

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso na Região Metropolitana do Vale do Paraíba, SP

**José Geraldo da Silva Martins¹, Marcelo dos Santos Targa^{1,2},
Willian José Ferreira^{1,3}, Vicente Rodolfo Santos Cezar³**

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais,
Universidade de Taubaté - UNITAU, Taubaté, SP.

²Mestrado Profissional em Ecodesenvolvimento e Gestão Ambiental,
Universidade de Taubaté – UNITAU, Taubaté, SP.

³Mestrado Profissional em Educação,
Universidade de Taubaté – UNITAU, Taubaté, SP.

⁴Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Maceió, AL.

*geraldomartinsarq@yahoo.com.br, mstarga@unitau.br, willian.jferreira@unitau.br,
vrscezar@gmail.com

* Autor correspondente

RESUMO

O campo da construção civil é reconhecido globalmente como um dos maiores consumidores de recursos naturais e gerador de impactos ambientais significativos. No Brasil, essa realidade não é diferente, e o interesse por projetos que atendam às demandas funcionais de novos espaços administrativos e de pesquisa, e que também exemplifiquem a integração eficaz da sustentabilidade no ambiente construído, está crescendo. Nesse cenário, este estudo investiga e documenta as práticas sustentáveis implementadas no projeto do 'Escritório Verde' de uma universidade pública municipal na Região Metropolitana Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVale), no interior do Estado de São Paulo. O foco deste estudo está na análise de metodologias, materiais, estratégias para identificar desafios enfrentados e soluções encontradas no setor, com o objetivo de desenvolver um modelo replicável para outras iniciativas de construção sustentável. Essa iniciativa visa mitigar impactos ambientais e promover avanços na construção civil. A otimização do uso de recursos naturais, como energia e água, foi alcançada por meio da seleção criteriosa de materiais de construção, onde priorizou-se o uso de materiais de baixo impacto ambiental, levando em consideração a origem, o ciclo de vida e os processos de fabricação. No quesito eficiência energética, o 'Escritório Verde' adotou soluções inovadoras, como sistemas de iluminação LED de baixo consumo e tecnologias de controle de temperatura para otimizar o conforto ambiental e reduzir o consumo de energia para aquecimento e refrigeração. A preferência por fornecedores locais não só promoveu a economia regional, como reduziu as emissões de carbono associadas ao transporte de materiais.

Ao servir como modelo replicável, projetos como o 'Escritório Verde' inspiram outras iniciativas a seguir o mesmo caminho, contribuindo para um futuro mais sustentável e resiliente para o setor no Brasil.

Palavras-chave: Construção sustentável, Eficiência energética, Ciências ambientais, Inovação na construção

SUSTAINABLE TECHNOLOGIES IN CIVIL ENGINEERING: a case study in the Paraíba Valley Metropolitan Area, SP, Brazil

ABSTRACT

The construction field is recognized globally as one of the largest consumers of natural resources and a generator of significant environmental impacts. In Brazil, this reality is no different, and interest in projects that meet the functional demands of new administrative and research spaces, and that also exemplify the effective integration of sustainability in the built environment, is growing. In this scenario, this study investigates and documents the sustainable practices implemented in the 'Green Office' project of a municipal public university in the Vale do Paraíba and North Coast Metropolitan Region (RMVale), in the interior of the State of São Paulo. The focus of this study is on the analysis of methodologies, materials, strategies to identify challenges faced and solutions found in the sector, with the aim of developing a replicable model for other sustainable construction initiatives. This initiative aims to mitigate environmental impacts and promote advances in civil construction. Optimizing the use of natural resources, such as energy and water, was achieved through the careful selection of construction materials, prioritizing the use of materials with low environmental impact, taking into account the origin, life cycle and manufacturing processes. In terms of energy efficiency, the 'Green Office' adopted innovative solutions, such as low-consumption LED lighting systems and temperature control technologies to optimize environmental comfort and reduce energy consumption for heating and cooling. The preference for local suppliers not only promoted the regional economy, but also reduced carbon emissions associated with the transport of materials.

