

## 11. TRABALHOS COMPLETOS: EIXO 5 - AVENTURA, NATUREZA E SUSTENTABILIDADE

### PROTÓTIPO DE PAINEL PARA ATIVIDADES DE ESCALADA A PARTIR DE DCLT (*DOWELED CROSS LAMINATED TIMBER*): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA.

Antonio Henrique Simão dos Santos<sup>1,x</sup>, Vanderlan Santos Mota<sup>2</sup>, Adriano José Nogueira Lima<sup>1</sup>, Geraldo Lira de Souza<sup>1</sup> & Yago Pereira Souza<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Rua Constelação Cruzeiro do Sul s/n, Aleixo, Manaus, Amazonas, 69060-062, Brasil; <sup>2</sup>Universidade do Estado do Amazonas, Av. Carvalho Leal nº 1777, Cachoeirinha, Manaus, Amazonas, 69065-001, Brasil; <sup>x</sup>Autor de correspondência: [simaoh.uea@gmail.com](mailto:simaoh.uea@gmail.com))

#### RESUMO

A escalada como atividade esportiva cresceu e popularizou-se especialmente após a inclusão na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018 e nas Olimpíadas de Tóquio. A prática, que envolve desafios em ambientes naturais, também se desenvolve em ginásios onde são utilizados painéis de madeira compensada que simulam paredes naturais, com agarras de madeira, resina ou poliéster. No entanto, o descarte inadequado desses materiais (exceto a madeira) pode prejudicar o meio ambiente. Para diminuir esses impactos, surgem alternativas como o uso de painéis de madeira como o DCLT (*doweled cross laminated timber*), que dispensa o uso de adesivos, melhorando seu desempenho ambiental. Esse estudo relata a experiência de construir e testar um módulo para painel de escalada, destacando desafios e resultados, mostrando sua viabilidade e potencial como uma alternativa sustentável na prática da escalada.

**Palavras-chave:** Escalada; DCLT; Materiais sustentáveis.

#### INTRODUÇÃO

As atividades de escalada acompanham o ser humano desde os primórdios da civilização e Pereira (2018) relata que esse ato de escalar está presente desde o momento que este começa a movimentar-se. A exemplo de outras atividades de subsistência como a transposição de cursos d'água (natação) ou caça (arco e flecha), a escalada também se tornou uma prática realizada de maneira espontânea e esportiva. A ascensão de prática de escalada deve-se em grande parte dos feitos de praticantes nas décadas de 1980 e 90 que popularizaram e fomentaram uma relação entre homem e atividades ao ar livre, notadamente houve uma maior procura por atividades ao ar livre e a escalada aparece como uma dessas vertentes, fato esse que é observado até hoje.

Alguns fatos mais recentes corroboram com a popularidade crescente da escalada, um deles é a inserção das práticas corporais de aventura que apareceram na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) em 2018. Na BNCC (2018) essas práticas de aventura na qual está inserida a escalada, os praticantes são expostos a atividades que possuem situações de imprevisibilidade, e isso está relacionado ao ambiente natural e a procura por atividades ao ar livre.

Outro fator está na participação do esporte escalada dentro do quadro de modalidades das Olimpíadas de Tóquio, realizada em 2021. Essa exposição da prática da escalada seja no ambiente escolar ou não escolar nos ajuda a entender que há um aumento de praticantes e interessados na atividade. Marinho e Bruhns (2001); Batuev e Robinson (2018); Pereira (2018) assim como outros autores e entusiastas identificaram um desenvolvimento da escalada nas

últimas décadas, isso porque o número de academias de escalada *indoor* cresceu, entende-se que se há uma demanda maior por atividades de aventura.

