**SUSTENTABILIDADE NA ENGENHARIA CIVIL: PRÁTICAS E MATERIAIS ECOLÓGICOS PARA UM AMBIENTE MELHOR**

Aleffy Gil Pereira da Silva 1

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, eng.aleffy@gmail.com

José Fernando Bandeira da Silva 2

Graduando em Licenciatura em Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras- Paraíba, fernandobandeira1503@gmail.com

Guilherme Rodrigues Gomes 3

Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras- Paraíba, guilhermegomes1903@outlook.com

Veida Maria Maciel Gonçalves 4

Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba eng.veida.maria@gmail.com

Allysson Jordan de Souza 5

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba, allysson.jord@gmail.com

Andressa Fernandes Pinheiro 6

Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia, Cajazeiras- Paraíba, andressafernandes1804@gmail.com

Antônio Alison Oliveira da Silva 7

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba, Oliveiraalison161@gmail.com

José Pereira Martins Filho 8

Graduando Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba, josefilhosg1@gmail.com

Henrique Duarte de Oliveira 9

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba, henrique.duarte@academico.ifpb.edu.br

Livia de Brito Marques 10

Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba,  liviaararipe15@gmail.com

Marcelo Henrique da Silva 11

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba, marcellohenriquee410@gmail.com

Ane Caroline Tavares Nobre Amescoa 12

Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba,  ane.caroline@academico.ifpb.edu.br

Gustavo Pereira Olímpio 13

Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras- Paraíba,  gustavo.olimpio@academico.ifpb.edu.br

Orlando Leite Rolim Filho 14

Cientista da Computação, Faculdade Católica da Paraíba, rolimorlando@gmail.com

**RESUMO:** A sustentabilidade na engenharia civil tornou-se um dos pilares fundamentais no planejamento e execução de projetos no século XXI. Esta abordagem busca minimizar os impactos ambientais e promover o uso eficiente de recursos, se alinhando com o conceito de desenvolvimento sustentável. **Objetivo:** Descrever através da literatura científica a importância da sustentabilidade na engenharia civil. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com carácter de estudo descritivo e abordagem qualitativa, em que foi realizada foi realizada buscas no sistema do Google Scholar e o *Scientific Electronic Library Online,* usando as seguintes palavras-chave: Engenharia, Meio ambiente e Sustentabilidade. Inicialmente foram encontrados 167 resultados sem filtros, e posteriormente a aplicação reduziu-se para 13 estudos, e destes, foram lidos os seus títulos resultantes das bases de dados, restando apenas 09 artigos para a amostra na síntese qualitativa final. **Resultados:** Mediante as análises literárias, verificou-se nitidamente que a sustentabilidade na engenharia civil desempenha um papel essencial no desenvolvimento de construções que minimizam o impacto ambiental e promovem a eficiência dos recursos. Isso se dá por meio de práticas inovadoras e da utilização de materiais ecológicos, que não só reduzem os danos ao meio ambiente, mas também melhoram a qualidade de vida dos ocupantes e da comunidade em geral. **Conclusão:** Em síntese, este artigo conclui que a incorporação de práticas e materiais ecológicos na engenharia civil não é apenas uma tendência, mas uma necessidade urgente. O compromisso com a sustentabilidade deve ser visto como uma responsabilidade coletiva, onde engenheiros, arquitetos, construtores e sociedade em geral trabalham em conjunto para promover um desenvolvimento sustentável, garantindo um ambiente melhor e mais saudável para todos.

**Palavras-Chave:** Engenharia, Meio ambiente, Sustentabilidade.

**E-mail do autor principal:** eng.aleffy@gmail.com

**1. INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade na engenharia civil tornou-se um dos pilares fundamentais no planejamento e execução de projetos no século XXI. Esta abordagem busca minimizar os impactos ambientais e promover o uso eficiente de recursos, se alinhando com o conceito de desenvolvimento sustentável. No contexto da construção civil, a sustentabilidade envolve diversas práticas e estratégias que visam a conservação de recursos naturais, redução de resíduos e menores emissões de gases de efeito estufa (Costa *et al*., 2023).

Em primeiro lugar, a escolha de materiais sustentáveis é uma prática crucial. Materiais reciclados, biodegradáveis ou provenientes de fontes renováveis têm um papel significativo. Por exemplo, o uso de concreto reciclado ou madeira certificada que garante uma gestão florestal responsável. Adicionalmente, o emprego de técnicas como a construção modular e pré-fabricada pode diminuir o desperdício de materiais e aumentar a eficiência do processo construtivo (Coelho *et al.,* 2023).

