

Construções ligeiras

1 Introdução

Entre 2004 e 2006 Karel realizei um Master de engenharia em segurança, o qual abarca um curso de segurança e saúde no trabalho. No contexto deste curso escrevi uma tese sobre segurança no Serviço de Bombeiros de Oostkamp, o parque no qual servi como Bombeiro Voluntário. Com vista a conseguir uma boa compreensão da matéria, estudei numerosos casos de incidentes nos Estados Unidos onde Bombeiros perderam as suas vidas. Uma coisa que constatei foi a grande quantidade de Bombeiros que tinham morrido ao caírem por colapso do solo de uma habitação que ardia intensamente.

Pessoalmente, nunca tinha ouvido falar de ocorrência de acidentes destes na Bélgica ou em países vizinhos. Não entendia realmente o que era tão diferente nos Estados Unidos. Com o passar dos anos, comecei a perceber que os métodos de construção eram radicalmente diferentes dos da Bélgica. Na América do Norte, muitas casas são construídas de madeira em contraste com as paredes de tijolos dos edifícios aqui temos.

No passado, utilizavam-se principalmente madeiras de grandes dimensões nas construções de vivendas. Estes materiais de construção eram, contudo, caros. Uma viga sólida e grande de madeira custa mais que uma viga de madeira usada atualmente. Nos Estados Unidos, os métodos de construção deixaram de recorrer às vigas de madeira passando a usar vigas-I e inclusivamente pequenas treliças. A esta forma particular de edifício chamamos de construção ligeira.

Existem várias vantagens quando o edifício possui este formato. O primeiro e principal, é mais barato. Logo, também é mais ligeiro, existindo a possibilidade de usar estes materiais em edifícios de apartamentos, como no caso de E.U. Finalmente existe também o fator ambiental: menos madeira é necessária.

No entanto, para além de todos estes benefícios, também existem algumas desvantagens.

Uma delas, é o comportamento do edifício durante um incêndio. Este artigo tenta ilustrar os problemas das construções ligeiras.

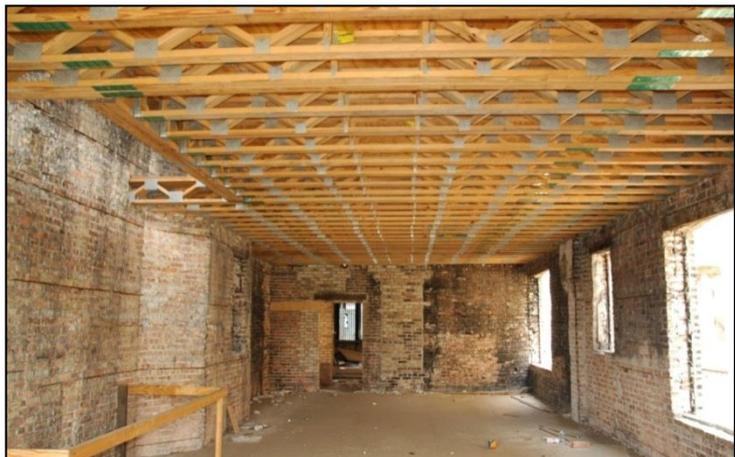
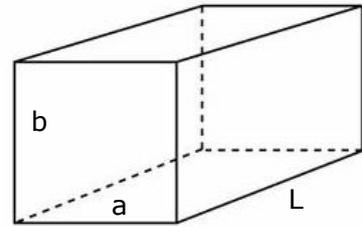


Figura 1 Entramado de madeira. (Photo: NIST)

2 Riscos

2.1 Estabilidade

Na Holanda, existe uma terminologia utilizada entre os engenheiros civis que se traduz como "massividade". Esta é usada para definir a relação entre o volume e o perímetro. A nível internacional, por norma é usada mais a relação entre a superfície e o volume (S/V), que é inversa à função acima.



O volume de uma viga é igual à sua secção multiplicada pelo seu comprimento. A área de superfície da viga é igual ao seu perímetro multiplicado pelo seu comprimento. Portanto, a relação entre volume e área de superfície é igual à razão entre a seção e o perímetro dessa seção.

