

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

SISTEMAS CONSTRUTIVOS RACIONAIS SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS E A EFICIÊNCIA AMBIENTAL

Tiago Maschi Chaves, IFSul - Câmpus Passo Fundo, tiagomaschichaves@gmail.com
Clair José Frighetto, IFSul - Câmpus Passo Fundo, cjfrighetto@gmail.com
Gabriel Conte, IFSul - Câmpus Passo Fundo, gabriel.conte@outlook.com
Cassiane Morais Almeida, IFSul - Câmpus Passo Fundo, cassima0808@gmail.com
Bleimer Kalb Lopes dos Santos, IFSul - Câmpus Passo Fundo, bleimer120@gmail.com
Tamara Francisca Baggio, IFSul – Câmpus Passo Fundo, tamarabaggio@ifsul.edu.br

Resumo

Com a evolução tecnológica e o aperfeiçoamento de processos, todos os setores de trabalho têm se beneficiado com os ganhos provenientes. Não é diferente com a construção civil, onde novos sistemas construtivos têm revolucionado o modo de construir. Novos materiais e técnicas construtivas estão sendo adotadas na construção civil, como forma de tornar as práticas empregadas mais sustentáveis e rápidas, visto que a construção civil é um dos setores que mais gera desperdícios e com longos períodos para concluir suas obras. Entretanto, buscando maior sustentabilidade e racionalização de materiais no setor, a utilização e aperfeiçoamento de técnicas construtivas como o wood frame e materiais como a madeira, vem provocando mudanças nesse cenário. Utilizando processos totalmente sustentáveis e industrializados, com menor tempo de obra e com custos atrativos, o wood frame se mostra uma alternativa viável para a realidade brasileira, que possui um grande déficit habitacional.

Palavras-chave: Construção civil, racionalização, processos construtivos.

1. Introdução

A construção civil enfrenta a necessidade de otimizar projetos, integrar sistemas com menor custo e tempo, e, ao mesmo tempo, atender a questões sustentáveis. A eficiência ambiental é um fator crucial nesse contexto, à medida que novos sistemas construtivos buscam reduzir o impacto ambiental. Esse processo de mudança integra métodos construtivos industrializados com alternativas para suprir as exigências do mercado. A baixa racionalização e industrialização dos processos construtivos mais difundidos atualmente no Brasil tem sido um dos principais fatores de retrabalho, geração de resíduos e baixa qualidade na construção civil.

Portanto, novos sistemas vêm para trazer um padrão construtivo de maior qualidade com preços competitivos, tornando a racionalização e a industrialização cada vez mais presentes no planejamento de uma obra. O emprego da otimização dos processos, racionalização e



industrialização são a saída para aumentar a qualidade do serviço e também reduzir o índice homem . hora/m², conseqüentemente diminuir o prazo das construções, o desperdício e o custo final.

Para Castelar (2017), a definição de sistemas construtivos é um conjunto de métodos analíticos e executivos que reunidos visam à criação de um empreendimento. Podendo ser definido por diferentes tipos de conjuntos de acordo com a finalidade do empreendimento. Toda edificação deve possuir uma estrutura que a suporte e possibilite a sua estabilidade perante o uso para a qual foi dimensionada. A partir desta noção e da evolução tecnológica, novos métodos para a realização de edifícios surgem no mercado atual, dando um contraste às técnicas há muito empregadas.

Sistema de construção industrializado pode ser definido como construções que utilizam métodos industriais como pré-fabricação, mecanização e padronização. Que utiliza as técnicas industriais tanto na produção de componentes quanto na montagem das edificações ou ambas. O processo pelo qual os componentes de uma construção são concebidos, planejados e fabricados, transportados ou erguidos no local, onde métodos sistematizados modernos de design, planejamento de produção e controle, bem como manufaturas mecanizadas e automatizadas são aplicados. (ARAUJO et. al. ,2020).

