ÁREA TEMÁTICA: RESÍDUOS SÓLIDOS

O REAPROVEITAMENTO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TÉCNICA CORDWOOD

Adrielle Medeiros Barros[1] *(adriellemb@hotmail.com), Gabrielly da Mota Nunes* [2] *(gabriellymota@hotmail.com), Jaiane dos Santos Pastor* [3] *(jaianedossantosp@gmail.com)*
1 Centro Universitário de João Pessoa
2 Centro Universitário de João Pessoa
3 Centro Universitário de João Pessoa

RESUMO
O crescimento populacional ao longo dos anos vem gerando uma redução significativa e drástica de recursos naturais sendo considerado um desafio para a construção civil buscar métodos e materiais para suprir a demanda e minimizar os impactos ambientais causados ao meio ambiente. O reaproveitamento da madeira tem contribuído consideravelmente em obras civis, pois além de possibilitar construções belas esteticamente proporciona economia, agilidade aplicação da sustentabilidade nas edificações, definindo de maneira sucinta o que representa a técnica Cordwood. É apresentado como um método construtivo antigo que perdura até os dias atuais, onde se utilizam tocos de madeira como elemento principal na construção de residências, além de argamassa e palha picada, sendo usada como importante elemento de vedação, possibilitando reutilizar madeiras descartadas devidamente tratadas e com baixo índice de dilatação térmica, na maioria dos casos essa técnica é mais barata que a convencional, podendo ser feita pelo próprio proprietário. É notório que no Brasil a madeira que é descartada apresenta ainda pouca utilização em residências, mesmo diante das vantagens que ela apresenta, porém em vários países é aplicada e resulta em diversas construções explicitando a eficiência da técnica. Neste artigo por meio de pesquisas de cunho bibliográfico, será descrito e explanado o método cordwood ressaltando as vantagens e desvantagens do material e sua aplicação na engenharia civil, como uma opção sustentável e altamente viável, certificando o quão a madeira é eficiente e duradoura.

Palavras-chave: Cordwood, Madeira; Construção.

THE REAPROVEMENT OF WOOD IN CIVIL CONSTRUCTION: CORDWOOD TECHNIQUE

ABSTRACT
The population growth over the years has been generating a significant and drastic reduction of natural resources and it is considered a challenge for the construction industry to seek methods and materials to supply the demand and minimize the environmental impacts caused to the environment. The reuse of the wood has contributed considerably in civil works, since besides aesthetically beautiful constructions, it provides economy, agility, application of sustainability in the buildings, and succinctly defining the Cordwood technique. It is presented as an old constructive method that lasts until the present day, where wood stumps are used as main element in the construction of residences, as well as mortar and chopped straw, being used as an important element of sealing, allowing reuse of discarded wood properly treated and with low index of thermal expansion, in most cases this technique is cheaper than the conventional one, being able to be done by the own proprietor. It is noteworthy that in Brazil the wood that is discarded still has little use in residences, even in the face of the advantages it presents, but in several countries it is applied and results in several constructions explaining the efficiency of the technique. In this article, through bibliographic research, the cordwood method will be described and explained, highlighting the advantages and disadvantages of the material and its application in civil engineering, as a sustainable and highly feasible option, certifying how efficient and long lasting the wood is.