Figura 2 Desenho esquemático de uma viga

$$V = S \times L \qquad S = a \times b = \text{secção} \qquad A = (2 \times a + 2 \times b) \times L = \text{perímetro} \times L$$

$$\frac{V}{A} = \frac{S \times L}{(2 \times a + 2 \times b) \times L} = \frac{\text{secção} \times L}{\text{perímetro} \times L}$$

$$\frac{V}{A} = \frac{\text{secção}}{\text{perímetro}}$$

A figura 3 mostra a secção duma viga-I. Este elemento de construção pode ser feito de madeira e também de aço. O desenho ajuda-nos a ter uma ideia da massividade. Este desenho mostra o volume (V) e a secção. A área de superfície (A) é mostrada como o perímetro da seção.

Agora comparemos a massividade duma viga-I com uma viga normal. Uma viga possui uma secção muito maior. Tem mais matéria e tem uma superfície mais pequena. A matéria interior da viga está protegida do fogo. O fogo tem que ir queimando através das capas exteriores antes de conseguir alcançar o interior desta. Durante este tempo, o interior da viga pode continuar a cumprir a sua função de carga.

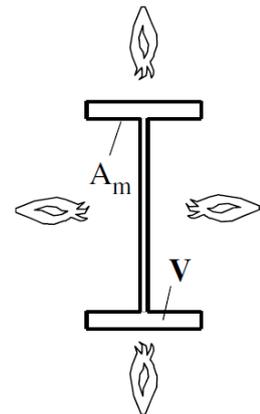


Figura 3 Secção duma viga-I.
(Desenhado: Rudy Van Impe)

A alma da viga-I conecta as flanges superior e inferior. Em condições frias é possível criar uma viga-I mais forte que uma viga normal. As vigas-I de madeira, por vezes, possuem almas (vertical) mais finas que 7 milímetros. Num incêndio, significando portanto, condições de maior temperatura, os dois elementos de construção têm um comportamento totalmente diferente. A viga-I tem um perímetro maior, o que significa que mais madeira é afetada simultaneamente pelo fogo. Assim que a alma falhar, o elemento colapsará. Está agora claro que as vigas-I não são de todo resistentes ao fogo.

Nos E.U. numerosos estudos foram realizados nesta matéria. Um grande número de testes mostrou que os solos de madeira, com treliças ligeiras de madeira, têm uma resistência ao fogo de 8 minutos. Isto significa que o solo colapsará (ou que um Bombeiro irá cair) pouco depois do incêndio ter iniciado.

Quanto tempo passa até se dar conta do incêndio? Quanto tempo se passa até dar o alarme? Quanto tempo demora o serviço de Bombeiros a chegar ao teatro de operações (TO)? No TO quanto tempo demora a estabelecer serviço para iniciar o ataque interior?

É óbvio que o solo estará gravemente debilitado no momento que a equipa inicia a progressão interior. Quando nos deparamos com um incêndio numa cave, a equipa de ataque que avança com a linha de mangueira representa uma carga muito elevada no solo já debilitado. Uma equipa de ataque de dois bombeiros, que levam ARICA e o restante EPI, podem exceder facilmente os 200kg. Isto explica porque muitos Bombeiros tenham caído por colapso do solo nos E.U.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado aos tetos. Quando os Bombeiros estão a trabalhar no mesmo piso que o incêndio, têm que estar conscientes dum possível colapso de teto. Nestas situações, os mecanismos por detrás do colapso são ainda mais complexos. As vigas de madeira dentro do telhado podem entrar em colapso, contudo também as colunas ou paredes que o sustentam poderão colapsar.

Dum modo geral, as construções ligeiras suportam muito mal os incêndios. Representando uma séria ameaça para as equipas de Bombeiros.

2.2 Propagação do incêndio e propagação da chama

Os regulamentos de construção belgas permitem o uso de construções ligeiras de madeira em vivendas unifamiliares (e também em moradias em banda sempre que tenham paredes resistentes ao fogo entre elas)

Felizmente na Bélgica há legislação sobre "Normas básicas". Esta estipula um grande número de exigências, as quais têm de ser cumpridas na construção dos edifícios de apartamentos, edifícios de escritórios, etc... Uma destas exigências refere-se à resistência ao fogo dos elementos estruturais do edifício. A resistência ao fogo exigida, permitirá à construção, manter a sua integridade estrutural durante algum tempo face a um incêndio. Desta forma, as equipas de Bombeiros podem progredir seguramente dentro do edifício. As normas de resistência ao fogo podem fazer com que o incêndio fique confinado ao compartimento onde ocorreu, já que as suas paredes contrariarão a propagação do incêndio durante um certo período de tempo.

