

Processos construtivos de estruturas de telhados: Uma revisão sistemática

Thaísa Lana Pilz (UFPR) thaisa.pilz@gmail.com

Mayara Scheuer (UFPR) scheuermayara@gmail.com

Marcell Mariano Corrêa Maceno (UFPR) marcell.maceno@gmail.com

Thalyta Genaro (UFPR) genarothalyta@gmail.com

Nicolle Sotsek (UFPR) nicolleramos@ufpr.br

Resumo:

A indústria da construção civil no Brasil possui caráter artesanal, porém percebeu-se nos últimos anos um crescimento na busca de novos materiais, processos e tecnologia para este seguimento. Isto deve-se principalmente ao impacto ambiental que este setor vem causando. Desta forma, este artigo teve como objetivo, mapear os processos construtivos de telhados existentes na literatura, levantar suas vantagens, desvantagens e possíveis aplicações. Para alcançar este objetivo utilizou-se o método de revisão sistemática baseado em três fases - perguntas de pesquisa, seleção dos artigos e classificação dos artigos selecionados - e a ferramenta de qualidade 5W2H. Com isso, espera-se contribuir com a literatura desse assunto, como também, incentivar a idealização de novas ideias de processos construtivos de telhados.

Palavras chave: Processos Construtivos, Revisão Sistemática, Telhados.

Constructive processes of roof structures: A systematic review

Abstract

The construction industry in Brazil has the peculiarity of becoming the last years in the search for new materials, processes and technologies for this follow up. This should be mainly to the environmental impact that is the sector has been causing. In this way, this article had as objective, to map the constructive processes of existing roofs in the literature, to have its advantages, disadvantages and previous cases. To achieve this goal, use the three-phase systematic review method - search queries, selection of news selections and selected materials, and the choice of a 5W2H quality tool. With this, it is expected with a disclosure of subject, as well as the idealization of new ideas of constructive processes of roofs.

Keywords: Constructive Processes, Systematic Review, Roofs.

1. Introdução

A indústria da construção civil brasileira tem historicamente um caráter artesanal. Na última década, porém, tem-se presenciado uma onda de crescimento e possibilidade de inovação no setor, devido à disponibilidade de crédito no mercado (FLACH, 2012). A busca por processos construtivos alternativos, justifica-se com o alto impacto ao meio ambiente gerado pela Construção Civil tradicional, devido ao grande uso de matéria-prima, energia, água e a geração de resíduos em seus processos construtivos (VALPORTO *et al.*, 2016).

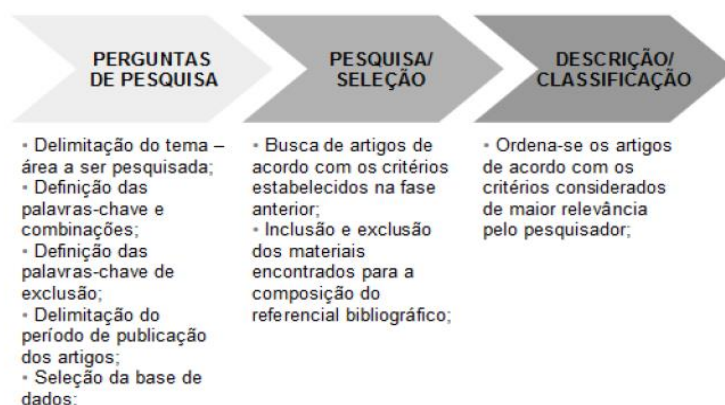
Sanyé-Mengual *et al.* (2014) cita a desmaterialização como uma estratégia em sua metodologia para a implementação do *Ecodesign* em empresas. O autor cita que os materiais de um produto ou processo podem ser otimizados de diferentes maneiras, sendo a redução da quantidade de recursos uma delas. Numa altura em que algumas técnicas já estão amplamente difundidas, como é o caso das ferramentas *lean*, é imprescindível encontrar novas formas de aumentar a eficiência nas organizações (ALMEIDA *et al.*, 2012).

Flach (2012) cita que, tradicionalmente, os telhados de edificações no Brasil seguem as características dos telhados coloniais portugueses, usando estruturas descontínuas de madeira serrada. Porém há outros materiais e sistemas construtivos que podem ser uma alternativa para os sistemas tradicionais. Visto isso, é importante que se busque processos construtivos de telhados, os quais possuam melhores desempenhos e menores impactos ambientais. Porém, antes de considerar algo novo, é essencial que se busque informações sobre processos já existentes, para melhores soluções e menores riscos.