Keywords: Cordwood, Wood; Construction.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil vem apresentando nos últimos anos uma maior produtividade, em conjunto com várias tendências tecnológicas e objetivos que regem o desenvolvimento sustentável. Aliado ao seu crescimento, esse setor se torna um dos mais impactantes devido aos seus processos produtivos serem responsáveis direta ou indiretamente por problemas ambientais, acarretando na grande quantidade de resíduos gerados e seu descarte forma inadequada.
Diante disso, a construção civil apresenta acentuada responsabilidade quanto a preservação ambiental, principalmente quando se trata dos resíduos gerados por esse setor. Ademais, é de fundamental importância a gestão adequada dos mesmos, não apenas na fase de utilização da edificação, mas essencialmente durante a fase construtiva da mesma, visto que essa última fase se torna mais sujeita a produção de resíduos, emissões de dióxido de carbono, consumo de recursos naturais, ou seja, acarreta na maior geração de impactos ambientais. Com isso, se faz necessário a utilização de opções e medidas que alterem essa problemática visando um ambiente construído saudável.
A madeira sempre foi um material utilizado pelo homem, antes de forma mais restrita e hoje com redução das limitações, podendo ser utilizada em grandes estruturas. Sendo considerado um material ambientalmente correto devido ao fato de ser reciclável e biodegradável, a madeira apresenta ampla gama de vantagens, desde a sua resistência, até a sua estética, podendo apresentar melhores desempenhos quando comparado aos materiais convencionais.
Com base nisso, a pesquisa apresenta como intuito abordar o reaproveitamento da madeira na construção, mais especificamente, será discutida a técnica Cordwoord (construção com lenha) com a finalidade de explanar as vantagens e desvantagens, além da inovação e da aplicabilidade que essa técnica representa para o ramo da construção civil.

2. OBJETIVO

A pesquisa apresenta como objetivo abordar o reaproveitamento da madeira na construção, com foco na utilização da técnica Cordwoord, como forma de explanar as suas vantagens e desvantagens, além da sua aplicação como uma alternativa sustentável, verificando a importância da sua relação com o meio ambiente.

3. METODOLOGIA

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).
No presente artigo a abordagem será qualitativa, caráter exploratório e descritivo, com bases de pesquisas através de revisão literária, principalmente artigos e sites que comprovem confiabilidade nos conteúdos apresentados com a finalidade de descrever as vantagens e desvantagens, além da inovação e da aplicabilidade que a técnica Cordwood representa para o ramo da construção civil, podendo se tornar um embasamento para estudos futuros mais complexos, através da formação de uma base concisa de informações para que, a partir dessa base, pudéssemos obter resultados significativos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MADEIRA

A madeira é constituída pela celulose, a hemicelulose, a ligna e substâncias extrativas juntamente com as orientações das suas fibras (axial, radial e tangencial), dando origem a sua

heterogeneidade justamente por suas características anatômicas. Seu processo de formação é originado pelas raízes, através delas é absorvida a seiva bruta (água + sais minerais), atingindo as folhas, posteriormente é formada a seiva elaborada (parte é conduzida até o centro do tronco) pelo processo de fotossíntese (luz, calor e absorção de gás carbônico) e após o depósito no lenho se torna madeira, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Processo de formação da madeira

Fonte: Gesualdo, 2003

Madeira, palavra que tem origem no latino materiae e se traduz por “matéria”. É definida por englobar todo tipo de celulose, tecido formado a partir de plantas lenhosas, que tem por natureza a função de sustentação mecânica. Sendo um material naturalmente resistente e relativamente leve, suas propriedades mecânicas são essenciais para garantir o desempenho de uma construção. (MANFRINATO, 2015).

O Quadro 1 apresenta algumas vantagens e desvantagens da madeira em relação as suas propriedades em geral.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da madeira

Vantagens	Desvantagens
Elevada resistência mecânica	Higroscopiscidade
Baixa massa específica	Deterioração
Estrutura leve	Retrabilidade
Apresenta inércia química	Ação de agentes externos
Requer menos energia	Limitação dimensional

Fonte: Autores, 2019

Tornando mais explícita alguma das vantagens da madeira:

Vilela (2013) afirma que mesmo que a madeira sendo um material inflamável, em casos de incêndio esta apresenta um comportamento positivo, comparada ao metal e ao concreto, já que antes de começar o processo de combustão a madeira libera gases que servem como combustível para as chamas e com o aquecimento da madeira há a liberação de mais gases inflamáveis do interior das peças, servindo de alimento para o fogo, como mostra a Figura 2.

Valle (2015) constata que o material está suscetível a agentes externos: clima, fungos, insetos xilófagos, limitando a sua durabilidade. Além disso, apresenta o fenômeno denominado retração, que corresponde ao processo de liberação da água diminuindo as dimensões da madeira e apresenta um grau de deterioração considerável com o tempo devido a ser fibrosa.