Nos vemos diante de um processo de mudanças constantes no setor da construção civil, que apresenta uma grande demanda e altos custos . Buscando atender as exigências, que são impostas neste mercado, se faz necessário a implantação de novos métodos, visando otimizar projetos, integrando os sistemas com menor tempo, atendendo questões sustentáveis e preferencialmente economizando custos. A utilização de métodos construtivos industrializados e materiais de base renováveis são apresentados como alternativas para suprir essas necessidades.

2. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica abrange a história e a evolução da madeira como material de construção, mencionando a madeira laminada colada (MLC) e sua aplicação na construção civil. Também destaca o uso de madeiras de reflorestamento e seus benefícios, bem como a diversificação da sua utilização, que vem ganhando importância no cenário mundial por substituir produtos oriundos do petróleo por fontes de recursos renováveis.

2.1 Wood Frame

A madeira é um dos materiais mais antigos utilizados na construção, mas conforme novos materiais industrializados foram surgindo, como o aço e o concreto, a indústria da construção

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

passou a deixar de usar a madeira como material estrutural e passou a empregá-la prioritariamente de forma temporária ou como acabamento. A crescente utilização da madeira como componente estrutural, em virtude da popularização da utilização do método construtivo wood frame no Brasil. Como também a necessidade de manutenção e reabilitação de estruturas de madeira antigas é um aspecto que trouxe em foco novamente a madeira como um elemento construtivo importante a nível mundial. (NOGUEIRA et. al, 2020).

No entanto, segundo França (2019), em países desenvolvidos, principalmente na Europa, sempre se manteve a utilização desse material e desenvolveu novas tecnologias aprimorando os tratamentos associados à madeira, novas técnicas de colagem propiciaram um material estrutural duradouro, estável e com bom comportamento mecânico. Também a evolução das técnicas de ligação entre diferentes peças de madeira e com outros materiais veio facilitar o desenvolvimento de estruturas complexas e a sua aplicação a soluções de grandes dimensões.

A madeira é um dos materiais de construção mais utilizados, por todas as civilizações, principalmente no início de seu desenvolvimento, juntamente com a pedra e a argila, devido a disponibilidade nas proximidades da localização das construções. O processo construtivo era artesanal e o conhecimento técnico necessário escasso. Com o passar do tempo e o desenvolvimento técnico, outros materiais foram desenvolvidos, para utilização na construção, como por exemplo do ferro fundido e o cimento. Com a revolução industrial materiais de construção, passaram a ser produzidos em larga escala e por meio de processos industrializados, começaram a surgir novos materiais para construção, como o concreto armado em substituição à madeira, à pedra e ao barro, pois apresentavam propriedades que não faziam parte de materiais naturais, possibilitando obras de maiores dimensões e em diversos ambientes.(CHACON, 2020).

Para Marini et al (2021), a madeira está presente no cotidiano das pessoas nas mais diversas formas de utilização, tais como fabricação de móveis, celulose de papel, geração de energia e, na construção civil. Para suprir a demanda necessária, devido a escassez de madeiras de florestas nativas, a utilização de madeiras de reflorestamento que apresentam crescimento rápido e com propriedades satisfatórias para suprir as necessidades da construção civil passou a ser uma possibilidade.

Para Rosa et al (2020), a madeira é um material renovável com excelente capacidade de carregamento em relação a sua própria massa. Assim, pode ser utilizada como componente estrutural, na forma de madeira laminada colada (MLC). A madeira laminada colada é um material compósito formado a partir da colagem de topo e adjacente de lâminas de madeira selecionadas e dispostas com fibras paralelas entre si. Por ser um produto pouco utilizado no Brasil, pesquisas se fazem necessárias para compreender as características desse compósito utilizando diferentes espécies florestais. A figura 1 mostra o nível de conhecimento sobre o