Keywords: Sustainable construction, Energy efficiency, Environmental sciences, Innovation in construction.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a preocupação com a sustentabilidade tem ganhado destaque global, impulsionada pela crescente conscientização sobre as consequências negativas da degradação ambiental e pelo reconhecimento da urgente necessidade de um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável (Ferreira et al., 2023). No contexto da construção civil, essa preocupação se intensifica devido ao seu significativo impacto ambiental, responsável por grande parte do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos (Zavadskas et al., 2017). De acordo com Lemos et al. (2021), os atuais modelos de consumo, altamente predatórios, têm exacerbado os problemas ambientais globais, destacando a importância da adoção de práticas mais sustentáveis em todos os setores da sociedade, inclusive na construção civil.

Zavadskas et al. (2017) argumenta que a arquitetura sustentável emerge como uma resposta para minimizar os impactos negativos da construção civil. Este campo abrange uma série de práticas e princípios voltados para a utilização eficiente de recursos, a redução de resíduos e a criação de ambientes construídos que respeitem e preservem o meio ambiente.

Segundo John (2017), o setor da construção é responsável por mais de 50% dos recursos naturais extraídos globalmente, a maioria dos quais são não renováveis. De modo direto, isso ressalta a premência de implementar soluções que promovam a sustentabilidade nesse setor vital para a sociedade.

No contexto da sustentabilidade ambiental, o desenvolvimento de práticas sustentáveis na construção civil, como a bioconstrução e a construção bioclimática, é essencial para reduzir a pegada ecológica do setor, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. Em especial, os ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis) destacam a necessidade de criar ambientes urbanos sustentáveis e de promover padrões de produção e consumo que minimizem os impactos ambientais adversos. No entanto, a aplicação prática desses princípios em projetos específicos ainda enfrenta desafios significativos.

Apesar dos avanços teóricos e das iniciativas práticas em arquitetura sustentável, há uma lacuna substancial no conhecimento sobre a implementação efetiva de práticas sustentáveis em projetos específicos, especialmente em contextos regionais específicos como o Vale do Paraíba, no cone leste do Estado de São Paulo. Embora existam diretrizes gerais para construções sustentáveis, conforme proposto por Vieira et al. (2018), a aplicação dessas diretrizes varia significativamente em função das características locais, da disponibilidade de materiais e das condições climáticas. Além disso, a avaliação do ciclo de vida dos materiais e a gestão eficiente de recursos ainda são áreas que necessitam de maior investigação para otimizar os processos e minimizar os impactos da construção civil sobre o meio ambiente.

Conforme Eichholtz et al. (2010), 'Escritórios Verdes' surgem como uma iniciativa que se fundamenta nos princípios da sustentabilidade aplicada à construção e operação de ambientes de trabalho, caracterizando-se pela adoção de práticas ecológicas que minimizam o impacto ambiental e promovem a eficiência no uso de recursos naturais, como energia, água e materiais de construção. Os autores afirmam que esses escritórios são projetados para maximizar o aproveitamento de luz natural, utilizar fontes de energia renováveis, implementar sistemas de reciclagem e reduzir a pegada de carbono. Além disso, incorporam tecnologias e materiais que melhoram a qualidade do ar e o conforto térmico e acústico dos espaços interiores. Nesse cenário, seu objetivo é criar um ambiente de trabalho saudável e sustentável, que serve como modelo para outras iniciativas, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a promoção de práticas sustentáveis na sociedade.

Esfandiari et al. (2017) compreende que o desenvolvimento de projetos-modelo como o 'Escritório Verde' representa uma oportunidade única para explorar e documentar práticas de construção sustentável em um contexto regional específico. Particularmente no contexto de uma universidade pública municipal na região do Vale do Paraíba, este tipo de projeto fomenta reflexões sobre modelos replicáveis de construção sustentável, que possam servir como referência para outras iniciativas na área. Dessa forma, ele contribui para a mitigação dos impactos ambientais e promove a adoção de práticas sustentáveis na construção civil.

Diante disso, indaga-se como projetos de construção sustentável, como o 'Escritório Verde' podem servir como um modelo replicável para promover práticas sustentáveis na construção civil e contribuir para a mitigação dos impactos ambientais?