Figura 2. Viga de madeira sustenta vigas de metal deformadas após contato com altas temperaturas

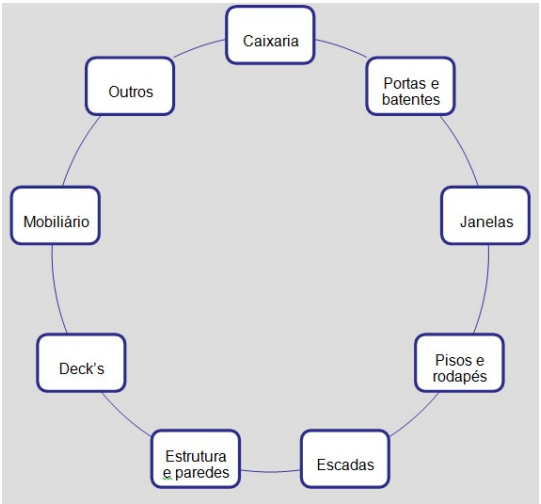
Fonte: Vilela, 2013

4.2 USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira já representava um recurso importante na antiguidade, desde a construção de casas até barragens, evidenciando a relevância do seu uso na construção civil até os dias de hoje (Figura 3), sendo considerado um dos materiais mais antigos de construção, devido à sua disponibilidade na natureza, além da relativa facilidade em seu manuseio. Existem vários tipos de madeiras: maciças, de demolição, laminada, dentre outras e cada uma varia de acordo com a finalidade do uso. A coberta do shopping Iguatemi em Fortaleza – PB (Figura 4) exemplifica perfeitamente a situação da utilização da madeira laminada colada (MLC) como elemento estrutural proporcionando embelezamento estético e avanços tecnológicos com seu uso na construção civil.

O uso definitivo em uma obra pode variar desde os elementos do sistema estrutural (pilares, vigas e treliças, até acabamentos em forros, pisos e esquadrias). Ainda que o material escolhido para a estrutura não seja a madeira, ela pode apresentar um uso temporário, sendo utilizada para com outros fins no processo de construção (marcação do gabarito, nivelamento do terreno, confecção de formas e escoramento). No canteiro de obras em geral, a madeira pode ser matéria prima para tapumes, pallets, padiolas, escadas, mesas, bancos, prateleiras, entre outros (MANFRINATO, 2015).

Figura 3. Usos da madeira na construção civil



Fonte: Brazil, 2016

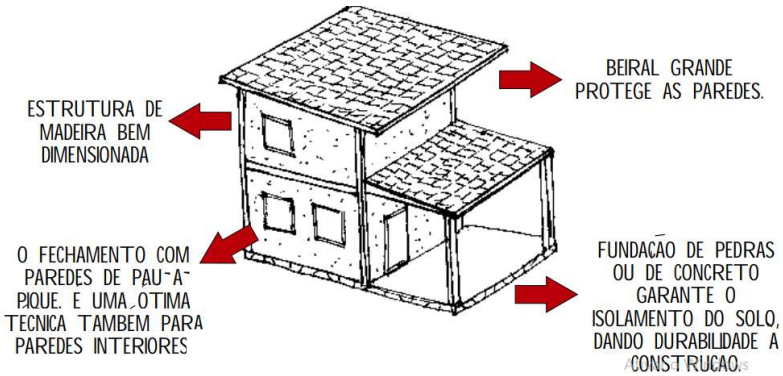
Figura 4. Coberta de madeira – Shopping Iguatemi

Fonte: Carpinteria, 2014

4.2.1 BIOCONSTRUÇÃO

A bioconstrução apresenta um objetivo específico como afirma Pinto (2013, p. 47), “pretende minimizar o impacto ambiental das construções gerando desenvolvimento sustentável que não esgote os recursos do planeta, garantindo equilíbrio no presente e no futuro e favorecendo os processos evolutivos da vida.”. Através dessa definição surgiram algumas técnicas consideradas artesanais que contribuíram para alavancar novos modelos de construção e suas aplicações em edificações (casas). Dentre elas, estão algumas das existentes: adobe (consiste em um tijolo de barro e palha mesclados, que é moldado e seco naturalmente), cob (caracterizada pela mistura dos materiais argila, areia e palha, posteriormente realizada sua moldagem), taipa de mão (consiste na construção de um quadro de galhos: os verticais são cravados no chão e os horizontais são encaixados ou amarrados nos verticais), conforme é ilustrada suas vantagens na Figura 5.

