

## **Projeto piloto para construção de uma estrutura de pergolado com tubos de papelão**

### ***Pilot project for construction of pergola structure with cardboard tubes***

**Nathalia Schimidt Dias, Engenheira Civil, Universidade Estadual de Campinas**

nathalia.schimidt@hotmail.com

**Gerusa de Cássia Salado, Docente, Universidade Estadual de Campinas**

gerusa@ft.unicamp.br

### **Resumo**

Os pergolados são estruturas leves e vazadas, formadas pelos apoios, pilares e vigas, podendo ser ou não cobertos. Normalmente essas estruturas utilizam materiais convencionais como madeira, concreto e aço, contudo pode-se utilizar outros materiais como tubos de papelão que geram obras mais leves, sustentáveis, salubres e de menor custo. Dessa forma o objetivo deste trabalho é propor a utilização de tubos de papelão para a construção de pergolados em praças públicas, proporcionando construções mais sustentáveis e servindo como medida prática para a conscientização ambiental da população. Metodologicamente fez-se o estudo do local para implantação do projeto piloto e desenvolveu-se o projeto com o auxílio das ferramentas computacionais AutoCAD, SketchUp e Lumion. Como resultado apresenta-se o projeto do pergolado detalhado com as dimensões dos tubos, forma, tipo de cobertura etc. Este estudo permite concluir que os tubos de papelão podem compor pergolados devido a sua leveza e que materiais diferentes dos convencionais podem compor obras de engenharia e arquitetura com durabilidade e resistência satisfatórias.

**Palavras-chave:** Pergolados; Estruturas; Tubos de Papelão; Materiais não-convencionais.

### ***Abstract***

*The pergolas are light and hollow structures, formed by supports, pillars and beams, which may or may not be covered. Usually these structures use conventional materials such as wood, concrete and steel, however, other materials such as cardboard tubes can be used, that generate lighter, more sustainable, wholesome and cheaper buildings. Thus, the objective of this work is to propose the use of cardboard tubes for the construction of pergolas in public squares, providing more sustainable constructions and serving as a practical measure for the environmental awareness of the population. Methodologically the site for the implementation of the pilot project was studied and the project was developed with the computational tools AutoCAD, SketchUp and Lumion. As a result, the design of the pergola is presented with the dimensions of the tubes, shape, type of cover etc. This study allows to conclude that the cardboard tubes can compose pergolas due to their lightness and that different*

*materials from the conventional can compose works of engineering and architecture with satisfactory durability and resistance.*

**Keywords:** Pergola; Structures; Cardboard tubes; Non-conventional materials.

## 1. Introdução

Os pergolados são estruturas leves e vazadas muito empregadas na construção civil devido a sua ampla versatilidade arquitetônica e aplicabilidade em áreas diversificadas como parques, praças, comércios e residências (hall de entrada, garagem, jardim, área de lazer etc). Geralmente utiliza-se esse tipo de estrutura semicoberta e semisombreada para descanso ou lazer, proporcionando um pouco de sombra sem prejudicar a ventilação e a iluminação natural (PETSCHKE; GASS, 2011).

Estruturalmente os pergolados são formados pelos apoios, pilares, vigas primárias e secundárias, podendo ser ou não cobertos. Quando se opta em realizar a cobertura da estrutura tem-se algumas opções como panos de vidro, policarbonato ou vegetação. Além da diversidade de modelos e das possibilidades de coberturas, para a concepção dos pergolados normalmente utilizam-se materiais convencionais como madeira, metal (alumínio ou aço) e concreto (PETSCHKE; GASS, 2011), contudo também é possível executá-los com materiais não-convencionais como por exemplo o bambu.

Nas figuras 1 e 2 exemplificam-se dois modelos de pergolados sendo o primeiro o Pergolado Bondinho do Pão de Açúcar feito convencionalmente com madeira laminada colada de pinus tratado e o segundo feito com bambu.