Neste contexto, este artigo objetivou identificar os processos produtivos existentes na construção de telhados, seu campo de aplicação, bem como suas vantagens e desvantagens, utilizando para este fim o método de revisão sistemática da literatura.

2. Metodologia da pesquisa

O método utilizado para a revisão sistemática da literatura foi o método proposto por Gohr *et al.* (2013). Este baseia-se em três fases, as quais foram divididas em etapas que representam os passos a serem seguidos para o levantamento dos materiais existentes na literatura. A Figura 1 mostra as etapas deste método. O detalhamento de cada uma das fases é apresentado nos tópicos 2.1 a 2.3.



Fonte: Gohr *et al.* (2013)

Figura 1 – Etapas do método de Revisão Sistemática

2.1 Perguntas de pesquisa

Essa é a etapa que contém a definição dos principais parâmetros acerca da pesquisa. Para a definição do tema do levantamento bibliográfico e do período de tais referências, são feitas as perguntas “O quê?” e “Quando?” no início da revisão bibliográfica. Dessa forma, define-se o tema ao qual será feito o levantamento bibliográfico e a delimitação do período que tais materiais foram produzidos. Ao responder estas perguntas, foi definido como tema desta revisão sistemática “As variações de processos produtivos na construção de telhados”, com a limitação de tempo das referências encontradas de 10 anos.

Gohr *et al.* (2013) cita que após a delimitação do tema, são definidas as palavras-chave, que identificam o tema o qual está sendo pesquisado, sendo que nesta pesquisa, pode-se realizar combinações das palavras-chave e também exclusões. Nas bases internacionais pode ser utilizado operadores *booleanos*, tais como *and*, *or* e *not*. As palavras-chave de exclusão são combinadas pelo uso do operador de exclusão (*not*). Já quando se trata apenas de combinações das palavras-chave, podem ser usados os operadores de inclusão (*or* e *and*). Em bases que contém documentos nacionais como o Google Acadêmico, a combinação de palavras-chave pode ser feita com a utilização das aspas (“”), caso haja a necessidade das palavras em conjunto, ou então pelo uso do operador booleano “*or*” para combinação de pesquisas. A exclusão é feita com a utilização do hífen em frente à palavra.

É importante ressaltar a importância da escolha da base de dados para a pesquisa. Google Acadêmico, *SCielo*, *Web of Science*, *Science Direct* ou *Scopus* são exemplos de algumas bases de dados que podem ser utilizadas.

2.2 Seleção dos materiais

Nesta fase foram realizados o levantamento e a qualificação dos documentos encontrados. A primeira busca consistiu em palavras genéricas sobre o assunto principal da pesquisa, para conhecimento de uma amostra geral de materiais a serem trabalhados.

Depois foi necessário definir os critérios de exclusão do material encontrado, para então ter conhecimento da amostra para uso na pesquisa. O tipo de documento não foi definido como critério de exclusão, portanto foram considerados artigos publicados em periódicos e congressos, dissertações, teses, capítulos de livro e trabalhos de conclusão de curso.

Na primeira etapa desta fase, verificou-se o aparecimento das palavras-chave no título, resumo e/ou palavras-chave do material. Neste momento, os operadores booleanos foram utilizados para a combinação ou exclusão das palavras chaves.

A segunda etapa consistiu na filtragem dos materiais encontrados, sendo que a primeira filtragem se baseou na leitura dos títulos dos materiais para alinhamento com o tema. Desta forma, na segunda filtragem foi realizada a leitura dos resumos dos materiais restantes, qualificando aqueles que se enquadravam no tema pesquisado.

2.3 Classificação dos materiais selecionados

Nesta fase da pesquisa foi possível organizar os artigos, de maneira que pudesse ser realizada uma classificação daqueles os quais destacam-se e podem ser considerados para conclusões da pesquisa. Logo, percebe-se que o objetivo desta fase é colaborar para um estudo ordenado, que segue um padrão que vai variar de acordo com a necessidade do pesquisador e o que ele prioriza como foco para desenvolvimento do seu trabalho Gohr *et al.* (2013).