O objetivo deste estudo é investigar e documentar as práticas sustentáveis implementadas no projeto do 'Escritório Verde' de uma universidade pública municipal na Região Metropolitana Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVale), com foco na análise de metodologias, materiais e estratégias utilizadas. Busca-se identificar os principais desafios e soluções encontradas, de modo a desenvolver um modelo replicável que possa ser aplicado em outras iniciativas de construção sustentável, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e o avanço da sustentabilidade na construção civil.

Paulo, especificamente no bairro Itaim (23°02'34" S, 45°31'02" W), com uma altitude média de 577 metros. Com uma ampla gama de cursos de graduação e pós-graduação em diversas áreas, a Universidade atende às diferentes aspirações e interesses de seus estudantes, consolidando-se como uma das mais importantes instituições de ensino superior da região, com 50 anos de existência. A área abrange 65 hectares e é equipada com infraestrutura completa para ensino, pesquisa e extensão nas áreas de agronomia e medicina veterinária. O campus conta com laboratórios, salas de aula, áreas experimentais e diversas culturas para práticas agrícolas. Este ambiente oferece uma oportunidade única para a implementação de um projeto-modelo de construção sustentável, como o 'Escritório Verde'.

2.2 Estudo técnico de um 'Escritório Verde'

O desenvolvimento deste estudo seguiu um método adaptado de Parida et al. (2021), estruturado em três etapas principais: levantamento de dados, análise de impacto ambiental e avaliação de recursos disponíveis.

A primeira etapa consistiu em um levantamento detalhado das características geográficas, climáticas e dos recursos naturais da área de estudo. Este levantamento foi realizado por meio de fontes primárias e secundárias, incluindo estudos geográficos, climáticos e levantamentos de campo. As informações coletadas incluíram coordenadas geográficas, condições climáticas típicas da região e dados sobre o solo e a vegetação local.

Na segunda etapa, a análise de impacto ambiental foi conduzida com foco no ciclo de vida dos materiais selecionados para a construção do 'Escritório Verde'. Esta análise considerou todas as fases do ciclo de vida dos materiais, desde a extração até o descarte, incluindo o consumo energético e a emissão de dióxido de carbono (CO₂) durante o transporte e a manufatura. Foi, então, elaborado um Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) simplificado, específico para o projeto, que analisou os impactos ambientais locais dos materiais e serviços utilizados. Este estudo adotou uma avaliação por raio de abrangência, dividida em três distâncias: 1 km, 10 km e 50 km, para avaliar o impacto do transporte dos materiais. A metodologia levou em conta o consumo energético associado ao transporte e a manufatura, além da viabilidade de utilizar materiais e mão de obra local.

A última etapa envolveu uma pesquisa extensiva de fornecedores de materiais de construção sustentável dentro dos raios de 1, 10 e 50 quilômetros da área de estudo. Os critérios de seleção para os fornecedores incluíram proximidade geográfica, consumo energético para transporte, disponibilidade de materiais ecológicos e viabilidade de utilização de mão de obra local. Priorizaram-se materiais com menor consumo energético para transporte e menor percentual de perdas, como tijolos, cimento, aço, madeira e pedra. A pesquisa permitiu a identificação de fornecedores capazes de fornecer materiais que atendiam aos critérios ecológicos estabelecidos, facilitando a escolha de opções mais sustentáveis.

Por fim, foi simulada a execução do projeto, que seguiu rigorosamente as etapas definidas no fluxograma elaborado, que incluía:

1. Definição de Objetivos e Requisitos: realizada por meio de reuniões com os stakeholders para definir os objetivos e os requisitos do projeto, assegurando que todas as expectativas e necessidades fossem abordadas.
2. Seleção de Materiais e Fornecedores: baseada nos critérios ecológicos estabelecidos, a seleção de materiais e fornecedores priorizou aqueles que ofereciam menor consumo energético de transporte e menor impacto ambiental.

3. Implementação de Práticas Sustentáveis: estruturada na gestão sustentável de resíduos, aproveitamento passivo de recursos naturais, eficiência energética e conforto ambiental.
4. Avaliação e Documentação: realizada por meio da avaliação dos resultados e da documentação das práticas adotadas.