Figura 5. Vantagens da técnica Taipa de Mão



Fonte: MMA, 2008

De acordo com a Tabela 02 explica Pinheiro (2016) que a taipa de mão se destaca com uma grande produção nos anos iniciais, muito provavelmente por influência de arquitetos renomados da época como Lúcio Costa, Acácio Gil Borsoi e Lina Bo Bardi, que sugeriram fortemente conjuntos habitacionais utilizando taipa de mão. A sua decadência como técnica construtiva pode ser compreendida devido ao combate à taipa de mão por meio dos programas de saneamento do governo federal, intensificados a partir da década de 1990, ao surgimento de empresas especializadas em produzir taipa de pilão, e à difusão de outras tecnologias em terra crua do governo federal. Além da dificuldade de conseguir madeiras locais devido ao processo

crescimento urbano das cidades. Logo, nas casas de obras dos anos 2000 que utilizaram taipa, observa-se o uso de eucalipto e de bambu.
Sendo importante destacar também que a técnica Coordwood representa um sistema construtivo antigo, porém com estudos e sendo conhecido por esse nome recentemente, possibilitando então seu aprimoramento e o avanço desse método construtivo ao longo do tempo.

Tabela 1. Comportamento dos sistemas construtivos ao longo dos anos

Técnica Construtiva	1960	1970	1980	1990	2000	2010	SD	Total
Taipa de Mão	2	4	11	25	3	11	5	61
Taipa de pilão	0	0	0	1	5	25	7	38
Adobe	0	0	1	4	6	1	5	17
Solo cimento	0	0	0	1	13	7	1	22
Super adobe	0	0	0	0	3	5	1	9
Coordwood, Cob e alvenaria de cupinzeiro	0	0	0	0	2	5	0	7
TOTAL	2	4	12	31	32	54	19	154

Fonte: Pinheiro et al., 2016

Como afirma o ministro do Ambiente, José Pedro Matos Fernandes que é relevante valorizar atividades de arquitetura e construção em terra, porque é referente o uso de bens que são 100% naturais, que não causam qualquer resíduo quando deixam de ser utilizadas e que tem excelentes condições térmicas, além de declarar que o Estado pode ajudar a financiar essas construções, proporcionando auxílio para que elas se tornem ainda mais eficientes. (REDAÇÃO, 2018).

4.2.2 TÉCNICA CORDWOOD

O cordwood também conhecido como construção à lenha representa uma técnica construtiva inovadora e sustentável, como mostra na Figura 4, que se utilizam tocos de madeira (tratadas e com baixo índice de dilatação térmica), argamassa e palha picada. A técnica pode ser utilizada em construções de edficicações, tanto em paredes como em pavimentos (Figura 5) apresenta vantagens e desvantagens, como mostra Quadro 2, que devem ser evidenciada para a obtenção de eficiência no processo construtivo.
Conforme explica Prompt (2012), a técnica baseia-se no assentamento de pedaços de madeira roliça em argamassa feita de terra. Pode-se comparar, pela similaridade, ao assentamento de tijolos cozidos em argamassa de cimento. O cordwood pode ser utilizado para executar paredes de vedação, não sendo responsável por estruturas autoportantes.