A classificação dos materiais pode ser feita de duas formas, sendo a primeira ordenar os artigos de acordo com sua relevância acadêmica, definida de acordo com uma análise das citações e posteriormente de acordo com a necessidade de quem está pesquisando. Ou então, a segunda forma de classificação pode ser feita de modo geral, com a extração de informações como título, ano de publicação, autores, revistas, número de citações, JCR e Qualis (CAPES), ou de modo específico sobre o conteúdo do artigo, com a extração das palavras-chave, objetivo, se o artigo é teórico/empírico, método empregado, setor de aplicação (pesquisas empíricas), conceitos adotados e resultados alcançados (GOHR *et al.*, 2013).

Outra forma de extração de dados é a utilização da ferramenta 5W2H, como utilizou Lisboa *et al.* 2012. Esta ferramenta de qualidade fornece de forma rápida os elementos fundamentais de um projeto. Este método baseia-se na resposta das perguntas presentes na Tabela 1.

5W2H	Perguntas	Respostas
WHO	Quem desenvolveu o estudo?	Autores
WHERE	Onde foi feita a pesquisa? De onde são os autores?	Locais
WHEN	Ano da pesquisa? Duração do estudo?	Ano de publicação, tempo do experimento
WHY	Qual foi o problema/justificativa do estudo que motivou o estudo?	Motivação/interesse
HOW	Como foi feito o estudo (passo a passo)? Como foi realizado o experimento (passos?) Como é feita a estrutura?	Passo a passo da estrutura

Tabela 1 – Ferramenta 5W1H: Perguntas e respostas

Fonte: Os Autores (2018)

É importante ressaltar, que nesta etapa pode-se usar planilhas do *Excel* para melhor organização e visualização das informações dos artigos. No presente artigo, a ferramenta 5W2H foi aplicada nos artigos os quais foram considerados com maior relevância para alcançar o objetivo proposto.

3. Resultados de discussão

Baseado no método de Revisão Sistemática da Literatura proposto por Gohr *et al.* (2013), foram obtidos os resultados deste estudo, sendo que estes são apresentados neste capítulo do artigo, nas seções 3.1 à 3.3, referindo-se as Perguntas de pesquisa, Seleção dos Artigos e Classificação dos artigos selecionados, respectivamente.

3.1 Perguntas de pesquisa

O Como citado no item 2.1, objetivo a ser alcançado com a pesquisa foi encontrar “As variações de processos produtivos na construção de telhados”, com a limitação de tempo das referências de 10 anos. Para alcançar este objetivo, foram utilizadas as palavras-chave presentes na Tabela 2 e suas variações para a busca de materiais sobre o tema.

Palavras-chave
Processos construtivos de telhados
Inovações em telhados
Method of building the house roof
Roofing construction
New roofing construction
Construction of slabs

Tabela 2 – Palavras-chave

Fonte: Os autores (2018)

Considerando a importância das bases de dados, a revisão sistemática do presente artigo foi feita em julho de 2018, a partir das bases de dados: Google Acadêmico e *Science Direct*. A busca foi feita no idioma português na base Google Acadêmico e no idioma inglês na base *Science Direct*.

3.2 Seleção dos artigos

Primeiramente, a busca foi feita com as palavras-chave mais genéricas, para que fosse possível um breve conhecimento do tamanho da amostra sem restrições ou combinações de palavras chaves. Outra consideração feita nesse momento, foi a grande quantidade de

materiais relacionados a processos construtivos de telhado verde, porém como citado na introdução deste artigo, esta revisão teve o foco em processos que possuem maior desmaterialização, ou seja, processos que necessitam menos matéria-prima e recursos para sua execução, sendo assim, as filtragens consistiram na exclusão desses termos. Assim, foi realizada a combinação e restrições na busca dos materiais. A Tabela 3 ilustra o impacto da primeira filtragem no tamanho das amostras encontradas.

Palavras-chave	Science Direct	Google Acadêmico
Processos construtivos de telhados	1699	10100
Processos construtivos de telhados – “telhado verde” AND inovação	345	2060

Tabela 3 – Impacto da primeira combinação de palavras-chave
Fonte: Os autores (2018)

Para a seleção de artigos, foi usado como base a filtragem baseada na combinação das palavras-chave, “variações”, “inovações”, “processos construtivos” e “telhados”, com a exclusão de “telhado verde” e “telhados verdes”. Após as combinações, foi encontrado uma amostra de 195 materiais sobre assunto, sendo 167 no Google Acadêmico e 28 no *Science Direct*.