Outra vertente importante é a eficiência energética dos edifícios. O design sustentável inclui a implantação de soluções que diminuem o consumo energético, como painéis solares, sistemas de aquecimento e resfriamento passivos, e o uso de iluminação natural. Certificações como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e Aqua certificam construções que seguem padrões rigorosos de eficiência e sustentabilidade, promovendo práticas que beneficiam tanto os ocupantes dos edifícios quanto o ambiente (Paulino *et al.,* 2023).

A gestão de resíduos também é uma área de alta relevância. A implementação de programas de reciclagem no canteiro de obras e o uso de técnicas como o planejamento de ciclo de vida dos materiais ajudam a minimizar a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários. Além disso, a utilização das práticas de demolição seletiva, que separa e recicla componentes estruturais, reduz substancialmente o impacto ambiental (Souza *et al.,* 2023).

O aproveitamento da água é outro aspecto central na sustentabilidade na engenharia civil. Sistemas de captação de água da chuva, tratamento de águas cinzas e a redução do desperdício de água são componentes essenciais. A instalação de dispositivos economizadores de água e a escolha de técnicas de paisagismo que demandem menos irrigação são práticas comuns (Coelho *et al.,* 2023).

Nesse contexto, a sustentabilidade na engenharia civil também é social. Envolve a criação de espaços que melhoram a qualidade de vida das pessoas, seja por meio de projetos que incentivam a mobilidade urbana sustentável, a criação de áreas verdes ou o desenvolvimento de comunidades inclusivas e acessíveis (Mendes *et al.,* 2022).

Em suma, a sustentabilidade na engenharia civil não é apenas uma tendência, mas uma necessidade urgente. Integrar considerações ambientais, sociais e econômicas no ciclo de vida dos projetos é essencial para construir um futuro resiliente e equilibrado (Costa *et al*., 2023).

**2. METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com carácter de estudo descritivo e abordagem qualitativa, em que foi realizada buscas no sistema do Google Scholar e o *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*. Assim, destaca-se que durante as pesquisas realizadas, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Engenharia, Meio ambiente e Sustentabilidade.

Da mesma forma, salienta- se que os critérios de inclusão adotados durante as pesquisas foram: artigos completos, disponíveis na íntegra, provindos do idioma português, inglês e espanhol, que tivessem conexão com a temática abordada e produzidos nos períodos de 2018 a 2023. Enquanto isso, os critérios de exclusão empregados foram os artigos incompletos, sem conexão com a temática e que não atendiam a linha temporal exigida.

Com base nisso, destaca-se que para a construção do trabalho foi necessário adotar a estruturação focada em 8 etapas dispostas da seguinte forma: 1) Definição da temática, 2) Elaboração da pergunta norteadora, 3) Definição dos critérios de inclusão e exclusão para o direcionamento das pesquisas a serem realizadas, 4) Definição das bases de dados, para a efetivação das buscas científicas, 5) Seleção dos artigos que se enquadravam no tema, 6) Análise dos estudos na etapa qualitativa final, 7) Interpretação dos dados obtidos e 8) Exposição da abordagem da temática.

Salienta-se que, mediante a estratégia metodológica aplicada, dispensou-se a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), visto que foram priorizados dados secundários, ou seja, provindos de estudos coletados e averiguados por outra pessoa através de um processo de investigação apropriado.

Desse modo, inicialmente foram encontrados 167 resultados, sem o adicionamento dos filtros. Todavia, posteriormente a aplicação dos parâmetros inclusivos, o número de achados reduziu-se para 13 estudos, e destes, foram lidos os seus títulos resultantes das bases de dados e excluídos os que não condiziam com a temática, restando apenas 09 artigos para a amostra na síntese qualitativa final.

**3. RESULTADOS E DISCUSÕES**

A construção civil tem um impacto significativo no meio ambiente, desde o consumo de recursos naturais até a emissão de poluentes. Adotar práticas e materiais ecológicos nesse setor é essencial para promover um futuro mais sustentável. Um ponto crucial é a utilização de materiais sustentáveis, que podem incluir madeira certificada, bambu, tijolos de solo-cimento e concreto reciclado. Esses materiais não só reduzem a pegada ecológica, mas também são muitas vezes mais duráveis e eficientes em termos de energia (Paulino *et al.,* 2023).

A eficiência energética é outro aspecto fundamental. Edifícios ecológicos utilizam tecnologias como painéis solares, telhados verdes e sistemas de aquecimento e resfriamento natural, que ajudam a reduzir o consumo de energia. Janelas de alto desempenho, iluminação LED e isolamento térmico de qualidade também são práticas que auxiliam na eficiência energética (Costa *et al*., 2023).

