



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

O COMPORTAMENTO DAS BARRAS DE AÇO ANCORADAS NA MADEIRA. RESINAS ESTRUTURAIS, FORMAS DE RUPTURA E ELEMENTOS DE PROJETO

Julio César Pigozzo (jcpigozzo@uem.br)

Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Engenharia Civil

Francisco Antonio Rocco Lahr (frocco@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – SET – LaMEM

RESUMO: As barras de aço coladas na madeira tem sido amplamente utilizadas nos países Escandinavos por mais de trinta anos e na Austrália e Nova Zelândia mais recentemente. As principais utilizações ocorrem em estruturas laminadas coladas, mas podem ser aplicadas em várias situações estruturais. As conexões com barras de aço coladas apresentam desempenho altamente satisfatório e confiável quando se considera o comportamento da resina nas condições de utilização da madeira e a forma predominante da ruptura desta conexão. Devem-se considerar detalhadamente as condições de trabalho e os parâmetros que influenciam na resistência destas ligações. Trata-se de conexões de alta resistência e rigidez, com excelente estética e baixo custo, comparado às tradicionais conexões mecânicas. A avaliação da resistência de ancoragem das barras de aço coladas depende diretamente da resina, da rugosidade superficial da barra de aço, da superfície de aderência na região de ancoragem, da umidade contida na madeira e de outros fatores construtivos que podem ser definidos e controlados no projeto. Neste trabalho apresentam-se os aspectos de projeto, o comportamento mecânico das barras de aço coladas com resinas epóxis e as formas de ruptura. Comentam-se as técnicas de colagem e o controle de qualidade. Apresentam-se também as influências das propriedades mecânicas da madeira e as influências das principais variáveis significativas na resistência de ancoragem.

Palavras chaves: resinas estruturais; barras de aço coladas; resistência de ancoragem; adesivos estruturais.

THE BONDED-IN STEEL RODS BEHAVIOR IN WOOD, STRUCTURAL RESINS, WAYS OF RUPTURE AND PROJECT ELEMENTS

ABSTRACT: The bonded-in steel bars in wood beams have been widely used in Scandinavian countries for more than thirty years and in Australia and New Zealand more recently. The main uses happen in glulam, but they may be applied to several structural situations. The connections with bonded-in steel bars present highly satisfactory and trustworthy performance when the resin behavior has been considered into the wood use conditions and the main rupture mode of this connection are considered too. In this connection the parameters that influence on anchorage strength must be considered in detail. This connections present high strength and stiffness, with excellent esthetics and low cost comparing to the traditional equivalent mechanical connections. The pull out strength of bonded-in steel bars evaluation depends directly on the resin, the steel bar superficial rugosity, the adherence surface on the anchorage area, the moisture contained in the wood, and other construction factors which may be defined and controlled into the project. In this paper, the aspects of the project, the mechanical behavior of steel bars bonded-in with structural resins and the main rupture mode are presented. The bonding-in techniques and quality control are commented, the influences of wood mechanical properties and the influences of the main variables which are significative for pull out strength are also presented.

Keywords: structural resin; glued-in rods; anchorage strength; structural adhesives.

1. INTRODUÇÃO

Desenvolver conexões resistentes e confiáveis é a chave para assegurar o desempenho e a segurança das estruturas de madeira. Com a possibilidade de desenvolver ligações simples, fáceis de executar, resistentes e duráveis, as barras de aço coladas, com adesivos estruturais, passaram a ser aplicadas em diferentes situações. Este tipo de conexão tem recebido atenção e reconhecimento por causa da excelente aparência estética e desempenho.

As conexões com barras de aço coladas tem sido amplamente utilizadas nos países europeus, conforme DENG et al. (1998), as maiores aplicações ocorrem nas estruturas laminadas coladas e as barras de aço mais utilizadas são as barras com superfícies rosqueadas, de diâmetros entre 12 e 24mm. AICHER et al. (1999) consideram que as conexões com barras de aço coladas apresentam várias vantagens técnicas e econômicas, crescentemente reconhecidas como um dos mais promissores tipos de conexões de alta resistência para industrialização das estruturas de madeira. Advertem que o uso de forma econômica e segura depende: do conhecimento em profundidade de todos os parâmetros que influenciam no comportamento da ancoragem e a longo prazo, da influência das diferentes condições de trabalho a que estará submetida. As principais utilizações para as barras de aço coladas estão representadas na Figura 1, a seguir.

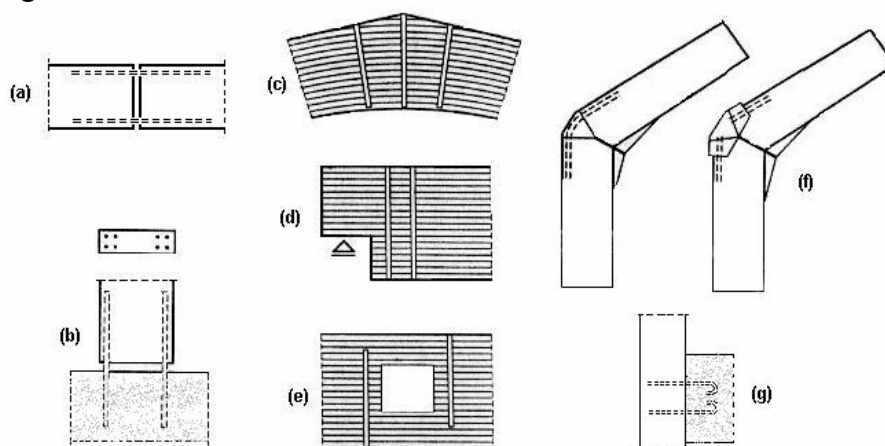


Figura 1 - Exemplos de aplicação de barras de aço coladas em estruturas de madeira.

Onde: (a) emendas de topo; (b) ligações de peças estruturais em blocos de fundações; (c) reforços em zonas de máximas curvaturas de vigas laminadas coladas; (d) e (e) transferência de forças dentro de uma estrutura ou parte dela; (f) elementos de ligação em nós de pórticos e (g) elementos de ligações de peças de madeira, em alvenaria, concreto ou aço.

As barras de aço coladas são predominantemente solicitadas na direção axial e suas principais vantagens são: permitem maiores níveis de transferências de esforços do que as conexões convencionais; resistem a grandes momentos fletores, possibilitando unir grandes peças e permitindo maiores vãos livres; os furos utilizados nas ligações com barras coladas não enfraquecem as peças estruturais como acontece nas ligações parafusadas; possíveis erros em canteiros de obras, com altos custos devido a furações inadequadas, são evitados considerando que essas conexões são planejadas e executadas na indústria; as peças estruturais ficam mais estéticas evitando conectores aparentes como chapas e parafusos; essas conexões são facilmente protegidas contra o fogo; apresentam menos materiais e menor custo de produção. As resinas sintéticas estruturais mais utilizadas em estruturas de madeira são usualmente classificadas em três grupos: as fenol-resorcinol formoldeidos (PRF), as