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

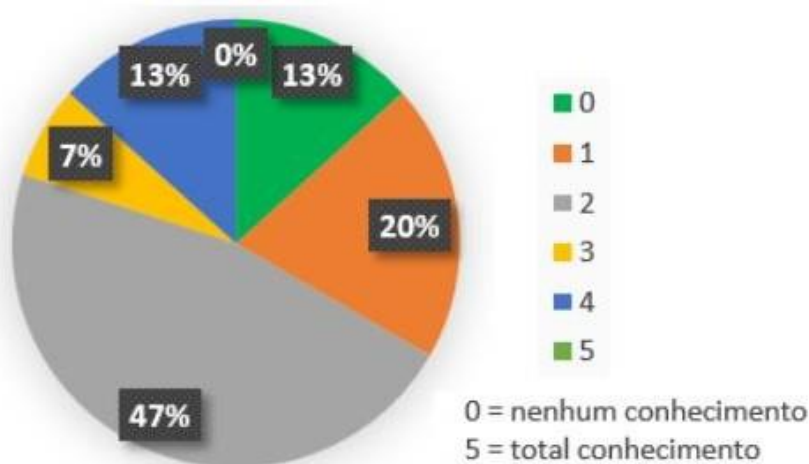


22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

sistema construtivo wood frame realizada com profissionais da construção civil realizada por Silvestre e Figuerredo (2018).

A diversificação da utilização da madeira segundo Nogueira et. al (2019), vem ganhando importância no cenário mundial por substituir produtos oriundos do petróleo por fontes de recursos renováveis. O surgimento do reflorestamento como forma de suprir necessidades industriais proporcionou o uso de madeiras não convencionais. No Brasil, esse processo de silvicultura foi fortalecido para preservar espécies nativas. Introduzindo espécies exóticas como a do Pinus e Eucalyptus na indústria de base florestal-madeireira. Desde então várias pesquisas têm demonstrado a versatilidade dessas espécies de madeira.

Figura 1 – Nível de conhecimento sobre o sistema wood frame.



Fonte: Silvestre e Figuerredo (2018).

O Wood Frame, estrutura em peças de madeira maciça e fechamento em chapas OSB, é classificado como construção a seco industrializada. A utilização desse tipo de construção em países desenvolvidos como Estados Unidos e Canadá é muito comum, isso se dá devido à lucratividade, à diminuição evidente do tempo de execução, à economia de energia e por esse sistema ser altamente industrializado e ecologicamente correto e pelo fato da madeira ser economicamente competitiva faz com que sua aceitação seja mais natural e ampla. No Brasil essa técnica ainda é pouco conhecida, há dez anos vem tentando ganhar seu espaço nas construções civis. (OLIVEIRA, 2020). Um exemplo de estrutura no sistema wood frame é

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

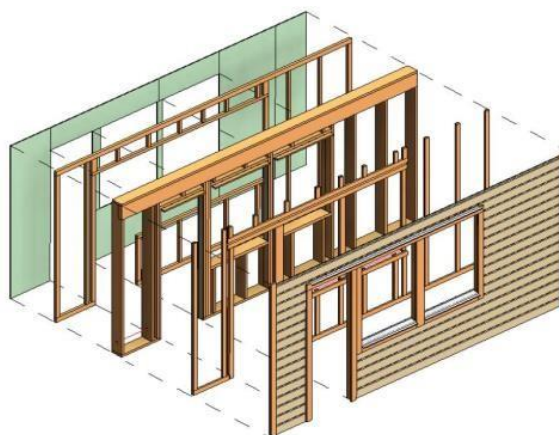
apresentado na figura 2, e a figura 3 apresenta um modelo esquemático de uma parede do sistema.

Figura 2 - Visualização da estrutura do sistema construtivo em wood frame.



Fonte: Adaptado de Heidemann (2020).

Figura 3 – Modelo esquemático do sistema wood frame.



Fonte: Adaptado de Heidemann (2020).