As paredes e as lajes normalmente são construídas com materiais como betão ou tijolos (nas paredes) e, portanto, podem ser uma barreira formidável para a passagem do fogo. Devido a estes métodos de construção, existem relativamente poucos colapsos estruturais em incêndios na Bélgica.

É simplesmente impossível conseguir o mesmo resultado quando as paredes e as lajes são de madeira. Para construir uma parede de madeira resistente ao fogo, esta teria que ser protegida. Isto pode ser conseguido através da adição de revestimento protetor, como por exemplo painéis de gesso.

Hoje em dia na América do Norte, os edifícios de apartamentos são construídos quase por completo em madeira. É possível que tenham um custo baixo. E quando é barato, sempre há alguém disposto a fazê-lo. Na Bélgica, isto não é barato já que todas as paredes e lajes teriam que ser protegidas para conseguirem a necessária resistência ao fogo. No entanto, isso acontece de tempos em tempos.

Em Nieuwstraat, Bruxelas, uma companhia de construção estava a construir um edifício de apartamentos. A ideia era acrescentar cerca de 200 apartamentos na parte superior dum edifício já existente. Se tivessem sido construídos em betão, isto poderia causar problemas em termos de capacidade de carga do edifício original. Construindo em madeira, tornou-se possível adicionar vários pisos à construção. O projeto contemplava a colocação dum revestimento protetor da madeira. No entanto, ocorreu um incêndio durante a sua construção, no momento em que a proteção ainda não estava instalada. O serviço de Bombeiros de Bruxelas enfrentou um fogo massivo que se propagou rapidamente a todo o edifício. Afinal, não haviam medidas no local para impedir a propagação do incêndio. Durante a construção (edificação, renovação, demolição, etc...) de construções ligeiras com madeira possuem um grande perigo de incêndio. E quando o incêndio atinge um determinado desenvolvimento, o serviço de Bombeiros já não pode trabalhar em segurança.



Figura 4 y Figura 5 Duas fotos mostram o progresso dum incêndio num edifício de apartamentos de madeira. (©Footage: Karen Jones)

No Youtube existe um vídeo dramático dum incêndio em Houston, Texas. O vídeo mostra um trabalhador da construção que está preso numa varanda dum edifício de apartamentos de madeira em construção (na pesquisa escrever "man on balcony in burning building").

No início do vídeo, pode-se ver um homem que fugiu para a varanda. Aparentemente não teve tempo para escapar escadas abaixo. O vídeo mostra claramente a rápida progressão do fogo. Em muito pouco tempo, o fogo engoliu todo o piso superior.

O homem foi salvo pelo serviço de Bombeiros que usa um veículo escada. Durante o resgate, a parede do piso superior colapsa. Ambas as figuras são captadas apenas com um minuto e meio de diferença.

2.3 Incêndios de construção

Construções ligeiras como estas, também elevam o risco para os incêndios de construções. Nestes edifícios, toda a instalação elétrica (cabelagens, tomadas...) estão localizados dentro das paredes, como nos edifícios de tijolos. A diferença é que os tijolos não são inflamáveis. Uma instalação elétrica é uma fonte de ignição. Quando algo corre mal no circuito elétrico, as temperaturas podem aumentar muitíssimo em certas localizações. Numa parede de tijolos, isto não representa problemas. Numa parede de madeira, pode desenvolver-se um fogo de brasas. Transformando-se num incêndio de difícil acesso e que se espalha lentamente. Quando o fogo se propaga dentro da construção, converte-se num incêndio de construção. Esta é uma situação muito difícil para o serviço de Bombeiros.

Forma-se um importante risco adicional, quando o fogo avança e se propaga a um móvel num quarto, podendo este ser um sofá que estivesse encostado à parede. Logo, simultaneamente ao incêndio de construção, desenvolve-se também um incêndio ventilado ou infraventilado. Neste ponto, será muito difícil salvar o edifício.

2.4 Avaliação

Na Bélgica, tradicionalmente constroem-se casas em tijolos. Há um provérbio belga que se traduz em: "um belga nasce com um tijolo no seu estômago". As casas de tijolos são muito normais para eles. Aparte disto, o status também importa muito. As pessoas querem construir uma casa barata, mas não querem que ninguém se aperceba disso. Assim, mesmo que o número de casas de madeira esteja a aumentar, não é visível nas ruas belgas. A maioria das casas de madeiras têm uma parede de tijolo como acabamento exterior. A construção de madeira é portanto muito difícil de distinguir dum edifício clássico de tijolos.



