acadêmico e científico, fomentando o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos especializados na aplicação do aço, em suas diferentes formas, na construção civil. Quanto ao público externo, o foco está em oferecer alternativas de aprendizado contínuo e aprimoramento profissional, adaptadas às demandas e dinâmicas do mercado atual, visando fortalecer as competências necessárias para uma atuação bem-sucedida em suas áreas de atuação.

3.2 Temas e assuntos abordados

As atividades desenvolvidas foram cuidadosamente planejadas para alinhar-se com a proposta do projeto de extensão, que busca promover o uso do aço na construção civil. Com esse propósito e visando proporcionar um aprimoramento adicional aos profissionais atuantes nas áreas de arquitetura e engenharia civil, foi elaborada uma série de eventos educacionais, abrangendo palestras, minicursos e workshops. Essas iniciativas foram realizadas em parceria entre a empresa ArcelorMittal Brasil e a Universidade Federal do Espírito Santo, unindo esforços para difundir conhecimentos e práticas atualizadas no setor.

A Tabela 1 apresenta um resumo das atividades realizadas no âmbito deste projeto.

Tabela 1 – Atividades desenvolvidas

Atividade	Tipo	Tema abordado	Data da realização
1	Palestra	Aços para a construção civil e seus processos de fabricação	08/12/2022
2	Palestra	Sistemas estruturais em aço para edificações - Parte 1: fundações	14/03/2023
3	Palestra	A origem do projeto arquitetônico em aço	15/06/2023
4	Workshop	Steel Day #1 – imersão no processo produtivo do aço para construção civil e suas aplicações	06/07/2023
5	Palestra	Passarela de aço <i>Highline Square</i>	24/08/2023
6	Curso	Estruturas metálicas para arquitetos	22/08/2023 a 19/09/2023
7	Palestra	Fabricação, Transporte e Montagem de Estruturas em Aço	24/10/2023
8	Palestra	Sistemas estruturais em aço para edificações: Lajes Mistas	26/03/2024
9	Palestra	Sistemas estruturais em aço para edificações: Fechamentos para edificações	26/03/2024

Fonte: Autoria própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir das atividades propostas e desenvolvidas pelo projeto de extensão são apresentados a seguir.

Na Atividade 1, que compreendeu a palestra "Aços para a construção civil e seus processos de fabricação", 29 certificados foram emitidos. A palestra foi apresentada pelo engenheiro da ArcelorMittal Tubarão, Eduardo Machado.

Os resultados obtidos abrangeram a capacitação dos participantes sobre os variados tipos de aços utilizados na construção civil, juntamente com seus processos de fabricação e as normas técnicas pertinentes. A abordagem priorizou a explanação das diferentes especificações dos materiais, oferecendo aos participantes um entendimento abrangente e aprofundado sobre o assunto, com base na bibliografia de Fakury *et al.* (2016) e Pfeil e Pfeil (2022). A Figura 1 ilustra o material de divulgação e momentos do evento.

Figura 1 – Palestra “Aços para a construção civil e seus processos de fabricação”



Fonte: Autoria própria

Na Atividade 2, realizou-se a palestra "Sistemas estruturais em aço para edificações – Parte 1: Fundações", com emissão de 41 certificados. Este tema foi apresentado pelos profissionais da Tuper Inácio Kotovicz, engenheiro de aplicação do produto e Douglas Tschoke, gerente de vendas regional.

Os resultados alcançados englobaram a capacitação dos participantes no conhecimento das características e aplicações das soluções de fundações indiretas, em especial às estacas formadas por perfis tubulares com conexão rápida, cuja tecnologia de ligação foi desenvolvida pela empresa Tuper (Tuper S/A, 2024). Destacou-se especialmente os benefícios das estacas tubulares em comparação com perfis e trilhos, proporcionando uma compreensão aprofundada das vantagens dessas soluções para os participantes. Os perfis tubulares obedecem aos procedimentos da ABNT NBR 16239:2013. A Figura 2 apresenta o folder de divulgação e o público presente no evento.

Figura 2 – Palestra “Sistemas estruturais em aço para edificações – Parte 1: Fundações”



Fonte: Autoria própria

A Atividade 3 consistiu na realização da palestra "A Origem do Projeto Arquitetônico em Aço", na qual foram emitidos 32 certificados. O tema foi apresentado pelo professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFES, Augusto Alvarenga.