A madeira é um dos materiais mais antigos utilizados na construção, mas conforme novos materiais industrializados foram surgindo, como o aço e o concreto, a indústria da construção passou a deixar de usar a madeira como material estrutural e passou a empregá-la prioritariamente de forma temporária ou como acabamento. No entanto, em países desenvolvidos, principalmente na Europa, manteve-se a utilização desse material e desenvolveu a tecnologia que hoje chamamos de madeira engenheirada. (CTE, 2020).

3. Comparativo de Sistemas

Mendes et al (2020), buscou discutir o desempenho de sistemas construtivos inovadores (SCI), homologados por instituições técnicas avaliadoras (ITAs) e pelo Sistema Nacional de avaliação Técnica (SiNAT). O objetivo foi analisar os resultados das avaliações pós-ocupação (APOs) em habitações de interesse social (HISs) construídas em concreto- PVC e sistema leve em madeira, a partir da proposta de otimização e do critério avaliativo das falhas sistemáticas de um conjunto de instrumentos, sendo: projeto, obra, manual de uso, operação e manutenção, manutenibilidade e assistência técnica. Nos dois casos, a estanqueidade é o fator de desempenho que mais requer intervenções nas HISs. Quanto às fissuras em juntas e aos problemas em caixilhos das esquadrias, não são oriundos de deformações das vedações autoportantes, o que é positivo na análise do fator de desempenho e segurança estrutural. Os resultados demonstram que, embora o fator de segurança estrutural seja satisfatório, é necessária a manutenção por parte dos usuários e da assistência técnica da empresa, como no caso do sistema em concreto-PVC. Conclui-se que o método otimizado pode indicar as falhas sistemáticas dos SCIs, possibilitando recomendar às ITAs os itens prioritários para futura reavaliação.

Oliveira et. al (2019), analisaram a viabilidade econômica para utilizar o sistema construtivo wood frame como alternativa construtiva para o projeto de habitação popular executado pelo Programa Minha Casa Minha Vida em um conjunto habitacional, no município de Gurupi - TO. Onde foram executadas 233 unidades habitacionais. Comparando o sistema construtivo wood frame com o convencional, constataram que o método construtivo Wood frame é viável economicamente e compete diretamente com o uso da alvenaria tradicional, pois apresentou uma redução de 10% no custo total da edificação, e diminuição de 53,55% nos custos com mão de obra. Ressaltando também que em comparação com a alvenaria tradicional a construção em Wood frame produz 80% menos dióxido de carbono, reduz o consumo de água em 90% durante o processo construtivo e diminui em 85% o volume de resíduos gerados, reforçando ainda mais a viabilidade ambiental deste método.

Heidemann (2020), realizou uma análise aplicada na região Sul de Santa Catarina com o intuito de apontar as barreiras para a ampla dissolução do sistema construtivo Wood Frame na construção civil. Para tanto, foi realizada revisão bibliográfica do tema, levantamento de dados e questionamento com o mercado construtivo na região sul do estado de Santa Catarina



especificamente nas cidades de Tubarão e Criciúma. Como resultado verificou-se que a adoção desse sistema construtivo em lugar da convencional alvenaria depende principalmente de mudança de hábito, conhecimento aprofundado no tema e questões econômicas. Também destaca que é sabido que o sistema wood frame oferece inúmeros benefícios como a facilidade, agilidade da construção e desempenho.

Pires Junior (2020), realizou uma comparação entre o sistema construtivo wood frame e alvenaria convencional, no projeto e execução de uma residência com área útil de 33,52 metros quadrados, do Programa Minha Casa Minha Vida. Onde o Sistema construtivo wood frame demonstrou-se 24,41 % mais barato que a alvenaria convencional. também constatou que o tempo de construção em alvenaria convencional foi de duas vezes superior. Conclui-se que a adoção do sistema construtivo Wood Frame se mostrou viável para ser empregado como sistema construtivo de habitações de interesse social no país, onde as pessoas poderiam ter acesso a moradia de forma rápida e adoção desse método também irá gerar modernização no setor da construção civil no Brasil.