A seguir, por meio de análise discursiva, são discutidas as características específicas do projeto "Escritório Verde" que o tornam um modelo replicável, seu potencial impacto ambiental positivo, as implicações sociais e econômicas, e os desafios e oportunidades relacionados à implementação de projetos de construção sustentável.

3. RESULTADOS E DISSCUSSÃO

Seguindo procedimentos delineados, o projeto arquitetônico desenvolvido é fundamentado em um embasamento técnico-científico na escolha de recursos, configurando-se como uma cartilha de boas práticas de implantação e uma matriz de seleção para materiais de baixa pegada ecológica.

Este modelo é replicável em diferentes locais, ajustando-se conforme as características ecológicas, paisagísticas e de conforto ambiental específicas de cada região. O projeto visa promover práticas sustentáveis na construção civil e contribuir significativamente para a mitigação dos impactos ambientais. A Tabela 1 ilustra a pontuação e a porcentagem por categoria de avaliação utilizada neste trabalho.

Tabela 1: Pontuação e porcentagem por categoria de avaliação de práticas sustentáveis na construção civil

| CATEGORIAS | PONTOS TOTAIS | PORCENTAGEM (%) |
|--------------------|---------------|-----------------|
| Localização | 7 | 15,91 |
| Gestão de energia | 7 | 15,91 |
| Gestão de água | 7 | 15,91 |
| Materiais | 9 | 20,45 |
| Resíduos | 4 | 9,09 |
| Conforto Ambiental | 10 | 22,73 |
| Total | 44 | 100,00 |

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 1 apresenta a pontuação e a porcentagem por categoria de avaliação de práticas sustentáveis na construção civil, refletindo a abordagem metódica adotada no projeto. Cada categoria foi cuidadosamente avaliada com base em critérios específicos: Localização, Gestão de Energia, Gestão de Água, Materiais, Resíduos e Conforto Ambiental. A pontuação total de 44 pontos distribui-se de forma equilibrada entre essas categorias, destacando a importância dada à sustentabilidade em múltiplos aspectos do projeto. A categoria de Materiais, com 20,45% da pontuação total, recebeu especial atenção devido ao seu impacto significativo na pegada ambiental da construção. Essa análise detalhada não só orienta as decisões durante a fase de planejamento e implementação, como serve como um guia para futuras iniciativas,

promovendo práticas mais sustentáveis e contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais na construção civil.

A avaliação de práticas sustentáveis geralmente utiliza sistemas de certificação ou métricas específicas que atribuem pontos com base no desempenho em cada uma dessas categorias. Portanto, uma pontuação de 44 pontos sugere que o 'Escritório Verde' conseguiu implementar práticas significativas em cada uma dessas áreas, o que é um indicativo positivo de seu compromisso com a sustentabilidade ambiental. É importante ressaltar que o contexto regional e as normativas específicas também podem influenciar o significado exato dessa pontuação. No entanto, de maneira geral, uma pontuação alta indica que o 'Escritório Verde' implementou práticas sustentáveis robustas e eficazes, o que é um excelente resultado para o projeto e uma contribuição significativa para o campo da construção civil sustentável.

Diante dessas premissas, observa-se que o projeto "Escritório Verde" visa a implementação de um sistema construtivo que prioriza a sustentabilidade e eficiência energética. Nesse sentido, a escolha dos materiais e técnicas construtivas tem como base os princípios de baixo impacto ambiental e eficiência no uso de recursos. A Figura 2 mostra a planta layout do projeto "Escritório Verde".