**Figura 1: Pergolado Bondinho do Pão de Açúcar. Fonte: Carpinteria, 2021.**



**Figura 2: Pergolado construído com bambu. Fonte: DoceObra, 2021.**

Outra opção de material não-convencional para a construção de pergolados consiste na utilização de tubos de papelão. Segundo Dias e Salado (2020), os tubos de papelão podem ser empregados na construção civil em diversos sistemas construtivos como: vigas e pilares, painéis portantes, painéis de vedação vertical, tesouras e treliças planas, estruturas em arco, coberturas portantes etc. Dessa forma os tubos de papelão podem ser utilizados para a concepção de pergolados, uma vez que a estrutura é basicamente formada por pilares e vigas.

Na construção civil os tubos de papelão são atrativos pois são elementos baratos, não necessitam de grande tecnologia para a produção e podem ser facilmente reaproveitados ou reciclados (MCQUAID, 2003). Além de serem uma opção sustentável e ambientalmente ecológica, os tubos de papelão também são viáveis tecnicamente pois apresentam resistência e durabilidade satisfatórias para compor obras de construção civil (DIAS; CAMARGO e SALADO, 2019).

Diante do exposto acima, o objetivo desse trabalho é propor a utilização de tubos de papelão para a construção de uma estrutura de pergolado em uma praça pública, proporcionando uma construção permanente mais sustentável e com menos danos ao meio ambiente. Além disso, a construção desta estrutura visa servir como medida prática para a conscientização ambiental da população, bem como a quebra de paradigmas em relação ao uso de materiais não-convencionais em construções e em especial ao material escolhido.

Com o desenvolvimento deste trabalho pretende-se propor um projeto de extensão o qual será apresentado à Prefeitura Municipal de Limeira com o intuito de realizar a implantação destes pergolados em algumas praças públicas da cidade.

A importância desse estudo relaciona-se diretamente com a utilização de materiais distintos dos convencionais, demonstrando-se que as construções atendem aos quesitos de resistência e durabilidade, aliados a sustentabilidade ambiental e viabilidade econômica, uma vez que utiliza-se um material reciclado, salubre e de menor custo. No mais percebe-se que esse estudo permite que a população tenha contato com um material distinto do convencional e conheça uma possível aplicação em obras urbanas e de passagem.

## 2. Metodologia

Inicialmente foram estudadas algumas praças públicas onde seria possível implantar um projeto piloto de pergolado. Para isso utilizou-se a ferramenta do Google Maps, a qual permite a visualização em planta e do entorno das possíveis praças. Para a triagem inicial levou-se em consideração fatores como: a extensão do local, a localização, o entorno (comercial ou residencial), fluxo de pessoas e os equipamentos urbanos já instalados.

Após a seleção de algumas praças pelo Google Maps, fez-se necessária a visita *in loco* para identificar a real situação do espaço, bem como visualizar a topografia do terreno e realizar as medições necessárias para implantar o pergolado.

Terminadas as visitas aos locais selecionados, escolheu-se a praça Dr. Nelson de Barros Camargo que localiza-se próxima ao campus da Universidade Estadual de Campinas, na cidade de Limeira, São Paulo. Após a realização do estudo do local, estudo do entorno e do fluxo de pessoas, identificou-se que esta praça poderia ser uma boa escolha por ser frequentada por moradores do entorno e também por estudantes, já que devido à sua proximidade com o campus da universidade, o local torna-se parte do trajeto para muitos universitários.

Na figura 3 demonstra-se parcialmente o mapa da cidade de Limeira e a localização da praça escolhida.





**Figura 6: Quadra de basquete. Fonte: Elaborado pelos autores.**



**Figura 7: Academia localizada em frente ao campo de futebol de areia. Fonte: Elaborado pelos autores.**

Após o estudo do local resolveu-se propor o projeto piloto do pergolado de forma que este fosse posicionado no melhor local possível, sem que haja mudança radical na paisagem e disposto para que seja aproveitado da melhor forma possível pela população. Para o desenvolvimento do projeto fez-se necessária a medição de algumas áreas no local e posteriormente foram utilizados programas computacionais como AutoCAD, SketchUp e Lumion para elaborar o projeto e executar a renderização do pergolado proposto.

### **3. Resultados e Discussão**

Para a proposta do projeto piloto do pergolado definiu-se o melhor local para sua implantação, escolhendo-se um local que possibilitasse observar toda a praça, bem como assistir as possíveis atividades que aconteçam, como jogos de futebol ou basquete. Dessa forma, propõe-se um pergolado em formato de L e a implantação em frente ao campo de futebol de areia, na área central desta praça.