Perreira (2020), realizou comparação de custos, orçamento de construção e manutenção durante 50 anos, de uma residência unifamiliar no sistema em moldes mais utilizado nos Estados Unidos, o sistema em wood frame com acabamentos adaptados à realidade brasileira e em alvenaria estrutural. Ao término do estudo constatou que o wood frame, é um sistema de construção compatível com o mercado brasileiro, apesar de ser pouco mais caro no momento da construção em relação à alvenaria estrutural, existem maneiras de barateá-lo, além de possuir um menor custo de manutenção, fator importante no combate ao déficit habitacional.

Chaves e Aragão (2019), realizaram uma comparação entre os métodos construtivos Framing (Steel Frame e Wood Frame) e convencional segundo parâmetros de comparação definidos a partir da análise do comportamento térmico, acústico, características estruturais, aspecto arquitetônico, vida útil e tipos de fundações. A partir dos resultados encontrados concluíram que cada método construtivo apresenta vantagens ou desvantagens dependendo do critério de julgamento. Deste modo, o construtor pode optar pelo método construtivo mais viável de acordo com a sua necessidade, visando a qualidade do empreendimento.

Silva e Esperandio (2018), comparam os custos de uma habitação popular de 45m² entre dois sistemas construtivos. Utilizaram uma abordagem qualitativa, de característica descritiva, pois o principal objetivo foi comparar os custos do sistema construtivo wood frame com alvenaria convencional. Foram utilizados os orçamentos disponibilizados por empresas e, através do comparativo realizado neste trabalho, concluíram que a construção com o sistema Wood Frame evidenciou uma satisfatória vantagem sobre o sistema de alvenaria convencional,



pois o mesmo apresentou uma economia de mais de 17%, demonstrando ser viável a implantação do sistema.

Além disso, o wood frame se destaca não apenas por sua eficiência construtiva, mas também por sua eficiência ambiental. Alguns dos estudos supracitados demonstraram que esse sistema reduz significativamente o consumo de água, emissões de dióxido de carbono e a geração de resíduos, tornando-o uma opção ecologicamente sustentável.

4. Conclusão

Em suma, a fundamentação descrita na linha de pesquisa acerca do tema de sistemas construtivos racionais sustentáveis evidencia o potencial das novas metodologias construtivas frente aos modelos tradicionais amplamente usados. O uso adequado de técnicas e materiais alternativos na construção civil que possam vir a competir ou mesmo substituir as técnicas convencionais, pode servir de apoio e solução para países como o Brasil, onde além de apresentar um déficit habitacional, apresenta também condições precárias de habitação. Embora seja um país com grande potencial florestal, existe grande preconceito em relação ao uso da madeira como material na construção civil, diferentemente do que ocorre em outros países do mundo. Certas inovações na construção civil podem levar o Brasil a competir com os países mais desenvolvidos, considerando-se desde o processo tecnológico da matéria prima até o seu desempenho final, além da relação de custo-benefício ao usuário.

Mutuamente, a análise do referencial bibliográfico mostrou não apenas uma viabilidade econômica, mas também a eficiência ambiental do wood frame em comparação com métodos convencionais. Isso reforça a importância de adotar sistemas construtivos mais sustentáveis para reduzir o impacto ambiental da construção civil.

5. Agradecimentos

Gratos aos orientadores que nos auxiliaram na correção desse trabalho, à FAPERGS pelo contínuo anteparo econômico e ao IFSul – Câmpus Passo Fundo pelas oportunidades e espaços de elaboração.

6. Referências bibliográficas

ARAÚJO, E. S.; PESSOA, A. A.; PEGORARO, F.; BESSA, N. G. F. Comparação de custos de construção entre o sistema convencional e o sistema industrial. *Brazilian Journal of Development* v.6, n. 11, p. 93238-93256. Curitiba, 2020.