A palestra ofereceu uma exploração profunda sobre as origens e a evolução do uso do aço no contexto arquitetônico. O palestrante conduziu os participantes por uma jornada histórica, desde os primórdios da utilização do aço na construção até suas aplicações contemporâneas mais inovadoras.

Durante a palestra, foram abordados temas como as razões por trás da escolha do aço como material estrutural, suas propriedades únicas e sua versatilidade no design arquitetônico. Além disso, foram discutidos os desafios e oportunidades que surgem ao integrar o aço ao partido arquitetônico, incluindo considerações estéticas, estruturais e funcionais. Os participantes foram guiados através de casos práticos e estudos de caso, oferecendo *insights* valiosos sobre as melhores práticas e as tendências emergentes no uso do aço na arquitetura contemporânea.

No geral, a palestra proporcionou uma compreensão abrangente e aprofundada da importância histórica e das aplicações modernas do aço no projeto arquitetônico, inspirando

os participantes a explorar novas possibilidades criativas e técnicas em seus próprios projetos.

A Figura 3 ilustra o folder do evento, a equipe de trabalho com convidados e os participantes.

Figura 3 – Palestra “A origem do projeto arquitetônico em aço”



Fonte: Autoria própria

Na Atividade 4, durante a realização do Workshop "Steel Day #1", os participantes tiveram a oportunidade única de vivenciar de perto os processos produtivos dos aços nas instalações da ArcelorMittal Tubarão.

Essa experiência prática proporcionou aos participantes uma compreensão mais profunda e concreta das etapas de produção, desde o minério de ferro até a formação das bobinas laminadas a quente. O workshop contou com uma visita ao processo de Laminação de Tiras a Quente (LTQ), contribuindo significativamente para o enriquecimento do conhecimento sobre o aço para os estudantes e profissionais da construção civil presentes. A Figura 4 mostra a visita às instalações da empresa.

Figura 4 – Workshop “Steel Day #1” nas dependências da ArcelorMittal Tubarão



Fonte: Autoria própria

A Atividade 5 compreendeu a realização da palestra intitulada "Passarela de aço *Highline Square*" com participação de 57 profissionais e alunos (Figura 5). A palestra foi ministrada pelos engenheiros responsáveis pelo projeto, professor Pedro Augusto Sá e o engenheiro André Gomes.

Este evento proporcionou a capacitação dos participantes sobre os diversos tipos de elementos estruturais utilizados em projetos de estruturas metálicas, trazendo como estudo de caso a passarela metálica construída entre os edifícios Tribeca e Soho do Condomínio *Highline Square*, Vitória/ES. A palestra abordou as decisões tomadas pelos engenheiros estruturais para vigas, pilares e contraventamentos, com destaque para a influência das ligações no comportamento desses elementos. Além disso, foi realizada uma introdução às normas técnicas relevantes utilizadas em projetos dessa natureza, fornecendo aos participantes uma base sólida para a compreensão e aplicação dos padrões de qualidade e segurança na construção de passarelas de aço. Foram utilizadas as normas ABNT NBR 8800:2008, ABNT NBR 6123:2023 e ABNT NBR 6120:2019.

Figura 5 – Palestra "Passarela de aço *Highline Square*"



Fonte: Autoria própria

A Atividade 6 consistiu no curso de Estruturas Metálicas para Arquitetos. Ministrado pelos professores Augusto Alvarenga, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da

UFES, e pelos professores do Departamento de Engenharia Civil da UFES, Juliana da Cruz Vianna Pires e João Vitor Fragoso Dias, o curso, voltado a profissionais da arquitetura, abrangeu oito aulas e finalizou com um projeto dos alunos para avaliação (ArcelorMittal Tubarão, 2024). Foram disponibilizadas 30 vagas, e ao final do curso, 19 participantes foram aprovados. As reprovações restantes ocorreram devido à frequência insuficiente durante o curso.

Destacam-se a seguir os diversos resultados significativos alcançados nesta atividade. O curso desempenhou um papel crucial na capacitação dos profissionais para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos em aço, além de proporcionar um entendimento abrangente dos subsistemas utilizados nas técnicas construtivas industrializadas, com base no portfólio de produtos da ArcelorMittal.