Após a seleção da amostra, foi realizada a primeira e a segunda etapa proposta por Gohr *et al.* (2013), ou seja, a leitura do título, palavras-chave, resumos e eliminação de arquivos repetidos e sem acesso. Nesta fase percebeu-se que a maioria dos materiais encontrados não tinham como foco principal estruturas de telhados, mas sim todos os processos construtivos de edificações. No entanto, dentro dos materiais notou-se que o assunto era recorrente. Deste modo, foi necessária outra filtragem para obter uma amostra mais realista para atingir o objetivo deste artigo. Para isso, foi realizada a leitura do sumário dos materiais encontrados.

A Figura 2 mostra as etapas e os resultados da filtragem até encontrar uma amostra de 51 materiais. A partir dessa amostra foi realizada a organização dos artigos selecionados.

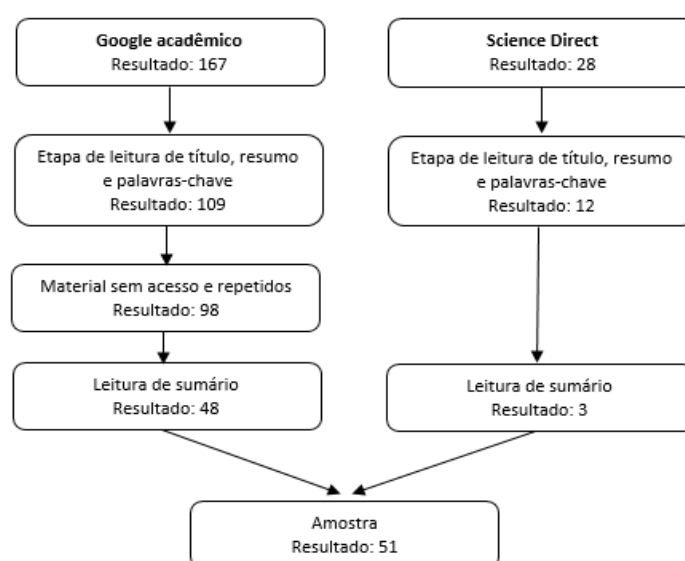


Figura 2 – Amostra após filtros de título, resumo e sumário
Fonte: Os autores (2018)

3.3 Classificação dos materiais selecionados

Para organização e classificação nesta etapa, Gohr *et al.* (2013) sugere que os arquivos da amostra sejam organizados em uma tabela conforme a Tabela 5, do item 2.3. A última amostra foi organizada conforme quadro proposto pelo autor, porém algumas alterações foram realizadas. Foi utilizado, então, os seguintes tópicos: título, ano de publicação, autor, palavras-chave e sistema construtivo. Essa etapa foi importante para identificar as variações dos sistemas produtivos, como mostra o Tabela 4. É importante ressaltar que a Tabela 5 ilustra apenas 5 dos 51 materiais encontrados, apenas com o objetivo de ilustrar melhor como foi realizada a organização destes arquivos.

	Título	Ano	Autores	Palavras-chave	Sist. construtivo
1	Estudo de processos construtivos modulares do ponto de vista da sustentabilidade.	2016	Felipe Ribeiro Amorim	Processos construtivos, sustentabilidade, modulação.	LSF; concreto pré-moldado; painéis pré-fabricados
2	Otimização de processos construtivos através da inserção de novas tecnologias na indústria da Construção Civil: Vantagens da aplicação do sistema Light Steel Framing (LSF) em residências.	2013	João Paulo Beato de Oliveira	Sistemas construtivos, Light Steel Framing, Sistema Convencional	Light Steel Framing; convencional
3	Método para análise de desempenho no critério funcionalidade e acessibilidade para coberturas de edificações segundo a NBR 15.575/2008	2012	Gabriel Ruiz de Oliveira	Desempenho de edificações, NBR 15.575. Coberturas, Construção em madeira	Estrutura convencional
4	Comportamento mecânico de treliças de madeira com ligações por chapas de dentes estampados.	2014	Rapi Kazuo Nagaoka	Chapas com Dentes Estampados, Est. industrializadas. Treliças de madeira. Ligações semirrígidas.	Treliças
5	Proposta de conector para ensaios de ligações CDE submetidas à tração perpendicular as fibras em madeira de pinus	2011	Rodrigo Batista Pereira	Chapa com dentes estampados. Ligações. Estrutura de Madeira. Ensaios. Resistência.	Treliças

Tabela 4 – Ilustração de tabela de organização dos artigos
Fonte: Os autores (2018)

Percebeu-se que as variações presentes no processo construtivo, estavam diretamente relacionadas ao material utilizado para a cobertura. Desta forma, com o auxílio da Tabela 4 dividiu-se o material bibliográfico encontrado conforme seus materiais de utilização, sendo eles, madeira, concreto armado, aço e outros materiais.