Os espaços mais comuns à prática da escalada são as montanhas, pedras, cachoeiras, enfim, ambientes naturais. No entanto, o acesso a estas áreas podem não ser tão fáceis ou necessitarem de equipamentos específicos e bom condicionamento físico, o que poderia tornar essa prática dificultada e distante de um público mais abrangente. Mas há a possibilidade de escalar em ambientes artificiais, os ginásios, que possuem estruturas de escaladas para práticas *indoor*. Nesses locais há a montagem de estruturas que podem ser de metal ou madeira, no qual módulos de madeira compensada são fixadas e moldadas simulando as formas de paredes rochosas. Outro componente importante são as agarras, que possuem formas e tamanhos variados e são fixadas nesses módulos de madeira formando assim as vias nos muros de escalada.

Os materiais mais utilizados atualmente para a confecção dos muros de escalada são as chapas de madeira compensada, que “são painéis formados por numerosas lâminas de madeira, geralmente em número ímpar, coladas uma em cima da outra, em várias camadas, com resinas fenólicas ou uréia/formaldeído” (MATTOS *et al.*, 2008). Outros produtos bastante usados são a resina e o poliéster para a confecção das agarras, tais materiais são amplamente utilizados pela sua característica que possibilita a moldagem de acordo com as necessidades dos praticantes.

O adesivo utilizado na chapa de madeira e a resina/poliéster das agarras, se descartados de maneira incorreta podem prejudicar o meio ambiente, uma vez que são materiais não biodegradáveis e tem potencial para contaminar o solo e a água. Buscando formas de mitigar possíveis problemas ambientais e fomentar a prática da escalada encontramos a madeira, material natural, biodegradável e segundo Nascimento e Monteiro de Paula (2012) de relativa facilidade para a sua obtenção, tendo sua qualidade verificada a partir do processo tecnológico que esse material recebe. A partir desse material pode-se obter os painéis de madeira e as agarras. O mercado de painéis de madeira já possui tecnologias que não utilizam adesivo para a união das lâminas sendo assim um ponto positivo no quesito ambiental. O mesmo vale para as agarras de madeira que já podem ser moldadas com dispositivos de alta tecnologia, embora já utilizada nos ginásios de escalada, não é maioria como matéria-prima das agarras.

Para esse relato utilizamos a tecnologia dos painéis DCLT (*doweled cross laminated timber*), em tradução literal, madeira lamelada cruzada cavilhada para a confecção de um painel de escalada. De acordo com Pereira *et al.* (2023) o DCLT é um produto que utiliza cavilhas para unir as lamelas de madeira entre si dispensando o uso de adesivos, melhorando o desempenho ambiental do produto. Além disso, objetivamos nesse trabalho observar como um painel DCLT se comportava para o uso em atividades de escalada em ambiente externo.

Outra motivação para o uso dessa tecnologia é a possibilidade de criar novos produtos a partir de espécies de madeira que não são conhecidas pelo mercado, agregando valor à madeira e diminuindo a pressão sobre espécies de alto valor comercial. Este relato faz parte de uma pesquisa em andamento que ocorre em conjunto com outras que também abordam o painel DCLT para outros usos, além de estudos sobre secagem e usinagem de madeira, tais trabalhos são incorporados pelo INCT (Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia) Madeiras da Amazônia.

## METODOLOGIA

Esse trabalho é um relato das atividades que foram desenvolvidas em 2023 na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST ZF-2 do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, localizado na área rural do município de Manaus.

De acordo com Higuchi (2015), espécies como o matamatá amarelo (*Eschweilera sp.*) e louro-preto (*Ocotea sp.*) são abundantes no estado do Amazonas e por isso foram selecionadas para uso nesse trabalho. A abundância dessas espécies abre a possibilidade de ingresso delas no mercado madeireiro, o que pode reduzir a pressão sobre espécies de alto valor comercial.

A espécie selecionada para as lamelas foi o louro-preto (*Ocotea* sp.) e para as cavilhas, o matamatá amarelo (*Eschweilera* sp.), este último possui densidade maior que o louro-preto e segundo a norma que prevê o uso de cavilhas (NBR 7190), os elementos de fixação precisam ter uma densidade acima do material que vão fixar. As espécies utilizadas para confecção de agarras foram o breu-vermelho (*Protium* sp.), louro-preto (*Ocotea* sp.), matamatá amarelo (*Eschweilera* sp.) e mandioqueira (*Qualea* sp.).