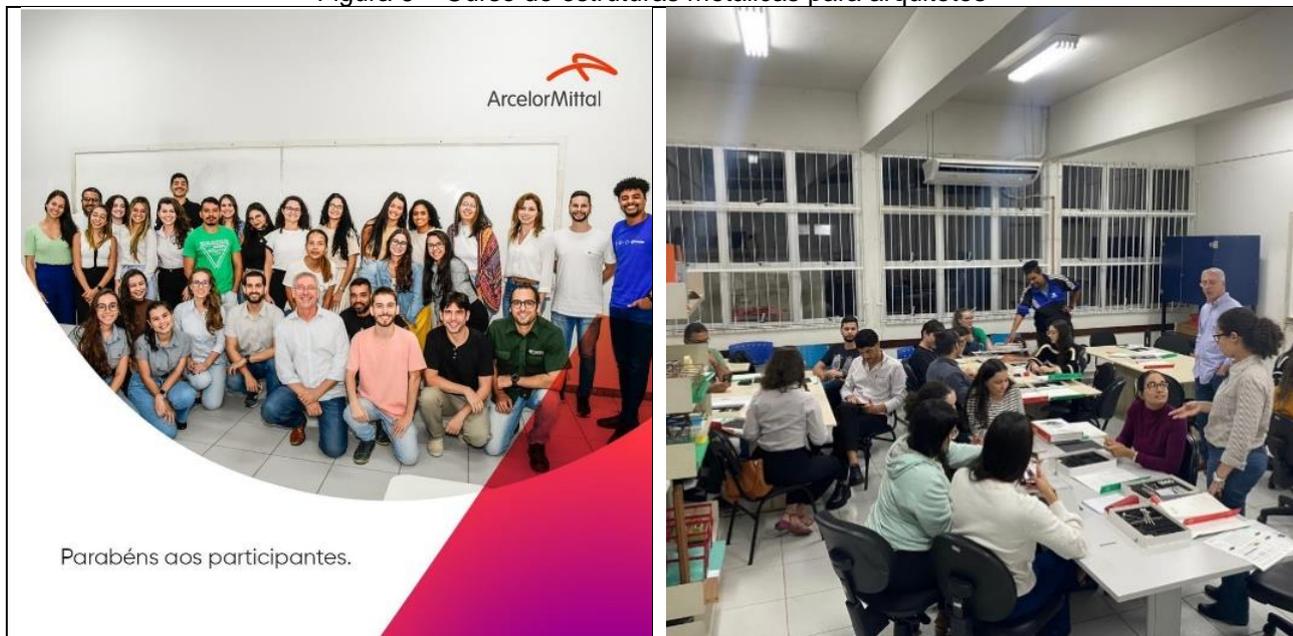
Os participantes tiveram a oportunidade de aprofundar seu conhecimento sobre o tema, explorando modelos de sistemas estruturais em aço, suas aplicabilidades, especificidades técnicas e componentes.

Foram fornecidos critérios essenciais de pré-dimensionamento de sistemas estruturais, contribuindo para uma abordagem mais fundamentada e precisa no desenvolvimento de projetos.

Os alunos foram capacitados para o desenvolvimento de projetos de componentes e sistemas construtivos aplicados à Arquitetura Industrializada, desde a concepção até a metodologia e os processos típicos de desenho de produtos, preparando-os para os desafios práticos da profissão.

A Figura 6 apresenta os participantes no primeiro dia de aula com os professores e a aula no Laboratório Didático de Estruturas da UFES (LabDEst).

Figura 6 – Curso de estruturas metálicas para arquitetos



Parabéns aos participantes.

Fonte: Autoria própria

A Figura 7 apresenta a aula prática de sistemas estruturais realizada no LabDEst, onde os participantes puderam simular as estruturas com o Modelo Estrutural Mola (Mola Model, 2024). Este modelo foi projetado pelo arquiteto Márcio Sequeira Oliveira na sua pesquisa durante o curso de pós-graduação (Oliveira, 2008).