A Tabela 5 mostra a quantidade de arquivos encontrados em relação à matéria-prima do processo construtivo. Vale ressaltar que alguns materiais encontrados têm variações diferentes de matéria-prima, como telhados feitos de bambu e palha, logo eles não se enquadram em uma categoria única, como madeira, aço ou concreto armado, sendo assim classificados como “outros materiais”. Tal classificação foi desconsiderada para a análise dos processos construtivos, pois identificou-se que estes processos tomavam os mesmos princípios das

demaís classificações. Sendo assim, a análise foi feita a partir dos materiais, madeira, aço e concreto. Nota-se que o somatório dos artigos resulta em um número maior que a amostra obtida, isso se justifica com o fato de que alguns artigos descrevem mais de um material e processo utilizado.

Material utilizado	Amostra
Madeira	24
Concreto Armado	11
Aço	21
Outros Materiais	5
TOTAL	61

Tabela 5 – Classificação dos materiais conforme matéria-prima
Fonte: Os autores (2018)

Após a classificação dos materiais utilizados, foi tomado como critérios de prioridade, arquivos que mais especificavam e detalhavam os processos de construção das coberturas. Em seguida, efetuou-se a leitura diagonal do material bibliográfico encontrado na amostra de 51 arquivos para obter o resultado esperado. O resultado obtido com a leitura diagonal corresponde a um total de quatro documentos que, portanto, foram lidos integralmente (Figura 3).

Para extração de dados, foi feito a leitura e compreensão da amostra final e com o auxílio da ferramenta de qualidade 5W2H, citada no item 2.3 deste artigo, foram extraídos os elementos fundamentais dos materiais considerados como prioritários pelos autores. Para esta revisão a ferramenta foi utilizada apenas para um H (“How”), isto porque os artigos encontrados não tinham informações suficientes para responder as questões referentes ao custo dos processos construtivos. O resultado obtido com a utilização desta ferramenta está ilustrado no **ANEXO A**.

A partir da extração dos elementos fundamentais pela ferramenta de qualidade, foi possível identificar as variações dos processos construtivos encontrados e seu detalhamento. Como já dito anteriormente, tais processos derivam do material da estrutura do telhado, portanto estes foram divididos e estruturados conforme a Figura 3.

Estrutura de Madeira	Estrutura de Concreto Armado	Estrutura de aço
Madeira pré-fabricadas Contínua com painéis – Wood Frame Pontaletada	Pré-moldado contínua Pré-moldado descontínua Lajes pré-moldadas Lajes treliçadas Lajes painel Lajes maciças Moldado no local contínua Moldado no local descontínua	Light Steel Framing contínua Light Steel Framing descontínua

Figura 3 – Processos construtivos por material da estrutura para telhados
Fonte: Os Autores (2018)

Apesar da matéria prima ser diferente, notou-se que os processos e disposições dos materiais não diferenciam significativamente entre si. Porém, conforme Flach (2012) e Dermine (2013) citam, cada processo possui vantagens e desvantagens e uma aplicação recomendada. Essas informações foram estruturadas na Tabela 6.

Material	Estrutura	Vantagens	Desvantagens	Aplicação
Estrutura de Madeira	Pré-fabricadas	Rapidez na montagem, elaboração de projeto prévio de peças e ligações e pode ser usado madeira de reflorestamento	Apoios e dimensões exatas de acordo com o projeto, pouca flexibilidade; maior custo comparada a outras.	Edificações com pequenos ou grandes vãos.
	Contínuas com painéis Wood Frame	Produto industrial, ter maior resistência ao fogo, versatilidade de projetos	Falta de flexibilidade, maior custo em relação a estrutura tradicional, precisa equipamentos especializados	Pequenos ou grandes vãos
	Pontaletada	Montagem manual, leveza das peças, flexibilidade de adequação do projeto, aceitação do mercado, redução de madeira	Necessidade de mão de obra especializada e laje horizontal	Indicada quando existe a presença de laje superior horizontal
Concreto Armado	Pré-moldado contínua	Utilização de materiais mais resistentes e a rapidez na execução	Peso próprio elevado e dificuldade de transporte.	Edificações industriais com vãos grandes
	Pré-moldado descontínua	Utilização de materiais mais resistentes; rapidez na execução, maior disponibilidade de fornecedores	Possível corrosão da armadura, maior peso próprio comparado a estruturas descontínua de madeira ou aço	Podem ser utilizadas em pequenos ou grandes vãos
	Moldado no local contínua	Possibilidade de sótão, possibilidade de projeto prévio	Custo maior em relação à descontínua; dificuldade quando é plano inclinado	Edificações residenciais com pequenos vãos
	Moldado no local descontínua	Substituição de peças de madeira de grande seção com elevado custo, por peças de concreto com menor custo	Possibilidade de corrosão da armadura	Utilizada em pequenos vãos
	Lajes pré-moldadas	Comparada a lajes maciças possuem um custo menor (devido ao fato de já possuir a própria armação)		Pequenos e médios vãos e podem ser distanciadas em até 1,2m
	Lajes treliçadas	Suporta grandes vãos	Maior gasto (exceto quando comparada às maciças); necessário acabamento	Indicadas para grandes vãos
	Lajes painel	Maior resistência	Custo elevado	Grandes vão, obras que dispensam acabamento
	Lajes maciças	Maior conhecimento dos usuários quando relacionado a lajes	Maiores custos em relação a lajes pré-moldadas	Devem ser dispostas a 0,8m