A gestão da água é igualmente importante. Sistemas de captação e reutilização da água da chuva, juntamente com dispositivos de baixo consumo, como torneiras e chuveiros eficientes, podem diminuir significativamente o desperdício. Além disso, o tratamento de águas cinzas, aquelas provenientes de lavatórios e chuveiros, permite que essa água seja usada em atividades que não exigem água potável, como a irrigação de jardins (Souza *et al.,* 2023).

Outro destaque são os processos de construção sustentáveis. Minimizar a geração de resíduos e maximizar a reciclagem dos materiais de construção são práticas essenciais. O uso de técnicas como a construção modular e pré-fabricada reduz tanto o desperdício quanto o tempo de obra, além de minimizar os distúrbios ambientais no local de construção (Mendes *et al.,* 2022).

A escolha do local para a construção também influencia na sustentabilidade. Prefira construir em áreas já urbanizadas para evitar o desmatamento e a destruição de habitats naturais. Promover a biodiversidade no entorno da construção, com a plantação de árvores nativas e a criação de espaços verdes, contribui para um ambiente mais saudável e equilibrado (Coelho *et al.,* 2023).

Assim, a conscientização e educação de todos os envolvidos no processo de construção, desde arquitetos e engenheiros até os trabalhadores de obra, são fundamentais. Treinamentos e workshops podem ajudar a disseminar práticas sustentáveis e incentivar a inovação (Santos *et al*., 2023).

Por isso, a adoção de práticas e materiais ecológicos na construção civil é um caminho essencial para criar um ambiente melhor. Combinando tecnologias inovadoras, gestão eficiente de recursos e um planejamento cuidadoso, é possível construir de maneira que respeite e preserve o meio ambiente, garantindo um futuro mais sustentável para as próximas gerações (Borioni *et al*., 2023).

A sustentabilidade na engenharia civil desempenha um papel essencial no desenvolvimento de construções que minimizam o impacto ambiental e promovem a eficiência dos recursos. Isso se dá por meio de práticas inovadoras e da utilização de materiais ecológicos, que não só reduzem os danos ao meio ambiente, mas também melhoram a qualidade de vida dos ocupantes e da comunidade em geral (Costa *et al*., 2023).

Uma das práticas mais importantes é a gestão eficiente de resíduos. Durante a construção, uma quantidade significativa de materiais é descartada. A reciclagem e o reuso desses materiais são estratégias cruciais. Por exemplo, a reutilização de concreto e madeira pode significativamente reduzir a necessidade de novos recursos, enquanto a reciclagem de metais e plásticos minimiza o desperdício (Paulino *et al.,* 2023).

Além disso, o uso de tecnologias como a modelagem da informação da construção (BIM, na sigla em inglês) permite um planejamento mais preciso e uma gestão mais eficiente dos projetos, minimizando erros e retrabalho, o que também contribui para a redução de resíduos (Souza *et al.,* 2023).

Os materiais ecológicos estão ganhando destaque na indústria da construção. Entre eles, os mais utilizados são os tijolos ecológicos, feitos a partir de resíduos como cinzas e entulhos, e o concreto reciclado. Outra tendência é o uso de materiais de baixo impacto ambiental, como bambu e madeira certificada, que são renováveis e possuem um ciclo de vida com menor pegada de carbono (Coelho *et al.,* 2023).

A eficiência energética é outro aspecto vital da sustentabilidade na engenharia civil. Edifícios sustentáveis são projetados para maximizar a utilização de luz natural, reduzir a necessidade de aquecimento e resfriamento artificial e aproveitar fontes de energia renovável, como painéis solares e sistemas de aquecimento geotérmico. A implementação de isolamento térmico eficiente e janelas de vidro duplo pode reduzir significativamente o consumo de energia de uma edificação (Mendes *et al.,* 2022).

A captação e reutilização de água é uma prática que também não pode ser negligenciada. Sistemas de coleta de água da chuva e tratamento de águas cinzas (provenientes de chuveiros e torneiras) podem ser integrados às construções para diminuir o uso de água potável, promovendo uma gestão mais sustentável desse recurso escasso (Santos *et al*., 2023).

Portanto, a adoção de práticas e materiais ecológicos na engenharia civil é essencial para promover um ambiente mais saudável e sustentável. Estas ações contribuem para a redução dos impactos ambientais, o uso eficiente dos recursos naturais e a construção de um futuro mais equilibrado e sustentável para as próximas gerações (Borioni *et al*., 2023).