Figura 7 – Curso de estruturas metálicas para arquitetos - LabDEst

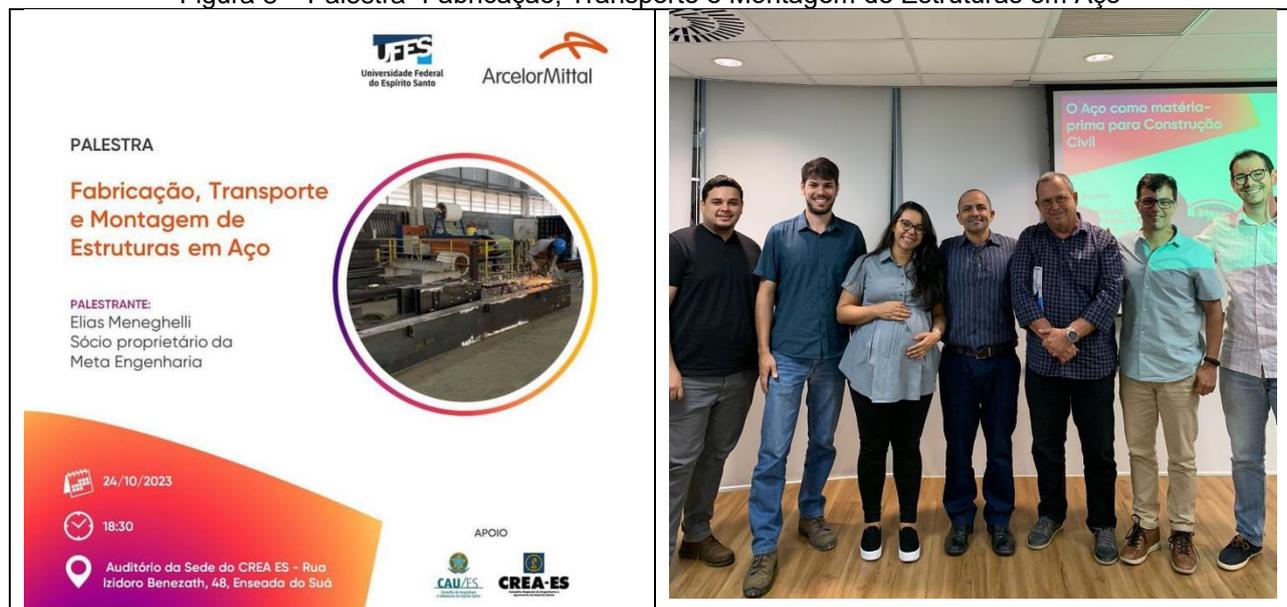


Fonte: Autoria própria

A palestra “Fabricação, Transporte e Montagem de Estruturas em Aço” realizada na Atividade 7, foi ministrada pelo Instrutor Elias Meneghelli, sócio proprietário da Meta Engenharia (Figura 8), e contou com a presença de 37 participantes. O palestrante explorou os procedimentos e técnicas envolvidos na fabricação dessas estruturas, destacando os materiais utilizados, os métodos de produção e os padrões de qualidade adotados. Além disso, foram discutidos os desafios e considerações logísticas associados ao transporte das estruturas de aço, desde as fábricas até os locais de instalação. Isso incluiu questões como a escolha dos meios de transporte mais adequados, a otimização de rotas e a garantia da segurança durante o transporte.

No geral, a palestra proporcionou aos participantes uma compreensão abrangente dos aspectos técnicos, logísticos e práticos envolvidos na fabricação, transporte e montagem de estruturas em aço, contribuindo para o aprimoramento de seus conhecimentos e habilidades nessa área.

Figura 8 – Palestra “Fabricação, Transporte e Montagem de Estruturas em Aço”



Fonte: Autoria própria

As atividades 8 e 9 foram realizadas em uma única ocasião e os temas abordados foram “Sistemas estruturais em aço para edificações: lajes mistas e fechamentos”. O engenheiro civil Lucas Fadini Favarato abordou o assunto sobre lajes mistas. O tema fechamentos para edificações foi apresentado pelo gerente comercial da ArcelorMittal Perfilor, Júlio Ribeiro Godoy. As palestras foram apresentadas a um público de 63 pessoas.

Os resultados alcançados na Atividade 8 tinham como objetivo primordial apresentar o conceito de lajes mistas, elucidando suas premissas de funcionamento e destacando os benefícios que oferecem para a construção. Essa exposição foi enriquecida com exemplos concretos de obras, proporcionando uma compreensão mais clara e prática do tema.