Tabela 6 – Vantagens e Desvantagens dos processos produtivos
Fonte: Os Autores (2018)

Pode-se perceber que apesar da necessidade de tratamento do aço, a estrutura *Light Steel Framing* é a única estrutura 100% reciclável, notou-se também que as estruturas de madeiras possuem um custo maior em relação aos custos das outras estruturas, porém, quando comparadas entre si, são as mais antigas e conhecidas pelo mercado.

Apesar de ser desconsiderado na etapa da busca de artigos, é revelante citar a existência do telhado verde como processo construtivo para coberturas. Algumas das vantagens desse tipo de cobertura, segundo Alberto *et al.* (2012), podem ser a possibilidade da agricultura urbana, a eficiência energética, redução de ilha de calor, controle de enchentes, estética urbana, qualidade do ar, aumento da área útil e a valorização dos imóveis. Porém ele requer mão de obra especializada, possui um alto custo inicial, e pode gerar infiltrações caso seja construído de forma errada.

4. Considerações finais

No decorrer desta pesquisa, foi percebido que, embora a amostra de materiais encontrados inicialmente na literatura tenha sido grande, estes materiais descreviam todas as etapas dos processos construtivos de uma construção. Apesar da cobertura ser uma dessas etapas, na maioria dos documentos, isto não foi tratado como foco principal, tornando-se assim, um desafio para esta revisão. Dessa forma foi necessário uma filtragem mais detalhada no material encontrado, e uma atenção maior àqueles que possuíam os processos detalhados.

Após passar por todas as etapas, foi possível encontrar as variações e as possíveis inovações de processos construtivos encontrados na literatura, estes podem ser divididos da seguinte maneira:

- Estrutura de madeira pré-fabricadas; contínua com painéis; pontaletada;
- Estrutura de concreto armado pré moldado (contínua ou descontínua); lajes pré-moldadas, treliçadas, painel ou maciças; moldado no local (contínua ou descontínua);
- Estrutura de aço – *Light Steel Framing*.

Apesar do telhado verde ser conhecido como telhado ecológico, seu processo construtivo demanda muito material para a construção inicial, indo contra à estratégia de desmaterialização citada na introdução desta pesquisa. Quando comparadas entre si, as estruturas identificadas são muito semelhantes em seus processos de construção, porém cada uma possui sua peculiaridade de matéria-prima, equipamentos, mão de obra e execução.

Analisando as vantagens e desvantagens citadas no item 3.3 deste artigo, considerou-se o *Light Steel Framing* como o processo construtivo mais adequado na redução de impactos ambientais, devido, principalmente, à redução de recursos naturais como água e energia elétrica e a baixa quantidade de resíduos gerados na obra. Apesar de ser um processo mais caro quando comparado aos citados nesta pesquisa, sua instalação é rápida, reduzindo assim o tempo necessário de instalação e, consequentemente, o custo de operários na obra.

O conhecimento dos atuais processos construtivos, suas vantagens e desvantagens facilita e induz a geração de novas ideias para a construção de coberturas, possibilitando assim, uma nova abordagem para estudo futuro.

Referências

ALBERTO, E.Z.; RECCHIA, F.M.; PANEDO, S.R.M.; PALETTA, F.C. *Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis*. São Paulo, SP. 2012.