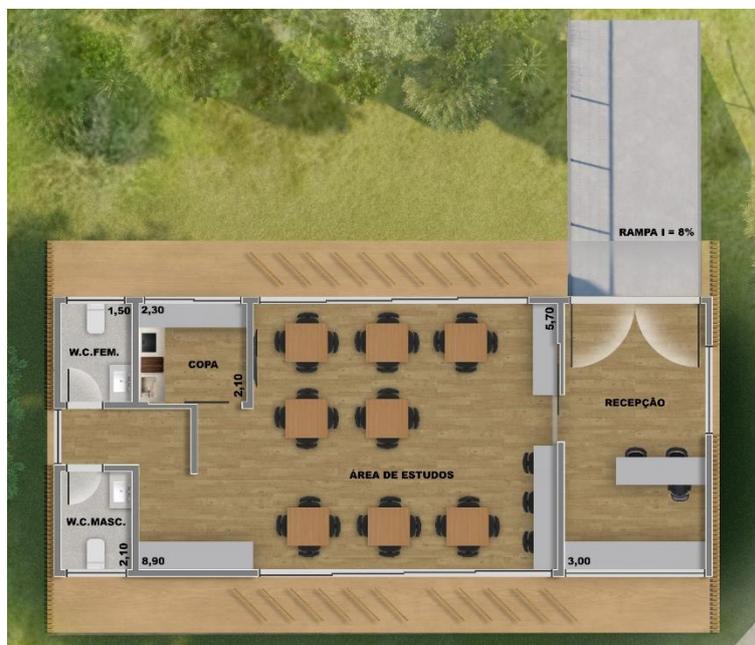


Figura 2: Localização geográfica de Taubaté, Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVale), SP.
Fonte: Elaborada pelos autores.

O projeto se alinha com diretrizes ambientais rigorosas, incorporando certificações como BREEAM, LEED e AQUA, além de seguir a Instrução Normativa 01/2010 (IN 01/2010) para práticas sustentáveis na construção civil. A planta baixa de 84 m² foi cuidadosamente concebida para acomodar até 40 pessoas, incluindo uma recepção para controle de acesso, uma sala de estudos ampla equipada com mesas, computadores e armários para livros digitais, além de uma pequena copa e banheiros adaptados. A volumetria foi visualizada em maquete eletrônica, destacando a fachada com *Brises Soleis* para controle térmico e placas fotovoltaicas no telhado para geração de energia renovável.

A implantação da edificação foi estratégica, aproveitando um pequeno talude existente para minimizar cortes de terra e a supressão de vegetação, utilizando materiais de descarte local.

A área ao redor foi revitalizada com plantas nativas, promovendo a estética paisagística e também a ventilação cruzada na sala de estudos, contribuindo para o conforto térmico e visual dos usuários. A sustentabilidade também foi integrada ao projeto por meio de um bicicletário revitalizado, incentivando o uso de transporte sustentável.

A estrutura principal é composta por pilares de concreto pré-moldados, já disponíveis no local, o que elimina a necessidade de fabricação de novos elementos estruturais e reduz o consumo de energia associado ao transporte desses materiais. Para o sistema de vedação e revestimentos, serão utilizados materiais como tijolos cerâmicos, madeira certificada, cimento, areia grossa e brita basáltica. Esses materiais foram selecionados com base em sua disponibilidade local e na proximidade dos fornecedores, o que reduzirá o consumo energético associado ao transporte. Além disso, cada material foi avaliado quanto ao seu impacto ambiental, considerando perdas durante o processo construtivo.

A Figura 3 ilustra uma representação visual do projeto gerada a partir do software Computer Generated Imagery (CGI).



Figura 3: Escritório a partir do software Computer Generated Imagery (CGI).

Fonte: Elaborada pelos autores.

A cobertura do "Escritório Verde" foi projetada para promover eficiência energética e conforto térmico. Foi utilizada uma combinação de telhas de fibrocimento e zinco, materiais que são duráveis, de baixa manutenção e que permitem a captação de água da chuva para reuso. As fundações serão adaptadas às condições do terreno existente, minimizando a necessidade de terraplanagem extensiva e reduzindo o impacto ambiental. A infraestrutura existente no local, como acesso e caminhos carroçáveis, foi preservada e integrada ao projeto, garantindo eficiência no uso do espaço e dos recursos. Todo o projeto é concebido com foco na eficiência energética e sustentabilidade, desde a concepção até a execução.

3.1 Desafios e soluções em construção sustentável

Diante dos resultados apresentados, evidencia-se que a implementação do projeto "Escritório Verde" enfrenta uma série de desafios significativos que exigem soluções inovadoras e criteriosas para alcançar os objetivos de sustentabilidade ambiental e eficiência energética. Ainda assim, este projeto serve como um modelo replicável para iniciativas futuras na construção sustentável, contribuindo para mitigar os impactos ambientais e promover práticas mais sustentáveis na construção civil.