Enquanto na Atividade 9, o intuito foi apresentar soluções alternativas industrializadas em aço para os fechamentos de edificações. Desde sistemas mais simples, como telhas, até sistemas mais complexos e eficientes termoacústicos, como painéis com injeção de PIR e soluções compostas por telhas e lã de rocha mineral. Essa ampla gama de opções proporcionou aos participantes um panorama abrangente das alternativas disponíveis, permitindo uma avaliação criteriosa e informada na seleção dos métodos mais adequados às necessidades específicas de cada projeto.

A Figura 9 mostra alguns momentos do evento. Vale ressaltar houve participação de intérprete de Libras para atender a demanda de um participante e garantir a sua acessibilidade.

Figura 9 – Palestras sobre sistemas estruturais em aço para edificações: lajes mistas e fechamentos



Fonte: Autoria própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais contribuições deste projeto de extensão é a valorização do aço como uma matéria-prima versátil e eficiente, capaz de oferecer soluções inovadoras e sustentáveis para uma variedade de desafios na construção civil. Através de palestras, workshops e estudos de caso, os participantes puderam explorar as diversas aplicações do aço, desde estruturas simples até projetos arquitetônicos complexos e de grande escala.

Além disso, o projeto também ressaltou a importância da colaboração entre diferentes disciplinas, reunindo profissionais e acadêmicos de áreas como arquitetura, engenharia civil e materiais, para compartilhar conhecimentos e experiências. Essa interdisciplinaridade foi fundamental para uma abordagem holística e abrangente do tema, enriquecendo as discussões e ampliando as perspectivas dos participantes.

Outro aspecto relevante é o estímulo à inovação e à criatividade no uso do aço na construção civil. Ao explorar casos de sucesso e tendências emergentes, o projeto inspirou os participantes a pensar de forma mais criativa e ousada, buscando soluções que não apenas atendam às necessidades práticas, mas também contribuam para a estética e a sustentabilidade dos projetos.

Este projeto de extensão fortalece as interações de empresas privadas com as universidades, possibilitando a troca de conhecimentos. Para os alunos, é uma ótima oportunidade de ver os materiais e as disciplinas sendo utilizados na prática, para os profissionais é se atualizar e aprimorar conhecimentos teóricos e práticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem à ArcelorMittal Tubarão pelo apoio financeiro recebido para realização das atividades, à PROEX (Pró-Reitoria de Extensão) da Universidade Federal do Espírito Santo, ao CREA-ES (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo) e à FEST (Fundação Espírito-Santense de Tecnologia).

REFERÊNCIAS

ArcelorMittal Tubarão. **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: https://www.instagram.com/p/Cx56xloLRsk/?img_index=1 . Acesso em: 08 maio. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16239**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

FAKURY, Ricardo Hallal; SILVA, Ana Lidia Reis de Castro e Silva; CALDAS, Rodrigo Barretos. **Dimensionamento básico de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

Mola Model. **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: <https://br.molamodel.com/> . Acesso em: 08 maio. 2024.

OLIVEIRA, Márcio Sequeira. **Modelo estrutural qualitativo para pré-avaliação do comportamento de estruturas metálicas**. 2008. 172 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2008.

PFEIL, Walter.; PFEIL, Michele. **Estruturas de aço dimensionamento prático**. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

TUPER S/A. **Citação de referências e documentos eletrônicos**. Disponível em: <https://www.tuper.com.br/noticias/palestra-em-vitoria-es-aborda-o-tema-sistemas-estruturais-em-aco-para-edificacoes/> . Acesso em: 08 maio. 2024.

Extension Actions in Teaching Steel as Raw Material in Civil Construction

Abstract: *The presence of steel in civil construction has significantly increased in recent decades, owing to the benefits of steel structural systems. Steel construction aligns with environmentally sustainable development, as it is a fully recyclable material. Despite the advantages, such as architectural freedom and flexibility, reduced construction time, dimensional accuracy, and foundation load relief, steel construction still has a low participation in the GDP of the civil construction sector. This fact is conditioned by the traditional concrete culture, low remuneration of operational labor, and its limited encouragement in engineering and architecture courses. In this context, the extension project entitled "Steel as Raw Material for Civil Construction" emerges as a joint initiative between UFES and ArcelorMittal Brazil, aiming to promote and encourage the adoption of steel construction. Through lectures, workshops, and courses, the project offers opportunities for complementary training for industry professionals, seeking to expand knowledge and awareness of the advantages and applications of steel in civil construction.*

Keywords: *extension project, civil construction, steel construction, training, teaching.*