Figura 4. Método construtivo - Cordwood

Fonte: Cordwood Construction

Figura 5. Revestimento de pavimentos

Fonte: Cordwood Construction

Quadro 2. Vantagens e desvantagens do método construtivo

Vantagens	Desvantagens
Custo inicial menor	Dilatações e rachaduras
Menos manutenção a longos prazos	Aparecimento de fungos
Mão de obra acessível	Possibilidade de maior tempo na construção
Bom isolamento térmico e acústico	Utilizada em regiões mais frias
Construções de pequenos e grandes portes	Execução bem feita

Fonte: Autores, 2019

É recomendado que as fundações, feitas em concreto, devem ficar acima do nível do solo em cerca de 30 a 50 cm e que os troncos podem ter comprimentos variados, de preferência com cortes entre de 20 a 50 cm e são assentados com argamassa que pode ser feita com uma mistura de terra, água, areia e um aglutinante (palha, cimento ou cal), entre as duas linhas de argamassa (interna e externa) cria-se um vão que pode ser preenchido com qualquer material, é sugerido isolante térmico e acústico, podendo ser palha ou serragem e na medida em que os troncos vão sendo colocados em camadas, vão se formando as paredes (Figura 6 e 7).

Figura 6. Execução de parede

Fonte: Cordwood Construction

Figura 7. Parede finalizada com sobras de madeira

Fonte: Casa abril, 2017

Além disso, também é aconselhável revestir as extremidades da madeira com óleo de linhaça, ou deixar os troncos nivelados com a argamassa para impermeabilização posterior. Pois, é comum ao passar do tempo às juntas dilatarem ganhando fendas, mas estas podem ser corrigidas com uma calafetagem de manutenção.

Bueno (1995), comparando as propriedades de conforto, cita que a casa de madeira, frente a outros materiais sintéticos e até mesmo o concreto, tende a ser muito mais agradável, apresentando maiores vantagens, seja pelo fato de ser quente e relaxante, ou pela propriedade que ela tem de filtrar certas radiações e permitir a respiração da moradia.

Sendo assim, as técnicas de bioconstrução variam de lugar para lugar, já que os materiais disponíveis são diferentes conforme a geografia e as possibilidades de acesso de cada local. Construir com materiais naturais ou que estão disponíveis no local, requer pesquisa sobre o que funciona melhor em cada região (BEE, 2015).

5. CONCLUSÃO

A madeira possui elevado potencial na construção civil, sendo natural e renovável, mas pouco utilizada pela impressão de ser pouco resistente. Entretanto, para que seu uso seja mais constante é necessário romper esse preconceito, pois por meio dos argumentos apresentados é notório que o cordwood representa uma alternativa favorável contribuindo para reduzir as preocupações ambientais como minimizar os custos de consumo energético. No Brasil esse tipo de construção ainda é pouco estudado e desenvolvido, além de pouco interesse profissional. A técnica mesmo sendo utilizada desde a antiguidade, ainda é pouco conhecida e utilizada, o custo inicial é menor que o tipo convencional. No estudo mostra que boas práticas e cuidados atenderá diversas necessidades e o planejamento do seu uso é fundamental. Os estudiosos acreditam que o cordwood terá evolução e ajudará a desenvolver o emprego da madeira no Brasil, porém essa técnica já é utilizada em obras modernas. Notamos que além de uma beleza estética, a madeira possui boas características frente à engenharia civil.

REFERÊNCIAS

ALTERNATIVAS sustentáveis de uso da madeira na construção civil. 2014. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1744. Acesso em: 8 mar. 2019.

BEE, B. **O manual dos construtores de cob**. Porto Alegre: Deriva Editora, 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008. Disponível em:http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao15012009110921.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

BRAZIL, Wood Trade. **USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL – OPORTUNIDADE E DESAFIOS.** Curitiba - Pr: Fiep Campos da Indústria, 2016. 60 slides, color. Disponível em: http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/WTB-Apresenta%C3%A7%C3%A3o-Eucl%C3%A9sio-Finatti.pdf. Acesso em: 08 mar. 2019.

BUENO, M. **O grande livro da casa saudável**. / Mariano Bueno; / tradução de José Luiz da Silva. São Paulo: Roca, 1995.

CAMILLIS, Patricia Kinast De. BIOCONSTRUÇÃO: A COOPERAÇÃO COMO PRÁTICA. *In*: VI COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EPISTEMOLOGIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA DA ADMINISTRAÇÃO, 2017, Florianópolis - SC. Florianópolis - SC: [*s. n.*], 2017. Disponível em: https://docplayer.com.br/48104640-Bioconstrucao-a-cooperacao-como-pratica.html. Acesso em: 20 maio 2019.

