ANÁLISE DAS EXIGÊNCIAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA – O CASO DO CROSS LAMINATED TIMBER

FELIX, Patrícia Meira de A. C (1); ONO, Rosaria (2); OLIVEIRA, Fabiana Lopes (3)

(1) Mestrando, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, patricia.macf@usp.br;

(2) Professora Titular, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, rosaria@usp.br

(3) Professora Titular, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, floliveira@usp.br

Resumo: *Sistemas construtivos de madeira têm contribuído para a construção de edifícios sustentáveis e dentre eles, o Cross Laminated Timber (CLT) é uma opção que está adquirindo relevância crescente no mundo. No entanto, como o sistema é constituído essencialmente de material combustível, a segurança contra o incêndio é um dos principais fatores que limita o seu uso na construção civil. Este artigo tem como objetivo apresentar o resultado de uma pesquisa de normas e regulamentações estrangeiras específicas de segurança contra incêndio para sistemas construtivos de madeira em países como Austrália, Inglaterra e Estados Unidos, visando a análise de parâmetros para o desenvolvimento de critérios para avaliação de sistemas construtivos de madeira no Brasil. O método utilizado para a pesquisa consistiu na pesquisa bibliográfica, seguida de uma análise dos documentos mais relevantes encontrados. Esta pesquisa tem como recorte sistemas construtivos de madeira para unidades residenciais isoladas, geminadas ou sobrepostas. Os resultados demonstram que há especificidades de cada país, devido às características regionais, climáticas e culturais diversas, porém, vários dos requisitos podem ser aproveitados, assim como outros deverão ser adaptados às exigências da realidade local, considerando também a diversidade das regiões brasileiras.*

Palavras-chave: *madeira, sistema construtivo, fogo, segurança contra incêndio, CLT.*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de sistemas construtivos - sistemas e suas características; processos de produção e controle.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a madeira como material estrutural é uma opção que está adquirindo relevância crescente no mundo. Nas últimas décadas, têm surgido novos sistemas estruturais e inúmeros produtos derivados da madeira, conhecidos como madeira "engenheirada", que visam essencialmente a obtenção de produtos de alta resistência, baixa variação dimensional e alta tipificação. Segundo Branco (2005, p.78-81), tem se procurado uma normatização que permita a continuidade da crescente garantia de qualidade inerente aos produtos de madeira e derivados.

Dentre os sistemas construtivos de madeira, o Cross Laminated Timber (CLT) é um sistema que está sendo amplamente difundido. Países como Austrália, Inglaterra, Estados Unidos e Canadá estão utilizando cada vez mais este sistema, que está presente no mercado internacional há mais de 20 anos.

Há pouco mais de seis anos no Brasil, o sistema em CLT vem paulatinamente sendo empregado em diversos tipos de edifícios, para construções novas e em obras de *retrofit.* Atualmente, o sistema é usado, principalmente, em edificações residenciais de alto padrão, devido a seu alto custo inicial, porém a avaliação dos custos deve abranger outras questões, como redução do prazo de obra, por exemplo.

Como sistema inovador, o CLT encontra no país alguns desafios para sua aplicação em larga escala. De acordo com Silva et alii (2016), alguns dos principais desafios para a utilização da tecnologia no Brasil são a aceitação da tecnologia por projetistas, construtores e consumidores, e da inovação tecnológica por parte das instituições financiadoras, sendo necessária a avaliação pelo SiNAT do PBQP-H e criação de padrões e normas específicas.

Tanto a falta de conhecimento como a insegurança quanto ao uso da madeira dificultam o crescimento do emprego desses sistemas construtivos no Brasil. Isso ocorre também pela ausência de conhecimento técnico e de sistemas racionalizados expressivos em nível nacional.

2 OBJETIVOS E MÉTODO

Este artigo apresenta os resultados de parte de uma pesquisa de mestrado, desenvolvida com base no levantamento e na análise dos regulamentos e normas para edificações residenciais com foco na segurança contra incêndio, no âmbito internacional e no Brasil, com o objetivo de definir parâmetros para o projeto de arquitetura no sistema construtivo em CLT, visando a segurança contra o incêndio para edificações residenciais isoladas, geminadas e unidades sobrepostas.