Figura 6 Construção duma casa de madeira.
(Foto: Nathalie Van Moorter)



Figura 7 A mesma casa uma vez terminada. O tijolo foi eleito como acabamento exterior. A casa parece igual a uma construção tradicional.
(Foto: Nathalie Van Moorter)

Se um incêndio ocorre nestas casas, existe o risco de os Bombeiros serem surpreendidos. À chegada, nada indicaria no imediato da existência de um incêndio numa casa de madeira. Num incêndio ventilado, os bombeiros provavelmente enfrentariam

chamas a saírem por janelas e portas. Este incêndio implica um ataque térmico massivo ás paredes e teto.

A experiência diz-nos que isto não é um problema para os Bombeiros num edifício de tijolos e betão o mesmo não sucede nas casas de madeira. Quando o serviço de Bombeiros enfrenta um incêndio num piso térreo durante a noite, realizar a busca e resgate no piso superior não se realiza sem riscos. Possivelmente o fogo debilitou a construção até certo ponto, em que a equipa de busca possa sofrer uma queda por colapso do chão. Podendo neste caso, cair diretamente no compartimento de incêndio.

Numa casa com paredes de tijolos e lajes de betão, é perfeitamente possível mandar uma equipa realizar o ataque ao fogo enquanto uma segunda equipa inicia a busca de vítimas no piso superior, nos quartos por exemplo. As lajes de betão garantem a estabilidade estrutural. O mesmo não acontece em casas de madeira.

Numa casa de madeira, o fogo pode-se propagar também ás paredes. Sendo este capaz de se propagar então a toda a construção. Especialmente nos pisos superiores e no sótão, estão provavelmente envolvidos em chamas. O fogo propaga-se rapidamente ao sótão e/ou ao teto, é muito difícil salvar as casas. Nas situações onde a fachada é construída em tijolos, o serviço de Bombeiros provavelmente não irá considerar de início esta possibilidade. Quando se enfrenta um incêndio num só compartimento na sua etapa de crescimento, os Bombeiros extingui-lo-ão rapidamente. Numa casa de tijolos, este é tipicamente o maior problema. E numa casa de madeira, os Bombeiros terão que se certificar se o fogo se propagou dentro da construção ou não.

3 Casos

3.1 Houston, Texas: colapso de telhado

A 31 de maio de 2013, ás 12:08, o serviço de Bombeiros de Houston foi alertado para um incêndio num sótão dum restaurante. O departamento de Bombeiros de Houston é um departamento com 3800 Bombeiros profissionais que protegem mais de 2 milhões de pessoas numa área de 1600 km². Isto representa o dobro da população de Bruxelas numa área dez vezes maior.

A primeira viatura a chegar ao teatro de operações (TO), o camião 51, confirma a acumulação de fumo denso e pesado, visível enquanto se estavam a dirigir para o TO. Chegaram ás 12:12 e iniciaram um ataque interior. A câmara térmica indica uma temperatura do teto de 84°C. Ás 12:15. A equipa de ataque entra uns três metros dentro da estrutura e começa a combater recorrendo a uma linha de 70mm. Descrevem as condições interiores como "não quente, mas com visibilidade nula". Devido a um possível problema com o abastecimento de água, eles saem ás 12:18. Dois minutos mais tarde, a equipa do camião 51 reinicia o ataque interior, ajudada por uma equipa da segunda viatura, do camião 68. Uma segunda linha de ataque é estabelecida dentro do edifício. Por volta das 12:23, parte do edifício colapsa. Quatro Bombeiros morrem. Outros 15 ficam gravemente feridos. Neste momento, o camião 51 só estava no TO à 12 minutos.

Este trágico incidente foi extensamente estudado. Foi pedido a uma empresa de engenharia que examinasse a estabilidade da estrutura do edifício. O telhado estava apoiado em treliças. A figura 8 mostra um esquema dessa estrutura. Estas construções são muito populares porque são muito fortes. Com uma limitada quantidade de

materiais, é possível abranger uma grande área. Na Bélgica as treliças são tipicamente usadas na indústria e são de aço. Em habitações com áreas grandes, por vezes estes elementos são utilizados.

