



PROJETO ESTRUTURAL EM GRID SHELLS DE MADEIRA

¹**Flavio Caffarello** (flavio.caffarello@gmail.com), ²**Carlo Ostorero** (carlo.ostorero@fastwebnet.it), ³**Nilson T. Mascia** (nilson@fec.unicamp.br)

¹**Unicamp**

Departamento de Estruturas/ FEC - Caixa Postal 6021
Campinas – SP/ Aluno de Graduação

²**Politecnico di Torino**

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica/Facoltà di Ingegneria, C.so Duca degli Abruzzi, 24,
Turim-Itália/Professore

³**Unicamp**

Departamento de Estruturas/ FEC - Caixa Postal 6021
Campinas- SP/ Professor Titular

EBRA14-EST-059 - PROJETO ESTRUTURAL EM GRID SHELLS DE MADEIRA

RESUMO: Cascas em grelha de madeira também conhecidas como grid shells de madeira são estruturas especiais que combinam eficiência estrutural com arquitetura atraente. Neste trabalho propõe-se a atingir diferentes geometrias de uma estrutura em gridshell para a cobertura de um edifício que está em vias de uma recuperação estrutural. Pesquisando e analisando algumas possíveis geometrias finais a partir de simulações do efeito da gravidade sobre uma membrana, foram simuladas cargas na estrutura, usando o software GSA. Com tal software foi possível fazer avaliações usando o método dos elementos finitos (análise MEF), o que levou a uma análise estrutural de seis diferentes geometrias quanto a momentos, cortantes, normais e deslocamentos. Com tais resultados se constata a boa eficiência das gridshells como estruturas capazes de vencer grandes vãos com pequenos deslocamentos verticais.

Palavras Chave: Gridshell, Estrutura em madeira, Coberturas

STRUCTURAL DESIGN IN WOOD GRIDSHELL

ABSTRACT: Shells in grid of wood also known as gridshell are special structures that combine structural efficiency and attractive architecture. In this work it is proposed to achieve different geometries for some gridshell structures to apply as coverage for a building that is ready to a structural recovery. Researching and analyzing some possibilities of final geometries from gravity simulation over a membrane, it was simulated loads in the structure, using GSA software with which was possible to evaluate using the "Finite Element Method Analysis" (FEM Analysis), which conducted to a structural analysis of six different geometries in bending moments, shear forces, and displacements. With these results it is notable the good efficiency of gridshells like structures capable to reach large spans with small vertical displacements.

Keywords: Gridshell, Wood Structure, Coverage

1. INTRODUÇÃO

Cascas em grelha de madeira também conhecidas como gridshells de madeira são estruturas especiais que combinam eficiência estrutural com uma arquitetura atraente.

De impacto muito limitado sobre os recursos naturais quando corretamente projetadas, as gridshells de madeira podem ser construídas em um tempo relativamente curto através da construção inicial de uma grelha plana feita de membros lineares que paulatinamente é arranjada na forma desejada, KUIJVENHOVEN (2009).

Como outro método construtivo pode-se citar também cascas em grelha realizadas com peças pré-moldadas como no caso de “Haesley Nine Bridges Golf Club House” na Coreia do Sul, SHIGERUBANARCHITECTS (2010).

Considerando-se as muitas propriedades vantajosas das cascas em grelha de madeira, poder-se-ia esperar que este tipo de estrutura fosse de uso mais freqüente. No entanto, apenas algumas foram construídas até o momento. Uma explicação para isso é a sua relativa complexidade de projeto que desencoraja os projetistas por sua escolha.

Neste trabalho propõe-se a atingir diferentes geometrias de uma estrutura de gridshell para a cobertura de um edifício que está em vias de uma recuperação estrutural na cidade de Sassuolo, Emilia-Romagna, Itália. Usando a principio o programa Rhinoceros e seu plugin Grasshopper, que serve como modelador paramétrico, busca-se, assim, algumas possíveis geometrias finais a partir de simulações do efeito da gravidade sobre uma membrana; Antoni Gaudi na “Sagrada Família” em Barcelona fez algo semelhante no final do séc. XIX e início do séc. XX, PAOLI (2007).

Tendo essas geometrias reticuladas por gravidade foram simuladas cargas na estrutura, usando o software GSA com o qual foi possível fazer uma análise pelo método dos elementos finitos. O que levou a uma análise estrutural de seis diferentes geometrias quanto a momentos, forças cortantes, forças normais e deslocamentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

De acordo HOEFAKKER e BLAAUWENDRAAD (2005), estruturas em cascas em grelha são muito eficientes em vencer grandes vãos com um mínimo de material utilizado. Essa capacidade, resultada da eficiência da dupla curvatura, proporciona a ação de membrana. Isso significa que a carga distribuída numa fina camada levará ao desenvolvimento de apenas esforço normal e de cisalhamento. Esforço momento fletor da tensão normal de flexão pode ser geralmente negligenciada e o campo de tensões normais será distribuído uniformemente sobre a seção transversal. Estes efeitos resultam numa estrutura muito eficiente.

Nota-se, contudo, que a carga utilizada para a simulação da membrana, assim como as condições de apoio, muitas vezes são incompatíveis com o previsto. Neste caso, deve ser considerado o esforço momento fletor da tensão normal somado a teoria de cascas, HOEFAKKER e BLAAUWENDRAAD (2005).

Estruturas em cascas são superfícies tridimensionais que resistem às cargas através da sua forma e geometria, sendo que as estruturas mais comuns com essa descrição são as cúpulas. Analisando uma catedral não se pode distinguir a diferença entre a cobertura e as paredes, aparentando toda a estrutura estar trabalhando como uma única estrutura. Todos os elementos se comportam a compressão e, no caso, das paredes laterais há ainda a reação do empuxo - “ação de anel” - que une a cúpula através da espessura das paredes, PAOLI (2007).

Como tração, compressão e cisalhamento são os únicos esforços que aparecem neste tipo de estrutura, com a exceção de efeitos de borda nas extremidades da casca onde estão os apoios, não se necessita de uma superfície espessas ou de elevada inércia tornando possível encontrar estruturas esbeltas de aparência agradável e atraente. No entanto, a utilização de cascas finas pode levar ao efeito de instabilidade, tornando-se fator de preocupação para a integridade da estrutura, PAOLI (2007).