Nas figuras 8 e 9 demonstra-se o local de implantação bem como a planta baixa para a colocação do pergolado de tubos de papelão.



**Figura 8: Espaço utilizado para a implantação do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.**

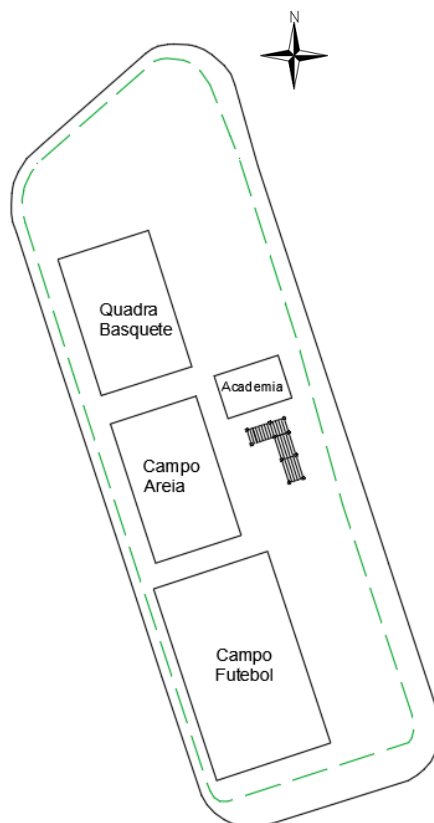


Figura 9: Planta baixa do local de implantação do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.1 Projeto do pergolado com tubos de papelão

Para o desenvolvimento do projeto foram considerados alguns fatores como:

- **Escolha do local:** escolheu-se um lugar bem ao centro da praça, com poucas árvores e bastante plano para que não fossem necessários gastos com corte e aterro;

- **Forma do pergolado:** optou-se por projetar a estrutura em formato de L para que esta proporcionasse o melhor aproveitamento do espaço disponível, sem que houvesse a necessidade de modificar as passarelas de concreto já existentes;

- **Elementos estruturais:** para o dimensionamento do projeto piloto da estrutura foram considerados fatores como: diâmetros dos tubos de papelão e espessura da parede para os pilares, vigas primárias (colocadas como cintas de amarração) e vigas secundárias (grades do pergolado), além do espaçamento máximo entre os pilares, evitando grandes vãos. Em adição, pensou-se em elementos de fundação e de vedação para os topos dos pilares, além da aplicação de resinas para proteção dos tubos de papelão, sendo esta aplicação fundamental para garantir durabilidade à estrutura;

- **Cobertura do pergolado:** os pergolados podem ser ou não cobertos, no caso deste projeto piloto optou-se pela cobertura vegetal como uma opção mais sustentável e também para gerar sombra ao local, visto que este será implantado em um local com poucas árvores ao redor e sem sombreamento.

### 3.2 Apresentação do projeto piloto

Inicialmente faz-se necessário apresentar o projeto piloto da estrutura do pergolado composto pelos apoios, pilares, vigas primárias e secundárias. Nas figuras 10 e 11 apresentam-se a planta baixa com as dimensões do pergolado e o projeto tridimensional com todos os elementos descritos anteriormente.

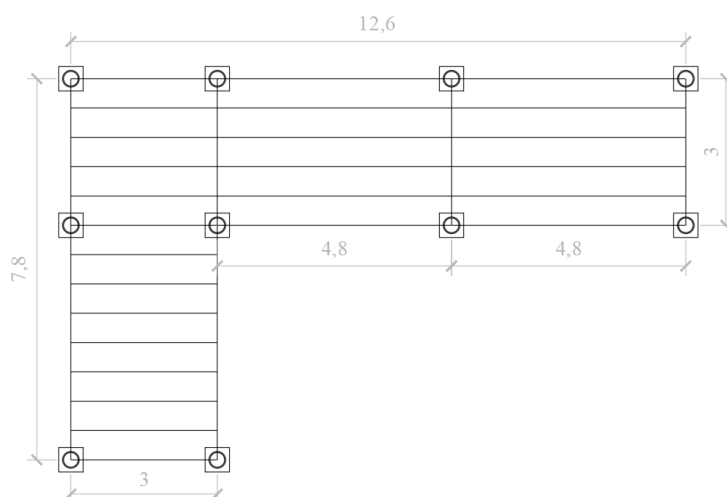


Figura 10: Planta baixa do pergolado com dimensões em metros. Fonte: Elaborado pelos autores.