Um dos principais desafios foi a seleção de materiais de construção com baixo impacto ambiental, que ao mesmo tempo atendessem aos requisitos técnicos e estéticos do projeto. A equipe enfrentou a necessidade de equilibrar a durabilidade, eficiência energética e sustentabilidade dos materiais, considerando também a disponibilidade local e os custos associados. A abordagem adotada incluiu a utilização de uma matriz de escolha baseada em critérios específicos, como a pegada ecológica, a origem renovável dos materiais e suas propriedades de isolamento térmico. O projeto integrou materiais como concreto com adições de resíduos industriais locais, madeira certificada de fontes sustentáveis e isolamentos de fibra de celulose reciclada, garantindo assim a conformidade com os padrões de certificação ambiental.

A localização do "Escritório Verde" em uma área verde e arborizada apresentou desafios em termos de integração paisagística e preservação do ecossistema local. A construção precisava minimizar o impacto sobre a vegetação existente e promover uma interação harmoniosa com o entorno natural. A estratégia de projeto incluiu a adoção de um talude existente para a implantação da edificação, reduzindo a necessidade de movimentação de terra e preservando a vegetação adjacente. Além disso, foi implementado um projeto de paisagismo com plantas nativas da região, revitalizando áreas degradadas e contribuindo para a biodiversidade local.

Garantir a eficiência energética da edificação e o uso de fontes renováveis de energia foi crucial para reduzir o consumo de recursos não renováveis e as emissões de carbono associadas ao funcionamento do edifício. O projeto incorporou painéis fotovoltaicos na cobertura, gerando parte da energia necessária para o funcionamento do "Escritório Verde". Além disso, elementos de design foram estrategicamente posicionados para controlar a incidência solar e reduzir a necessidade de climatização artificial. O uso de ventilação cruzada e materiais isolantes também contribuiu para o conforto térmico interno, minimizando o uso de sistemas mecânicos.

A inclusão de acessos adequados para todas as pessoas, incluindo portadores de necessidades especiais, foi um aspecto crítico do projeto para garantir que o "Escritório Verde" fosse acessível e acolhedor para toda a comunidade acadêmica. Foram projetados acessos nivelados, rampas adequadas e banheiros adaptados, seguindo as normativas de acessibilidade. Além disso, o layout interno foi pensado para proporcionar conforto e segurança, promovendo um ambiente inclusivo para todos os usuários.

Promover a conscientização ambiental entre os usuários e a comunidade acadêmica foi um objetivo central do projeto, buscando não apenas construir um espaço físico sustentável, mas educar sobre práticas de construção sustentável e preservação ambiental. Nesse contexto, o "Escritório Verde" foi concebido como um espaço funcional, pensado como um ambiente educativo. Painéis informativos sobre os materiais utilizados, o funcionamento dos sistemas de energia renovável e as práticas de sustentabilidade foram integrados ao espaço, incentivando a reflexão e o aprendizado contínuo sobre questões ambientais.

Projetos como o 'Escritório Verde' não são apenas exemplos isolados de boas práticas sustentáveis na construção civil, mas também representam um passo concreto em direção a um futuro mais sustentável. Ao servirem como modelos replicáveis, essas iniciativas não só demonstram viabilidade técnica e econômica de soluções ambientalmente responsáveis, mas

sim incentivam a adoção de práticas similares por outros empreendedores e instituições. A capacidade de mitigar impactos ambientais através da redução do consumo de recursos naturais e da emissão de gases de efeito estufa é essencial para enfrentar os desafios globais de mudança climática e escassez de recursos. Além disso, ao incorporar esses princípios desde a fase inicial do projeto, essas construções minimizam custos operacionais a longo prazo, também promovendo um ambiente mais saudável e confortável para os usuários. Dessa forma, o 'Escritório Verde' e projetos similares atendem às demandas atuais por sustentabilidade, também pavimentando o caminho para um setor da construção civil mais consciente e responsável ambientalmente.