3 ANÁLISE DAS EXIGÊNCIAS PARA SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE MADEIRA

A madeira, por ser um material combustível, transmite a falsa ideia de que permite um crescimento mais rápido do fogo, prejudicando a segurança estrutural do sistema que entraria rapidamente em colapso aumentando o risco de vida dos ocupantes (PINTO, 2001).

Ao contrário do que muitos pensam, a madeira pode apresentar bom desempenho contra o incêndio quando comparada a outros materiais estruturais. As construções em madeira podem ser projetadas para ter resistência e controle da expansão do fogo, resultando em estruturas resistentes ao colapso (BUCHANAN, 1999). Por isso, é muito importante que na fase do projeto, a abordagem básica da segurança contra o incêndio seja estabelecida, pois esse é um objetivo a ser perseguido durante todas as etapas envolvidas no processo de projeto, produção e no uso do edifício, e nenhuma etapa deve ser menosprezada (BERTO, 1991).

As propriedades térmicas e as propriedades relacionadas à resistência e rigidez são as que mais influenciam no desempenho da madeira exposta ao fogo. A maioria destas propriedades está relacionada a fatores próprios da madeira, como a densidade, o teor de umidade, a orientação da grã (isto é, a disposição geral das células da madeira em relação ao eixo da peça estrutural), a composição química, a permeabilidade, a condutividade térmica e fatores externos como as temperaturas de exposição ao fogo, duração da exposição e a ventilação no ambiente (PINTO, 2001).

Com o conhecimento de todas essas características do material e das diretrizes projetuais que asseguram a segurança ao fogo é possível projetar edificações de madeira que garantam a segurança à vida dos usuários. Segundo Fontana, Favre e Fetz (1999), em construções modernas de madeira, construídas dentro do estado-da-arte da compartimentação e dotadas de sistemas de proteção ativos, não ocorrem grandes perdas devido ao incêndio.

Vários países têm requisitos inseridos em seus códigos construtivos voltados à segurança contra o incêndio para sistemas construtivos de madeira, incluindo o CLT, dentre os quais alguns são analisados neste trabalho.

3.1 Austrália

O atual Código de Edificações da Austrália (Building Code of Australia - BCA), baseado em desempenho, pode ser atendido pela aplicação dos seus requisitos prescritivos, conhecidos como *Deemed-to-Satisfy Soution-DTS* (Solução para satisfazer à demanda); e pela *Performance Solution - PS* (Solução por desempenho). Uma *Performance Solution - PS* (Solução de desempenho), conhecida como Solução Alternativa, deve demonstrar como uma solução específica pode ser equivalente ao *Deemed-to-Satisfy Soution-DTS*, requisitos prescritivos, por meio de métodos de avaliação aprovados (ABCB, 2016).

Antes de 2016, o BCA no sistema *Deemed-to-Satisfy* não permitia o uso de materiais combustíveis dentro de partes de um edifício, para exercer certas funções críticas. Essas restrições atingiam, inclusive, o sistema construtivo em CLT.

Em 2016, os regulamentos foram alterados para permitir o uso de madeira como elemento construtivo. Pode-se, atualmente, utilizar madeira como elemento construtivo desde que este receba uma proteção ao fogo incombustível, fixada de acordo com os requisitos do sistema para obter um *Fire Resistence Level - FRL* (nível de resistência ao fogo) não inferior ao elemento construtivo e que atenda aos requisitos do sistema.

O elemento em madeira deve alcançar uma resistência ao fogo não inferior a 45 minutos quando ensaiado em conformidade com a norma AS 1530.4; como também os revestimentos aplicados; ou deve ser protegido com placas de gesso para obter a resistência requerida conforme a classificação da edificação e função do elemento. Por exemplo, as edificações residenciais classe 1 (até dois pavimentos isoladas ou

geminadas), devem ter paredes de separação com *FRL* 60/60/60.

A madeira protegida ao fogo pode ser usada para um edifício isolado, com duas ou mais unidades autônomas, que não ultrapasse 25 m de altura e que tenha um sistema de chuveiros automáticos (sprinklers) instalado. Além disso, qualquer material de isolamento termo-acústico instalado entre elementos de madeira da construção deve ser incombustível.