AMORIM, F.R. *Estudo de processos construtivos modulares do ponto de vista da sustentabilidade*. Rio de Janeiro, RJ. 2016

AVILA, L.; TEIXEIRA, L.; ALMEIDA, P. *Desmaterialização de processos com recurso a tecnologias open-source numa instituição de ensino superior*. Portugal. 2012

DETERMINE, M.L.B. *Comparação entre lajes pré-fabricadas, treliçadas maciças e painéis na construção civil*. Lages, SC. 2013.

FLACH, R.S. *Estruturas para telhados: Análise técnica de soluções*. Porto Alegre. 2012

GASPAR, P.D. *Construção de edifícios de habitação em light steel framing: Alternativa viável à construção tradicional*. Porto. 2013.

GOHR, C.F.; SANTOS, L.C.; GONÇALVES, A.M.C.; PINTO, N.O. *Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisa de engenharia de produção*. Salvador, BA. 2013.

LEITNER, D.S. *Avaliação pós-ocupação em edificações: Uma revisão sistemática de suas características*. Curitiba, PR. 2017.

LISBÔA, M.G.P., GODOY, L.P. *Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia*. Florianópolis, SC. 2012.

VALPORTO, M.S., AZEVEDO, P.S. *Gestão do design na identificação dos fatores de impacto ambientais da construção civil*. Rio de Janeiro, RJ. 2016.

NAGAOKA, R.K. *Comportamento mecânico de treliças de madeira com ligações por chapas de dentes estampados*. Campo Mourão, PR. 2014

OLIVEIRA, G.R. *Método para análise de desempenho no critério funcionalidade e acessibilidade dos sistemas em madeira para coberturas de edificações segundo a NBR 15.575/2008*. Curitiba, PR. 2012.

OLIVEIRA, J. P. B. *Otimização de processos construtivos através da inserção de novas tecnologias na indústria da construção civil*. Pato Branco, PR. 2013.

PEREIRA, R.B. *Proposta de conector para ensaios de ligações CDE submetidas à tração perpendiculares as fibras em madeira de pinos*. Itapeva, SP. 2011.

SANYÉ-MENGUAL, E., LOZANO, R. G., FARRENY, R. OLIVER-SOLÀ, J., GASOL, C.M. RIERADEVALL, J. *Introduction to the eco-design methodology and the role of Product Carbon Footprint*. Cabriels, Barna. 2014.

ANEXO A

5W1H	Comparação entre lajes pré-fabricadas, treliçadas, maciças e painéis na construção civil	Sist. construtivo em wood frame para casas de madeira - Wood frame systems for wood homes	Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing	Estrutura para telhados: Análise técnica de soluções
WHO	DEMERTINE, Matheus. L. B.	MOLINA, Julio C.; JUNIOR, Carlito C.	GASPAR, André P.	FLACH. Rafael S.
WHERE	Lages, SC	Londrina	Porto	Porto Alegre
WHEN	2013	2010	2013	2012
WHAT	Definir o tipo de laje ideal a ser empregada em uma obra para que garanta a segurança, economize tempo de montagem	Características, do sist wood frame; dificuldades de implantação; contribuição com a literatura nacional sobre o assunto.	Apresentar uma nova maneira de construir e tentar compreender como o Light Steel Framing pode mudar o paradigma da construção em Portugal.	Aplicações para as estruturas de telhado apresentadas, vantagens e desvantagens. Identificação e a descrição técnica de soluções técnicas para estruturas de telhados
	Laje pré-fabricada; Treliçada; painel; maciça	Estrutura wood frame	Estrutura Light Steel Framing	Estrutura de madeira; concreto armado; estrutura de aço.
WHY	Devido a grande quantidade de mão-de-obra, tempo e desperdício de materiais no processo de lajes nervuradas moldadas in loco nas obras, é necessário encontrar inovações	O wood frame para construção de casas é muito interessante, pois é sistema leve, e com inúmeras vantagens.	Apesar de terem evoluído, os processos construtivos tradicionais continuam iguais em sua concepção básica. Sendo um processo ineficiente quanto à racionalização dos materiais de construção.	Devem ser estudadas outras soluções para estruturas de telhados, mais adequadas e eficientes para determinados projetos, do que a estrutura tradicional descontínua de madeira.
HOW	Laje pré-moldada: Vigotes montados na caixaria, seguidos do encaixe do enchimento em toda a disposição horizontal do vigote. Após a montagem, escoramento é feito, quando o concreto atingir resistência, as escoras, poderão ser retiradas. Distância entre cada vigote: 40cm(eixo a eixo).	Sobre as paredes do último piso são, posicionadas treliças industrializadas de madeira com conectores do tipo chapas de dentes estampados. Dependendo do tipo de telha utilizada, o espaçamento entre as treliças pode variar entre 60 cm e 120 cm. O banzo inferior das treliças nem sempre é o nível de referência para aplicação do forro	Seguem os princípios de perfis. As vigas de piso utilizam perfis de seção Ue, com uma seção 200 ou 250 mm. Mantem-se os perfis de piso alinhados com os perfis de parede. Piso: Lajes compostas por perfis horizontais, é necessário criar uma plataforma horizontal onde irão assentar as paredes interiores. Cobertura: São usadas, dois tipos de soluções, coberturas planas ou coberturas inclinadas.	Estrutura de madeira: 1. Est. Principal: Contraventamento: Formado por um sistema principal de elementos estruturais, dispostos com sua maior rigidez em planos paralelos entre si. Apoios: Tesouras devem ser apoiadas sobre coxins, cintas de amarração ou frechais. 2. Est. Secundária: Terças: viga horizontal, paralela ao beiral e apoiada nas tesouras, sustenta aos caibros. Caibros: Pregados nas terças. Ripas: Pregadas nos caibros, seu espaçamento depende da telha.