A desvantagem é que são muito frágeis. Devido ao facto de que cada treliça possui uma baixa massividade, colapsará rapidamente quando estiver sujeita a um incêndio. Para além disto, as placas de conexão utilizadas requerem especial atenção quando se tratam de treliças de madeira. As cordas e as diagonais frequentemente estão conectadas por placas de união ou placas de cravos. Estes não são mais que uma fina placa de metal com uma quadrícula de cravos acima dela. Estas lâminas estão unidas às cordas sendo esta é a forma pela qual todas as treliças mantem a sua forma. O que é perigoso é que estas placas tendem a romper durante o incêndio. Deformando-se e sendo removidos da madeira devido ao calor como uma casca de banana. Rapidamente como as placas de união não unem suficientemente as cordas e as diagonais o colapso pode ocorrer. O restaurante em Houston tinha sido renovado e o teto que tinha sido coberto inicialmente com cobertura metálica, agora tinha telhas de cerâmica que se colocaram por cima da cobertura existente. Esta carga extra, tinha feito com que o colapso ocorresse inclusivamente antes do que ocorreria de outra forma.

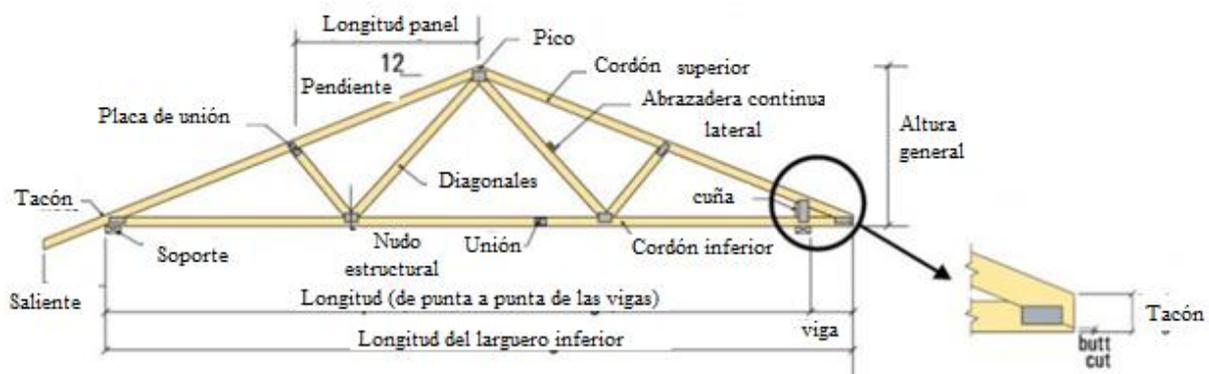


Figura 8 A treliça de madeira do restaurante de Houston. Treliças como esta estão feitas de cordas (superior e inferior) e diagonais que são unidas por placas de conexão. (Desenhado: [1])

As investigações posteriores mostraram que os empregados do restaurante já tinham notado o odor de algo a arder umas três horas antes. Várias buscas rápidas do possível incêndio tinham sido realizadas, mas não se tinha encontrado nada. Provavelmente, um incêndio de construção estava em brasas. Não foi detetado até o incêndio ter saído da construção, quando foi detetado. Só então se alarmou o serviço de Bombeiros... durante todo este tempo, umas três horas, esteve a arder propagando-se às paredes de madeira.

3.2 Município de Colerain, Ohio: Bombeiros caem por colapso da laje

A 4 de abril de 2008, o serviço de Bombeiros de Colerain foi alertado para um incêndio numa habitação unifamiliar. Este serviço de Bombeiros em particular é composto por 60 Bombeiros profissionais e 150 voluntários que protegem 60.000 habitantes numa área de 117 km².

Às 6:11 da manhã os Bombeiros respondem a um alarme automático de incêndios. Às 6:20 o incêndio é confirmado pelos Bombeiros á sua chegada ao TO. O primeiro camião chega 3 minutos mais tarde. As equipas que chegam ao TO são informadas pelo proprietário da existência dum incêndio na cave, dizendo-lhes também que todos os

ocupantes estão fora de casa. Dois Bombeiros (um Capitão e um Bombeiro) iniciam um ataque interior recorrendo a uma linha de mangueira de 45mm. As condições interiores descritas são: com fumo moderado no corredor. Demoraram algum tempo a avançar com a mangueira no edifício. Um terceiro Bombeiro subiu para ajudar a equipa. A equipa de ataque desce pelas escadas para a cave. O terceiro Bombeiro regressa para fora para colher mais mangueira. Quando regressa à porta é-lhe ordenado que se mantenha no exterior pelo Capitão. A equipa de ataque está em problemas.