3.2 Reino Unido

No Reino Unido, o *The Building Regulation 2010* (Regulamento de Edificação de 2010) estabelece os requisitos de construção no país que estão divididos em 16 partes conhecidos como "documentos aprovados" (Approved Documents A to R). Estes apresentam a forma de atender aos padrões mínimos requeridos para o cumprimento do Regulamento, os métodos adotados e os materiais permitidos.

No entanto, podem existir formas alternativas de alcançar a conformidade aos requisitos. Assim, não há obrigação de adotar qualquer solução particular contida em um documento aprovado, desde que seja atendido o requisito do regulamento. O uso de Normas Britânicas apropriadas e / ou Normas Europeias também é aceito como uma forma de cumprir os requisitos dos regulamentos (Approved Document B, 2010). A parte B refere-se à segurança contra incêndio no Regulamento, para edificações residenciais.

Por exemplo, em relação aos materiais combustíveis, como a madeira, para se ter o controle de propagação do fogo no interior da edificação, a taxa de liberação de calor e a taxa de crescimento do fogo devem atender a classificação conforme os ensaios BS 476-6 (BSI, 1989) e BS 476-7 (BSI, 1997), respectivamente.

Independentemente do material constituído, o elemento e sistema construtivo deve prevenir a propagação do fogo entre edifícios e ter resistência ao fogo para manter estabilidade da edificação pelo tempo necessário para evacuação segura do edifício e garantir a eficácia e segurança das operações da equipe de combate e resgate.

3.3 Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América (E.U.A) já têm uma norma técnica referente à qualidade da produção e classificação dos componentes e elementos para o sistema CLT - a ANSI/APA PRG 320–2012. Em relação à exposição ao fogo do elemento, a norma dá orientações para a avaliação do desempenho, em particular, do adesivo usado quando exposto às temperaturas elevadas.

O *NFPA 5000* (NFPA, 2018) é um código baseado em desempenho que estabelece um conjunto claro de medidas e objetivos para especificar o resultado esperado para a segurança dos ocupantes, o uso do edifício e o desempenho da construção. As medidas também podem ser usadas como ferramenta para avaliar disposições de equivalência em projetos específicos.

De acordo com o *NFPA 5000*, as edificações devem ser constituídas por elementos estruturais e materiais aprovados, incombustíveis ou de combustão limitada de acordo com sua função. Além disso, são especificados alguns requisitos e critérios para as unidades habitacionais, a saber: as unidades habitacionais devem ser separadas, entre si, por paredes e pisos construídos com barreiras ao fogo, com resistência ao fogo não inferior a 60 minutos; se forem protegidas por um sistema de *sprinklers* (chuveiros automáticos), a exigência do tempo de resistência dessas paredes diminui para 30 min.; a passagem de tubulação na laje resistente ao fogo deve ser protegida por um sistema ou dispositivo de contenção ao fogo; os revestimentos da laje devem ser constituídos por material incombustível ou madeira tratada com retardante ao fogo e devem se estender por uma largura não inferior a 48 pol. (1220 mm) de cada lado da parede.

A classificação de resistência ao fogo de elementos estruturais e conjuntos de edifícios deve ser determinada de acordo com os requisitos prescritivos baseados nos procedimentos de ensaios estabelecidos nas normas *ASTM E119 (ASTM, 2016), UL 263 (UL,2015)* ou outros métodos de ensaio aprovados ou métodos analíticos.

3.4 Brasil

No Brasil, não existe um código nacional de proteção contra incêndio. A regulamentação é estabelecida por meio de códigos de obras municipais e legislações estaduais, federais e por normas técnicas brasileiras como aquelas emitidas pela ABNT. Porém, na prática, são os regulamentos estaduais complementados por instruções ou normativas técnicas dos Corpos de Bombeiros de cada estado que cumprem o papel, regulamentando, de forma prescritiva, a segurança contra o incêndio no país.

No entanto, em geral, as regulamentações estaduais isentam as edificações de uso residencial

exclusivamente unifamiliares e até dois pavimentos de qualquer provisão de sistema de proteção contra incêndio.