5W1H	Comparação entre lajes pré-fabricadas, treliçadas, maciças e painéis na construção civil	Sist. construtivo em wood frame para casas de madeira - Wood frame systems for wood homes	Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing	Estrutura para telhados: Análise técnica de soluções
HOW	Laje treliçada: Armação do vigote é treliçada e estes possuem seção transversal retangular. Os vigotes são montados na caixaria, seguidos do encaixe do enchimento em toda a disposição horizontal. Necessário escoramento da laje para que a mesma suporte o recebimento da capa de concreto. Distância entre dos vigote: 40 cm de eixo a eixo. Laje painel: Vigotes de vigas de concreto armado sustentando uma treliça. Seção transversal retangular com base variável entre 25 a 35cm e 3cm de altura, acrescido da treliçada. isopor, pode ser distribuído no meio das placas, para reduzir a quantidade da capa de concreto. Laje Maciça: Construída na obra a partir de formas de madeira dispostas na horizontal. A armadura em vergalhões metálicos é posta dando mais resistência ao sistema, após o concreto obter a cura, a laje estará pronta.	Alguns tipos de telhas como, por exemplo, as telhas shingle demandam um deck de OSB para servir de base sobre as treliças. No caso das telhas cerâmicas são utilizadas diretamente ripas sobre as treliças tomando-se o cuidado de se aplicar uma manta de sob cobertura antes do ripamento para garantir a estanqueidade. Podem ainda ser utilizadas telhas metálicas, de fibrocimento e asfálticas.	No caso das coberturas planas a solução mais comum a ser utilizada é usar uma laje úmida, onde se resolve o caimento das águas com a variação da espessura do betão. Nas coberturas planas de lajes secas a solução mais simples e adequada é usar um sistema de treliças. O sistema de treliças é usado também quando há a necessidade de vencer grandes vãos ou quando existem grandes cargas a ser suportadas pela laje. As coberturas inclinadas, de LSF, usam um sistema de asnas. Em relação as asnas de LSF há que garantir que as almas dos perfis usados nas coberturas fiquem alinhadas com os montantes dos painéis das paredes estruturais, para garantir uma correta transmissão das cargas.	Eco Laje: Laje lisa e inclinada, as telhas são apoiadas e travadas justapostas. Laje possui 7cm de espessura, apoiada diretamente sobre as paredes. Coloca-se uma camada de argamassa com aditivo, aumentando a aderência. Inclinação de 20°. No perímetro da laje utiliza-se formas metálicas ou de madeira. Um dia após a moldagem, a laje é retirada da forma e estocada por mais 7 dias para o processo de cura (aspersão de água sobre a laje de 3 à 4 vezes/dia). Eco Telhado: Usa-se grelhas de concreto pré-moldado. As telhas se apoiam em vigas secundárias, situadas na direção oposta a vertente, estas vigas, se apoiam em vigas principais (chumbadas nas paredes). Cada grelha forma a estrutura de uma água. Moldagem no canteiro de obras com o auxílio de formas metálicas. Estrutura de aço: Perfis formados a frio de aço galvanizado. Semelhante a uma estrutura convencional de madeira