Os esforços para salvar a equipa de ataque iniciaram às 6:37. Isto é 14 minutos depois da chegada da primeira viatura. A equipa de resgate dá conta de que a laje tinha colapsado parcialmente. Os dois Bombeiros da equipa de ataque perderam tristemente a vida nesse colapso.

A investigação posterior mostrou que a equipa de ataque entrou na estrutura 16 minutos depois do alarme ter disparado. Nesse momento, o incêndio só estava ativo à uns 16 minutos, no máximo. As vigas que suportavam a laje de madeira do piso inferior, eram de 5 cm de largura e 25 cm de altura. No entanto, desmoronaram-se porque tinham sido debilitadas pelo fogo. Os investigadores assumiram que a equipa de Bombeiros foi forçada a retirar pelo calor intenso calor da cave. Logo, provavelmente atravessaram a divisão até à porta. O peso total da equipa de ataque era demasiado para as vigas de apoio debilitadas, tendo a laje colapsado. Caindo a equipa de ataque no compartimento incendiado.

Durante este curto período de tempo, 16 minutos, as vigas de madeira de 5 cm de largura foram fragilizadas ocorrendo o seu colapso. *Pensem sobre o que isto significaria se isto tivesse ocorrido com vigas-I com uma alma de 7mm.*

3.3 Ukkel

Na Bélgica também, existiu pelo menos um incidente com construções ligeiras desempenhando um papel importante no resultado de uma operação de combate a incêndios. A 30 de agosto de 2008, dois Bombeiros de Bruxelas perderam a vida em Ukkel. O edifício incendiado foi construído com várias partes diferentes. O local onde os Bombeiros morreram, era de construção ligeira em madeira. Uma explosão de fumos fez com que a estrutura colapsasse parcialmente. O comportamento extremo do fogo foi o fator determinante deste resultado. A explosão de fumos originou diretamente o colapso da estrutura. A questão que permanece é se o mesmo resultado ocorreria se tivesse sucedido, igual incidente num edifício de betão. Teria facilmente progredido o fumo pelas várias áreas do edifício? O edifício de betão teria colapsado de igual forma devido à explosão de fumos?

4 Soluções

O problema colocado devido às construções ligeiras é difícil de solucionar. Felizmente – por agora- este tipo de construção é rara na Bélgica. Por este motivo, as pessoas estarão relutantes em apresentar diferentes tipos de soluções radicais. Porém, no futuro, este tipo de construções continuará a aumentar. As construções ligeiras de madeira são baratas sendo esta a razão porque podemos esperar um aumento destas construções. Abaixo descrevem-se possíveis soluções para fazer face a este problema.

4.1 Registo da estrutura e dos edifícios.

Só existe uma forma segura de prevenir que algum Bombeiro saia ferido num colapso de estrutura. A única forma é permanecer fora, e fora da zona de possível desmoronamento do edifício.

A preparação pode ajudar imensamente aqui. Pode ser realizado um registo dos edifícios e da estrutura que possuem. A central poderia consultar esse registo ao receber o alarme. A informação sobre o tipo de estrutura poderia ser comunicada aos Bombeiros enquanto estes se dirigiam para o teatro de operações. Desta forma, estes saberiam antecipadamente com que tipo de estrutura se vão deparar. Caso necessário, puderiam ajustar as suas táticas. Esta é a única forma de evitar incidentes como os descritos anteriormente. Claro que isto será um projeto de grande envergadura, mas poderá ser útil de outras formas. Muitos edifícios industriais são construídos em aço. O aço é um material de construção que com limitada resistência ao fogo quando este não possui proteção. Nestes casos também, será uma vantagem para as equipas de Bombeiros possuírem este tipo de informação antes de iniciarem operações.