4. CONCLUSÃO

A concepção e implementação do 'Escritório Verde' neste estudo foi bem-sucedida, demonstrando a viabilidade técnica e econômica de práticas sustentáveis na construção civil. O projeto alcançou uma pontuação total de 44 pontos na avaliação de práticas sustentáveis na construção civil, distribuída de forma equilibrada entre categorias como Localização, Gestão de Energia, Gestão de Água, Materiais, Resíduos e Conforto Ambiental.

Do ponto de vista prático, o 'Escritório Verde' tem potencial para reduzir o consumo de energia e recursos naturais, também proporcionando um ambiente de trabalho mais saudável e produtivo para os usuários. A integração de tecnologias sustentáveis como painéis fotovoltaicos e sistemas de captação de água da chuva pode reduzir os custos operacionais a longo prazo, como fortalecer a resiliência do edifício frente a futuras crises energéticas e hídricas. Socialmente, o projeto serve como um exemplo educativo e inspirador, promovendo a conscientização sobre práticas sustentáveis entre estudantes, professores e a comunidade acadêmica em geral.

Compreende-se que uma limitação significativa deste estudo reside na especificidade do contexto local do Vale do Paraíba. Embora o projeto tenha sido adaptado às condições climáticas, geográficas e econômicas específicas da região, sua replicabilidade pode ser limitada em outras áreas com características ambientais distintas.

Apesar dos esforços para considerar uma variedade de materiais e fornecedores locais, a amostra de fornecedores de materiais sustentáveis pode ter sido limitada, o que pode afetar a generalização dos resultados para outras localidades. Essas limitações destacam a necessidade contínua de adaptação e customização de práticas sustentáveis conforme as particularidades de cada região e contexto específico.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade de Taubaté pelo apoio técnico e institucional oferecido.

5. REFERENCES

EICHHOLTZ, P., KOK, N., & QUIGLEY, J. M. (2010). Doing well by doing good? Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492-2509.

- ESFANDIARI, M., ZAID, S. M., ISMAIL, M. A., & AFLAKI, A. (2017). Influence of indoor environmental quality on work productivity in green office buildings: A review. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 385-390.
- FERREIRA, W. J., BATISTA, G. T., DOS SANTOS TARGA, M., DE CASTRO, C. M., & DEVIDE, A. C. P. (2013). Physical properties of soil cultivated with *Jatropha curcas* and associated green vegetation covers. *Ambiente e Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 8(4), 60-70.
- FERREIRA, W. J., DA SILVA RICETTO, K. C., & CHAGAS, E. V. (2023). Educação Ambiental: um caminho sustentável para combater as mudanças climáticas. *Revista Biociências*, 29(1), 1-11.
- JOHN, V. M. (2010). *Materiais de construção e o meio ambiente*. ISAIA, G. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. São Paulo: IBRACON, 97-121.
- LEMONS, G. M. C., DINIZ, P. A., BANDEIRA, R. F., SILVA, A. B., DE ABREU, A. L. D., & VALVERDE, F. T. A. (2021). Roteiro de elaboração de projetos sustentáveis para residências unifamiliares. *Natural Resources*, 11(2), 87-103.
- PARIDA, S., ANANTHRAM, S., CHAN, C., & BROWN, K. (2021). Green office buildings and sustainability: Does green human resource management elicit green behaviors?. *Journal of Cleaner Production*, 329, 129764.
- TARGA, M. D. S.; POHL, E.; ALMEIDA, A. A. D. S. (2019). Water balance in soil covered by regenerating rainforest in the Paraíba Valley region, São Paulo, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, 14, p. 1-11.
- VIEIRA, D. R., CALMON, J. L., ZULCÃO, R., & COELHO, F. Z. (2018). Consideration of strength and service life in cradle-to-gate life cycle assessment of self-compacting concrete in a maritime area: a study in the Brazilian context. *Environment, development and sustainability*, 20, 1849-1871.
- ZAVADSKAS, E. K., ANTUCHEVICIENE, J., VILUTIENE, T., & ADELI, H. (2017). Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. *Sustainability*, 10(1), 14.