O material lenhoso (toras de madeira) das espécies pré-definidas passou por um processo de desdobro, nessa fase as toras de madeira passaram por uma serraria móvel que realizou a transformação das toras em pranchas de madeiras. Após a fase de desdobro, a madeira entrou no processo de secagem que consiste na inserção das peças em estufa que mantém o controle de umidade e temperatura da madeira até que esse material esteja seco e pronto para processamento.

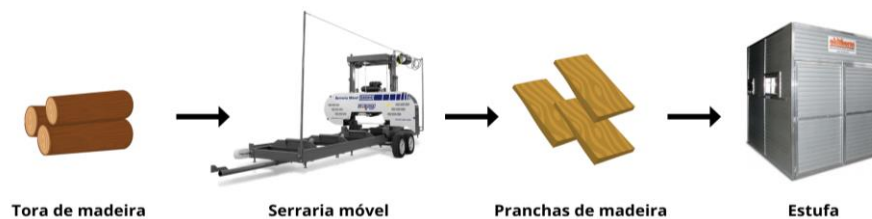


Figura 1: Processo de desdobro e secagem da madeira. Fonte: autores.

Após secagem a madeira passou pelo processamento, primeiramente o material para as lamelas foi esquadrejado e aplainado para corrigir deformidades que podem ter ocorrido durante o processo de secagem, em seguida dimensionado de acordo com a montagem do painel. Para tal foi requerido um total de 48 lamelas, sendo 24 nas dimensões 120cm x 10cm x 1cm e 12 com 240cm x 10cm x 1cm. Para as cavilhas houve o dimensionamento em peças de 100cm x 1,8cm x 1,8cm que em seguida passaram por processo de usinagem que conferiu às peças um diâmetro de aproximadamente 15mm, por fim, esse material foi recortado em cavilhas de 45mm, um pouco maior que a espessura do painel (30mm). E as agarras não obedeceram a padrão e foram moldadas posteriormente de acordo com o formato requerido.

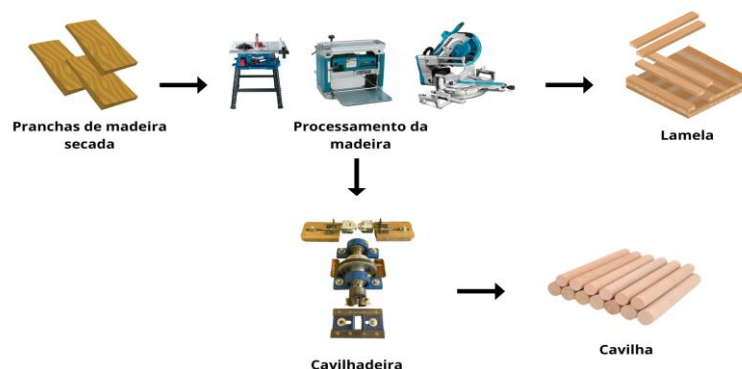


Figura 2: Esquema de processamento da madeira. Fonte: autores.

A montagem do painel foi estabelecida de acordo com o trabalho de Pereira (2019) que também montou um painel DCLT. Com as devidas adaptações para o nosso trabalho, essa fase se deu com a inserção das lamelas em um dispositivo que conferiu uma prensagem através de perfis metálicos auxiliados por parafusos ligados à calços de madeira. A fase de inserção obedeceu às camadas que são três, camadas externas com lamelas de 240cm e a camada interna com 120cm, essa camada interna fica perpendicular às outras duas camadas, além das camadas de lamelas, duas chapas de madeiras envolveram-nas, sendo que a superior contava com marcações para

posterior furo com furadeira. Após a aplicação de força por meio dos parafusos, as lamelas se ajustaram para receber os furos para inserção das cavilhas.