4.2 Treinar e educar acerca dos métodos de construção e mecanismos de colapso

O serviço de Bombeiros não dedica muito interesse em educar os seus Bombeiros, especialmente nos de nível médio e baixo, relativamente aos diferentes métodos de construção. Um curso nesta área pode ser útil. Cada tipo de construção possui as suas próprias vantagens e desvantagens. Certos tipos de construções podem reagir muito bem durante um incêndio. Outros podem ter problemas específicos. Por exemplo, as paredes de tijolo e os frontais ou empenas, sabe-se que caem para fora quando a sua ligação ao resto da estrutura se tiver queimado. Acidentes como o de Jodoigne em 2011, revelam que estes mecanismos de colapso não são suficientemente conhecidos pelos Bombeiros. Um curso nesta matéria poderá ajudar.

Se o serviço de Bombeiros for capaz de identificar o tipo de construção, poderá avaliar melhor - quando se está capacitado e bem informado sobre o tema - os diferentes riscos. Em 2013, o artigo 18 desta série falava de colapsos. "o edifício é o teu inimigo". Este artigo era também um esforço inicial de incrementar o conhecimento acerca dos diferentes tipos de estruturas. O conhecimento nos métodos de construção será geralmente muito útil em incêndios de construção.

4.3 Grande impacto

Se alguma vez existir uma tendência real para as construções de habitações de madeira, isto irá originar um grande impacto relativamente aos procedimentos dos serviços de Bombeiros. Nesta perspetiva, será interessante sensibilizar os serviços de Bombeiros responsáveis pelas áreas onde existam predominantemente estes tipos de construções. O serviço de Bombeiros de Sídney está tão organizado, que a primeira viatura é capaz de chegar ao TO 5 a 10 minutos após o alarme. Tendo, portanto, o fogo controlado nos 5 minutos seguintes salvando o edifício. Se o fogo se propagar por dentro da sua estrutura, este estará então perdido. Para conseguir isto, é necessária uma equipa profissional muito maior. A equipa está no parque com uma só viatura e 4

Bombeiros. Desta forma, cria-se uma rede de parques estrategicamente estruturada. Tendo cada parque uma pequena zona para dar resposta chegando mais rápido ao TO.

A mesma organização pode ser encontrada nos E.U. e no Canadá. Aqui os Bombeiros profissionais protegem áreas suburbanas de tal forma que são capazes de dar rapidamente resposta a um incêndio em casas de madeira.

Na Bélgica, os Bombeiros voluntários formam a base dos serviços de Bombeiros nos subúrbios. O tempo de resposta de um Bombeiro voluntário é na generalidade um par de minutos mais demorado que o dos Bombeiros profissionais. Dado que eles têm que se dirigir primeiro para o seu quartel. Isto significa que o tempo de resposta é inclusivamente maior. Ambos os fatores implicam que o serviço de Bombeiros muitas vezes não vá conseguir chegar ao T.O. rápido o suficiente para conseguir atempadamente extinguir o fogo numa casa de madeira. Pode ser que, no futuro, o serviço de Bombeiros seja confrontado com mais incêndios domésticos, onde o edifício arda completamente até ao solo.

5 Eu continuo a sonhar.

Em 2013, citei Martin Luther King no meu artigo sobre colapsos: eu tenho um sonho. Foi uma chamada para a ação. Um convite para começar a aprender com incidentes na Bélgica. Na maioria dos países, todo e qualquer acidente grave, é minuciosamente investigado. São redigidos relatórios para que se possa aprender o máximo possível acerca do que, e o que correu mal. Por vezes, são gastas, literalmente, milhares de horas a analisar um acidente e escrever um relatório, cientes de que o trágico incidente não se volte a repetir. Nenhuma despesa ou esforço são poupados para se certificar de que os Bombeiros que perderam as suas vidas, não o fizeram em vão ...

Eu continuo a sonhar...

6 Bibliografia

- [1] *Firefighter fatality investigation FFF FY 13-08, Texas state fire marshall, 2013*
- [2] *Van Impe Rudy, Postgraduate studies in fire safety engineering, Passive fire protection, course at UGent, 2010*
- [3] *Lambert Karel, The building is your enemy, De brandweerman, September 2013*
- [4] *Lambert Karel, Ukkel, De brandweerM/V, May 2016*
- [5] *NIOSH, Firefighter fatality investigation and prevention program, 2008-09, A Career Captain and a Part-time Fire Fighter Die in a Residential Floor Collapse—Ohio, 2009*

Karel Lambert