CASTELAR, L. J. Análise comparativa do impacto econômico e ambiental entre sistema construtivo convencional, sistema utilizando contêineres iso e sistema em madeira (light wood frame). 2017. 175 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

CTE. Madeira engenheirada: você conhece essa nova tecnologia construtiva?. Centro de Tecnologia Construtiva 2020. Disponível em: <https://cte.com.br/>. Acesso em 14 jul 2023.

CHACON, I. M. N. Estudo Sobre o Panorama da Arquitetura Brasileira em Madeira: à luz da tectônica e da empatia. 2020. 128f. Dissertação (Mestrado). Curso de Arquitetura Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2020.

CHAVES, D. DE M. ARAGÃO, L.F.G. Análise comparativa entre o método construtivo framing e o convencional. 2019. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário CESMAC. Maceió, 2019.

FRANÇA, D.S.. Do wood frame às paredes maciças de concreto: adaptação de um conceito construtivo adotado nos USA, comparando um modelo adaptado em alvenaria estrutural às paredes de concreto armado moldadas no local usadas no Brasil. 2019. 70f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

HEIDEMANN, P.S. Sistema construtivo Wood Frame na região sul de Santa Catarina: barreiras na entrada no mercado da construção civil e comparação de custo com um sistema convencional. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2020.

MARINI, L. J.; ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Estimativa da resistência e da rigidez à compressão paralela às fibras da madeira Pinus sp. pela calorimetria. Ambiente Construído v.21, n.1, p. 149-160. Porto Alegre, 2021.

MENDES, M. C. M.; FABRICIO, M. M.; IMAI, C. Proposta de método otimizado para a avaliação de desempenho em uso de sistemas construtivos inovadores. Ambiente Construído v.20, n.2, p. 457-474. Porto Alegre, 2020.



NOGUEIRA, M. C. J. A.; ARAUJO, V. A.; VASCONCELOS, J. S.; PRATAVIERA, F.; VASCONCELOS, J. C. S.;

CRUZ, J. N. CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Propriedades físico-mecânicas da madeira de Eucalyptus alba para construção civil. *Ciência da Madeira* v.10, n. 1, p. 71-77. 2020.

OLIVEIRA, A. C. Método construtivo da estrutura wood frame. 2020. 21f. (Trabalho de Conclusão de Curso) Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Toledo de Araçatuba, 2020.

OLIVEIRA, A. S.; BARROS, E. N. DE S.; OLIVEIRA, M. D. DE. Viabilidade econômica do sistema construtivo wood frame na execução de habitação popular em Gurupi - TO. Universidade de Gurupi, 2019.

PERREIRA, L. G. N. Viabilidade técnica-econômica para construção de habitações de interesse social em wood frame. 2020. 173f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

PIRES JUNIOR, G. Estudo orçamentário de um projeto residencial em estruturas pré-moldadas em madeiras. 2020.50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2020.

ROSA, T. O.; VIEIRA, H. C.; TEREZO, R. F.; CUNHA, A. B.; SAMPAIO, C. A. P.; ZANGALI, C.; ROSA, G. O.

WALTRICK, D. B. Classificação visual e mecânica da espécie *Cryptomeria japonica* D. Don para utilização em madeira laminada colada. *Ciencia Florestal* v. 30, n. 2, p. 451- 462. Santa Maria, 2020.

SILVA, L. G. Z. DA.; SPERANDIO, D. Sustentabilidade na construção civil: comparativo de custos entre o sistema de alvenaria convencional e wood frame como forma de redução do déficit habitacional no município de Frederico Westphalen/RS. *Gedecon* v6. n1. p 219 - 234. Cruz Alta, 2018.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

SILVESTRE, C. S.; FIGUERREDO, F. B. Análise comparativa entre o sistema construtivo wood frame e alvenaria convencional para uma residência unifamiliar na cidade de Dourados – MS. 2018. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.