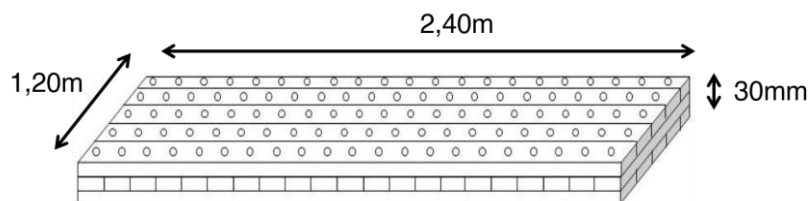


Figura 3: Dimensões propostas para o painel. Fonte: autores.

Com auxílio de furadeiras e uma broca de 15mm foram realizados 288 furos no painel, cada um deles no encontro entre lamelas com uma distância entre si de aproximadamente 10 cm. Após a furação as cavilhas foram inseridas com o uso de marretas. O processo de montagem foi finalizado com a retirada do painel do dispositivo de prensagem para que em seguida fosse acabado por meio de retirada das cavilhas aparentes e o lixamento do painel para deixá-lo mais uniforme.

As agarras foram montadas com resíduos do material utilizado para cavilha com o uso de ferramentas como formão, lixadeira e serra fita. As peças foram tomando forma obedecendo a alguns critérios como a não criação de arestas pontiagudas e ângulos mais confortáveis para a pegada tendo em vista o caráter recreativo, não dificultando o uso futuro. Essas agarras foram fixadas ao painel por meio de parafusos *allen*, rosca e porca agarra, material bem comum para a fixação desse material. A instalação foi realizada com a fixação de tábuas de madeira na região posterior do painel para não ficar em contato direto com a parede.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O módulo instalado fora observado durante seis meses para que fossem estabelecidas ponderações a respeito do material e sua usabilidade. Como protótipo, viu-se a necessidade de entender toda a cadeia da sua confecção até o seu uso, por isso, detalhamos os resultados por fase de execução.

O processo de fabricação de módulo de escalada foi atendido com algumas ressalvas. A tecnologia disponível para o processamento da madeira ainda não fora a ideal mediante constatação de peças de madeira com medidas irregulares e que poderiam ser um empecilho no momento da montagem e prensagem desse material. A fase da pesquisa na qual se deu a concepção desse protótipo era prematuro e influenciou diretamente na qualidade aparente do material. A montagem do painel com a sua inserção no dispositivo de prensagem ocorrera de maneira artesanal com uma prensa que veio a ser reformulada e modernizada para correção de pressão empregada para unir as lamelas de madeira, no entanto para esse protótipo ainda foi utilizada a versão anterior, que pela dificuldade em entregar a pressão correta na estrutura não entregou um módulo bem esquadrejado. Adiante, o processo de furação e inserção das cavilhas também ocorrera de maneira artesanal e demorado, se levarmos em consideração uma escala industrial.



Figura 4: Módulo do painel instalado. Fonte: autores.

Na confecção das agarras o processo foi mais otimizado pelo fato de as peças obterem medidas menores e consequentemente melhor para o seu manuseio. Nesse momento não foi levado em consideração a dificuldade que as agarras entregam ao praticante, logo, optou-se por peças mais robustas e com melhores pegadas para o usuário, o intuito principal era verificar a fixação das agarras no módulo de escalada. Comparado às chapas de compensado de madeira que são amplamente utilizadas para a construção dos muros de escalada, o módulo construído possui peso superior. Foi observado nesse módulo, sem as agarras, o peso de aproximadamente 75kg, enquanto que em chapas de maiores dimensões (160cm x 250cm) é observado valores de 50kg em média. Esse fator pode influenciar na estrutura e equipamento necessário para montagem de grandes muros de escalada.



Figura 5: Agarras. Fonte: autores.