Por outro lado, a norma de desempenho em edificações habitacionais, ABNT NBR 15.575:2013 (ABNT,2013), estabelece critérios para a produção de produtos e sistemas para a construção de edificações habitacionais e o conhecimento do comportamento em uso dos inúmeros materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos que compõem a edificação habitacional (Guia para Arquitetos para a Norma de desempenho NBR 15.575, 2013).

Quanto à segurança contra incêndio, essa norma aborda todas as disposições que as edificações e os usuários devem atender para garantir a segurança contra incêndio, independentemente do tipo de sistema construtivo ou material empregado, ou das dimensões da construção. No Quadro 1 segue um resumo dos seus requisitos e critérios:

Quadro 1 - Resumo dos tópicos de Segurança ao Fogo da NBR 15.575:2013

Item 8 - Segurança ao fogo	Descrição	Critério
1.Dificultar o princípio de incêndio (8.2.1 - Parte 1)	Proteção contra: descargas atmosféricas; risco de ignição nas instalações elétricas; risco de vazamento de gás.	Conforme NBR 10897 e NBR 13714.
2.Combate a incêndio com água (8.1.1 Parte 6)	Reserva de água para combate a incêndio	Conforme NBR 10897 e NBR 13714
3. Segurança estrutural em situação de incêndio (8.6 - Parte 1)	Minimizar o risco de colapso estrutural.	Conforme NBR 14323 (para aço) e NBR 15200 (para concreto) ou o Eurocode para os demais materiais.
4. Dificultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação (8.3.1 - Parte 3)	Resistência ao fogo de elementos de compartimentação entre pavimentos e elementos estruturais associados.	Conforme tabela de tempo de resistência do item 8.3.1.
5.Dificultar a ocorrência de inflamação generalizada (8.2 - Parte3, 4 e 5; 8.2 - Parte 4)	Classificação da reação elementos e componentes dos sistemas de piso, vedações e coberturas.	Conforme NBR 9442 ISO 1182 EN 13823 ISO 11925-2 ASTM E662
6.Combate a incêndio com extintores (8.2.1 - Parte 6)	Classificação e locação de extintores.	Conforme a NBR 12693.
7.Facilitar a fuga em situação de incêndio (8.3.1 - Parte 1)	Rotas de fuga e saídas de emergência.	Conforme a NBR 9077.
8.Dificultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação (8.3 - Partes 3, 5 e 6; 8.4 - Parte 4)	Os elementos e componentes devem ter resistência ao fogo compatível com o local de aplicação;	Especificar o TRRF - Tempo Requerido de Resistência ao Fogo dos materiais componentes e elementos da edificação, conforme NBR 5628 NBR 10636 (não estruturais) NBR 15200 (estr. concreto) NBR 14323 (estr. aço)
9.Dificultar a propagação de incêndio (8.5.1 - Parte 1)	Assegurar estanqueidade e isolamento entre unidades contíguas ou edificações	Observar a distância entre as edificações, o sistema construtivo e a estanqueidade de modo a minimizar a propagação do incêndio.
10. Sistema de extinção e sinalização de incêndio (8.7 - parte 1)	Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência.	Conforme NBR 17240, NBR 13434 (partes 1, 2 e 3), NBR 12693, NBR 13714 e NBR 10898.

Fonte: CAU,2017 adaptado pelos autores

Compreende-se que os requisitos e critérios de desempenho estabelecidos na norma devem ser atendidos por qualquer sistema construtivo. No entanto, verifica-se que há a necessidade de se verificar a adequação dos critérios de desempenho e, principalmente, dos métodos de verificação do seu atendimento, às características específicas de cada "novo" sistema construtivo introduzido no país.

4 ANÁLISE COMPARATIVA

Como visto, vários países já têm normas especificas e requisitos inseridos nas regulamentações e códigos de construção civil, para sistemas construtivos de madeira que incluem os produtos de madeira engenheirada, como o CLT.