CASA dos sonhos totalmente sustentável**.** 2014. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/casas-apartamentos/casa-dos-sonhos-totalmente-sustentavel/>. Acesso em: 08 mar. 2019.

CONHEÇA o cordwood, a técnica das casas dos contos de fadas. 2017. Disponível em: <http://www.casadosholons.com.br/conheca-o-cordwood-a-tecnica-das-casas-dos-contos-de-fadas%E2%80%8B/>. Acesso em: 08 mar. 2019.

CORDWOOD Construction (and some straw bale too). 2015. Disponível em: <https://www.renaupitis.com/cordwood/>. Acesso em: 11 mar. 2019.

CORDWOOD: um elegante método de alvenaria de vedação. Disponível em: <http://www.minutoengenharia.com.br/postagens/2015/03/17/cordwood-um-elegante-metodo-de-alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 11 mar. 2019.

FLATAU, Richard. **Cordwood Castle in Maine.** 2018. Disponível em: <https://cordwoodconstruction.org/cordwood-castle-in-maine>. Acesso em: 12 mar. 2019.

JAVARINI, Eder. **CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE POPULUS DELTOIDES, PLANTADO NAS VÁRZEAS DO VALE MÉDIO DO RIO IGUAÇU.** 2011. Disponível em: <http://engmadeira.yolasite.com/resources/TCC%2014.PDF>. Acesso em: 09 mar. 2019.

MANFRINATO, Maria Eduarda. **ESTUDO SOBRE O USO DA MADEIRA PARA FINS ESTRUTURAIS E ARQUITETÔNICOS.** 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6134/1/CM_COECI_2015_1_11.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.

MOURA;, Guilherme Ribeiro de; SOARES JUNIOR, Waldir Silva. **TRANSFORMAÇÕES E TENDÊNCIAS NA HISTÓRIA DA ENGENHARIA CIVIL: DO TRABALHO MANUAL À SUSTENTABILIDADE.** 2013. Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Guilherme_Ribeiro_de_Moura_02.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE NA SELEÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES PARA EDIFICAÇÕES.** 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de PÓs-graduaÇÃo, Universidade Federal de Santa Catarina, FlorianÓpolis, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30373356.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

PINHEIRO, Levi *et al*. PANORAMA DA PRODUÇÃO DE OBRAS EM TERRA CRUA COM DESIGN CONTEMPORÂNEO NOS ÙLTIMOS 60 ANOS NO BRASIL. *In*: 2º CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO LUSO-BRASILEIRA, 2016, PORTO - PORTUGAL. **Congresso** [...]. PORTO - PORTUGAL: [*s. n.*], 2016. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/86343/2/162727.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

PINTO, C. **Bioconstrução e Permacultura**. Revista Progredir. Edição Setembro/2013. Disponível em: Acesso em: 20 mai. 2018.

PROMPT, C. H; BORELLA, L. L. **Experiências em construção com terra no segmento da agricultura familiar**. Campo Grande, MS: III Congresso de Arquitetura e Construção com terra no Brasil – TERRABRASIL, 2010.

REDAÇÃO. **Construir casas em terra?** Recomenda o ministro do Ambiente, prometendo financiar estes projetos. 2018. Disponível em: Acesso em: 20 mai. 2018.

RODRIGUES, Elyzia. **Você sabe o que é Cordwood?**. DICA DA ARQUITETA. 31 out. 2017. Disponível em: http://www.dicadaarquiteta.com.br/2017/10/voce-sabe-o-que-e-cordwood.html. Acesso em: 8 mar. 2019.

SZÜCS, Carlos Alberto et al. **ESTRUTURAS DE MADEIRA.** 2015.. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1313798/mod_resource/content/0/Apostilamadeiras2015-1.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.

VOCê Sabe O Que É Cordwood? 2016. Disponível em: <http://arquitetesuasideias.com.br/2016/10/28/voce-sabe-o-que-e-cordwood/>. Acesso em: 08 mar. 2019.