Após a instalação verificou-se a presença de rachaduras em alguns pontos do módulo, fato esse que foi atribuído ao processo de montagem, no entanto não foi constatado que tais presenças afetariam estruturalmente o painel e consequentemente oferecesse risco ao usuário. Inúmeros indivíduos foram convidados para deslocar-se entre as agarras posicionadas no módulo, e durante o uso em todas as oportunidades não foram verificadas falhas estruturais que pudessem ocasionar acidentes, fora os acidentes que podem ser ocasionados pela própria prática. Durante os seis meses de observação o módulo esteve em ambiente externo, sofrendo ação das intempéries e, nesse período não foi observado falhas estruturais no módulo e nas agarras que



pudessem impedir o uso, logo, entendemos que o material poderia ser instalado em áreas abertas e que o mesmo se comportou como pretendido por nós.

A possibilidade de viabilizar novos produtos e oportunizar práticas como a escalada reitera a capacidade que o ser humano tem de se reinventar e obter formas mais sustentáveis de produtos, contribuindo para práticas mais conscientes e fortalecendo elo entre homem e natureza tão abordados pelas práticas corporais de aventura. Atividades como a escalada que são oriundas de um ambiente natural, tornam seus praticantes mais envolvidos com causas favoráveis ao meio ambiente, logo, a produção de produtos com viés menos agressivos ao ambiente podem ser melhor absorvidos por essa comunidade.

## CONCLUSÃO

A partir dos fatos observados durante os meses de concepção e uso do módulo para painel de escalada entendemos que há viabilidade desse produto para uso em atividades de escalada em ambientes fechados e abertos. Além disso, verificou-se que o painel DCLT pode ser utilizado de diversas formas além das atividades de escalada. O emprego de novas tecnologias, sobretudo sustentáveis, fomenta iniciativas que se apoiem nas causas ambientais, tema bastante difundido na academia e mídia em geral.

Esse protótipo nos trouxe a possibilidade de investigar mais a fundo as propriedades desse material a fim de testá-lo de acordo com normas que regulamentam estruturas artificiais de escalada (EN-12572, 2017). Com esse panorama, atividades futuras caminham para a produção de mais módulos para estudos em duas frentes, a primeira delas para verificar a qualidade do produto seguindo normas, e a segunda verificando o uso no espaço escolar e não-escolar para verificar o impacto da prática de escalada nos indivíduos, tanto nos aspectos físicos quanto nos aspectos relacionados ao seu comportamento aos temas ambientais.

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) que engloba o Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais e o Laboratório de Manejo Florestal que fornece a estrutura para o andamento dessa pesquisa, e à FAPEAM (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas), que apoia financeiramente as atividades realizadas.

## REFERÊNCIAS

BATUEV, M.; ROBINSON L. Organizational evolution and the Olympic Games: the case of sport climbing. **Sport in Society**, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17430437.2018.1440998>

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

HIGUCHI, F. G. **Dinâmica de volume e biomassa da floresta de terra firme do Amazonas**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/41822>

MARINHO, A., BRUHNS H. T. Escalada urbana - faces de uma identidade cultural contemporânea. **Movimento**. 2001, 37-48. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=115318300005>

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; LACERDA, F. das C.. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 121-156, mar. 2008. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2526>

NASCIMENTO, C. C. do; MONTEIRO DE PAULA, E. V. C. A floresta e seus produtos madeireiros. In: **A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta em educação ambiental**. Ed.: Maria Inês Gasparetto Higuchi; Niro Higuchi. 2ª ed. Manaus. p. 424. 2012.

PEREIRA, D. W.. Revelando a escalada em paredes artificiais. **Corpoconsciência**, p. 61-72, 2018.

PEREIRA, M. C. de M. **Painel estrutural de madeira maciça tipo DCLT: Estudo experimental, analítico e numérico de dois painéis de lamelas cruzadas com ligações cavilhadas**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18158/tde-20082019-141710/pt-br.php>

PEREIRA, M. C. de M. et al. The production of adhesive-free cross-laminated timber (clt) panel using products generated by the sustainable forest management of the amazonian old growth forest. In: **World Conference on Timber Engineering 2023**. Oslo, Noruega, p. 196-201, 2023. Disponível em: <https://www.proceedings.com/069179-0027.html>.