Constatou-se, também, que as regulamentações nos países estudados têm forte tendência de definição de requisitos e critérios para avaliação com base no desempenho, assim como certificações e aprovações

técnicas de materiais e sistemas construtivos. Além disso, exigências mais rigorosas foram detectadas, como a instalação de sistema de chuveiros automáticos (sprinklers) em residências, mesmo de pequeno porte e unifamiliares – demonstrando uma preocupação maior com a questão da segurança contra incêndio e dentro de um contexto diferente do brasileiro. O Quadro 2 mostra um resumo das exigências das normas analisadas.

Quadro 2 - Resumo das exigências da segurança contra incêndio analisadas

Países	Documento normativo	Resistência ao Fogo				Altura máxima (m)	Recuo (m)	Sprinklers	Alarme de incêndio	Detector de fumaça
		Parede externa		Parede interna						
		SS	CS	SS	CS					
Austrália	BCA	60	60	60	30	25	0,9	não	não	sim
Inglaterra	Approved Document B	30	30	30	30	18	1,0	não	sim	sim
E.U.A.	NFPA 5000	120	60	60	30	18	NE	sim	sim	sim
Brasil	NBR 15575	30	NE	30	NE	6	NE	NE	NE	NE

Notas: SS: Sem Sprinklers
CS: Com Sprinklers
NE: Não Especifica

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil carece de uma legislação de segurança contra incêndio ampla para as edificações de uso residencial exclusivamente unifamiliares, geminadas ou sobrepostas e com a introdução de novos produtos e sistemas construtivos no mercado nacional, os riscos à vida podem aumentar potencialmente. Por isso, é muito importante analisar os sistemas construtivos inovadores como um todo e suas particularidades, como o caso do CLT, e conhecer o comportamento ao fogo, para contribuir para a garantia da qualidade e da segurança ao usuário e à edificação.

6 REFERÊNCIAS

ABCB, **Australian Buiding Code Board**, 2016. Disponivel em: <https://www.abcb.gov.au/ncc-online/How-it-works>. Acesso em: 27 setembro 2018.

ABNT, Associação Brasileiras de Normas Técnicas. **NBR:15575 - Desempenho de Edificações habitacionais**. Rio de Janeiro. 2013.

ANSI, **American National Standard Institute**. ANSI/APA PRG 320–2012 Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber. New York, 2012.

APPROVED Document B. **HM Goverment**, 2010. Acesso em: 09 outubro 2018.

ASTM, **American Society for Testing and Materials**. ASTM E119, Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials,2016

BERTO, A. F. **Medidas de Proteção Contra Incêndio**. São Paulo: [s.n.], 1991.

BRANCO, J. M.; LOURENÇO, P. B. Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI. **RepositóriUM-Universidade do Minho**, Guimarães, Lisboa, 2012. <http://hdl.handle.net/1822/26503>. Acesso julho 2018.

BS, **British Standard .**BS 476-6: 1989 Fire tests on building materials and structures. Method of test for fire propagation for products .

BS, **British Standard**. BS 476-7:1997. Fire tests on building materials and structures. Method of test to determine the classification of the surface spread of flame of products.

BUCHANAN, A. H. **Burning issues In timber engineering. In:** Pacific Timber. [S.l.]: [s.n.]. 1999.

CAU BR. Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. **Guia para Arquitetos para a Norma de desempenho NBR 15.575:201**3. Disponivel em:<http://www.caubr.gov.br>. Acesso em: 20 outubro 2018.

FONTANA, M.; FAVRE, J. P.; FETZ, C. A survey of 40,000 building fires in Switzerland. **Fire Safety Journal**,32,março 1999. 137–158.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379711298000344>.

NFPA, **National Fire Protection Association**. NFPA 5000: Building Construction and Safety Code,2018.Disponivel em: <https://catalog.nfpa.org>. Acesso em: 15 outubro 2018.

PINTO, E. M. **Proteção contra incêndio para habitações em madeira**. Dissertação de mestrado (Escola de engenhariade São Carlos)- USP. São Carlos, p. 143. 2001.

SILVA, Carla; CHRINÉIA, Maria Letícia B; BARROS, Mercia M.S.B. **Cross Laminated Timber (CLT): uma tecnologia construtiva viável no Brasil?** XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). São Paulo,2016.

UL, **Underwriters Laboratories**. UL 263, Standard for Fire Tests of Buildings Construction and Materials, 2011 revised 2015.