**4. CONCLUSÃO**

Em conclusão, este artigo ressalta a importância crucial da sustentabilidade na engenharia civil, destacando que a adoção de práticas e materiais ecológicos é essencial para a criação de um ambiente mais saudável e equilibrado. Ao longo deste estudo, foram evidenciadas diversas técnicas e soluções inovadoras que visam reduzir o impacto ambiental das construções, promovendo uma gestão eficiente dos recursos naturais e a minimização dos resíduos gerados.

Os materiais ecológicos, como os concretos alternativos, o uso de bambu e madeiras de reflorestamento, demonstraram-se eficazes não só em termos de sustentabilidade, mas também de viabilidade econômica e durabilidade. As práticas como a reciclagem de materiais de construção, o planejamento urbano sustentável e a implementação de tecnologias de eficiência energética contribuem significativamente para a redução da pegada de carbono do setor.

O papel dos profissionais de engenharia civil é, portanto, primordial na transição para uma construção mais sustentável. A responsabilidade de projetar e executar obras que atendam aos padrões ecológicos definidos pelas normas internacionais tem impactos direto tanto no meio ambiente quanto na qualidade de vida das futuras gerações. Iniciativas de certificação sustentável, como LEED e AQUA, representam avanços importantes, incentivando a adoção de melhores práticas na indústria da construção.

Além disso, a conscientização e educação contínua dos profissionais e stakeholders no setor é vital para a implementação efetiva dessas práticas. Investir em pesquisas e no desenvolvimento de novos materiais e tecnologias ecológicas também são passos fundamentais para a evolução da engenharia civil rumo à sustentabilidade.

Em síntese, este artigo conclui que a incorporação de práticas e materiais ecológicos na engenharia civil não é apenas uma tendência, mas uma necessidade urgente. O compromisso com a sustentabilidade deve ser visto como uma responsabilidade coletiva, onde engenheiros, arquitetos, construtores e sociedade em geral trabalham em conjunto para promover um desenvolvimento sustentável, garantindo um ambiente melhor e mais saudável para todos.

**REFERÊNCIAS**

BORIONI, R. S. et al. Reforming environmental licensing in Brazil: Discourses analysis in the National Environment Council. Ambiente & Sociedade [online]. 2023, v. 26, e00774. Available from: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0077r4vu2023L3OA>. Epub 10 Nov 2023. ISSN 1809-4422.

COELHO, V. A. et al. Desenvolvimento de argamassa álcali-ativada baseada em cinzas de caldeira de dendê e queima de madeira. Ambiente Construído [online]. 2023, v. 23, n. 3, pp. 139-165. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300680>. Epub 09 Jun 2023. ISSN 1678-8621.

COSTA, S. M. F. et al. Uma contribuição ao estudo da resiliência urbana das pequenas cidades do delta do Rio Amazonas: uma avaliação a partir da infraestrutura, da economia urbana e de aspectos sociais. Ambiente Construído [online]. 2023, v. 23, n. 4 pp. 25-41. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000400689>. Epub 25 Set 2023. ISSN 1678-8621.

CRUZ, R. J. P. et al. Padrões emergentes na construção civil: a padronização baseada na improvisação. Ambiente Construído [online]. 2022, v. 22, n. 4, pp. 299-319. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000400641>. Epub 09 Set 2022. ISSN 1678-8621.

DOMÍNGUEZ, A. G. D. et al. Habitação, saúde e meio ambiente em conflito no Distrito Federal: a Vila Santa Luzia em perspectiva. Saúde e Sociedade [online]. 2023, v. 32, n. Suppl 1, e230028pt. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902023230028pt>. Epub 22 Dez 2023. ISSN 1984-0470.

MENDES, A. R. et al. Análise do processo de dispersão da nanocelulose cristalina para a produção de compósitos cimentícios. Ambiente Construído [online]. 2023, v. 23, n. 1, pp. 183-196. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000100657>. Epub 14 Nov 2022. ISSN 1678-8621.

PAULINO, R. S. et al. Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020. Ambiente Construído [online]. 2023, v. 23, n. 3, pp. 83-97. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300677>. Epub 09 Jun 2023. ISSN 1678-8621.

SANTOS, L. F. A. et al. Desenvolvimento de questionário para indicar posicionamentos em relação às Sociedades Sustentáveis partindo de conceitos correlatos. Ambiente & Sociedade [online]. 2023, v. 26], e00091. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20220009r1vu2023L2AO>. Epub 17 Jul 2023. ISSN 1809-4422.

SOUZA, G. M. et al. Estudo de misturas compostas por resíduos de scheelita e solos destinados a pavimentação. Ambiente Construído [online]. 2023, v. 23, n. 3, pp. 117-137. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300679>. Epub 09 Jun 2023. ISSN 1678-8621.