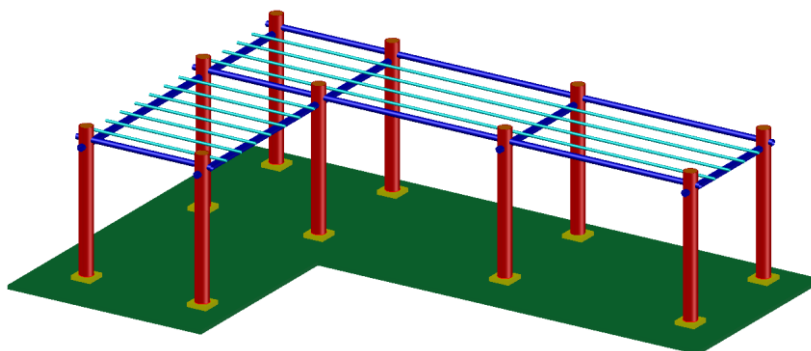


Figura 11: Projeto tridimensional do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na tabela 1 mostram-se as dimensões dos elementos estruturais utilizados.

Elementos Estruturais – Tubos de Papelão	Quant.	Altura (m)	Comprimento (m)	Diâmetro interno (cm)	Diâmetro externo (cm)	Espessura (mm)
Pilares (vermelho)	10	3,5	-	30	34	20
Vigas primárias (azul escuro)	7	-	3,0; 7,8; 12,6	13	15	10
Vigas secundárias (azul claro)	11	-	3,0; 12,6	5	7	10

Tabela 1: Dimensões dos tubos de papelão do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas figuras 12 a 15 mostra-se o pergolado renderizado no *software* Lumion com a cobertura de vegetação e com os bancos de madeira.



**Figura 12: Vista superior do pergolado renderizado. Fonte: Elaborado pelos autores.**



**Figura 13: Vista frontal do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.**



**Figura 14: Vista posterior do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.**



**Figura 15: Vista interna do pergolado. Fonte: Elaborado pelos autores.**

O pergolado foi desenvolvido inteiramente com perfuração e transpasse dos tubos de papelão, por isso não houve a necessidade de projetar peças de ligações para realizar a conexão das vigas aos pilares. A solução de perfurar e transpassar os tubos gera economia para a obra uma vez que não é necessário gastar com os elementos de ligação; além disso essa alternativa para conectar os tubos de papelão já foi muito utilizada em outras construções com este material e principalmente quando tratam-se de estruturas mais leves.

Em relação aos tubos de papelão menores (vigas secundárias) que não foram transpassados, optou-se pela sobreposição à estrutura principal, que neste caso permite utilizar duas soluções para a fixação, sendo estas feitas por parafusos ou amarração com cordas. Vale ressaltar que a solução de amarrar os tubos de papelão menores à estrutura principal já foi utilizada em obras com tubos de papelão.

Na figura 16 mostra-se o detalhe da perfuração e transpasse dos tubos de papelão no pergolado. No topo de cada pilar foi colocada uma bolacha de madeira parafusada com 5 cm de altura, evitando dessa forma o acúmulo de poeira ou retenção de água de chuva no interior dos pilares.





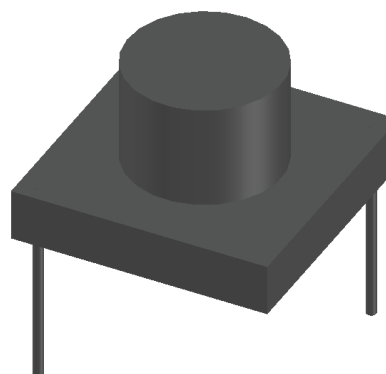
**Figura 16: Detalhe da perfuração e transpasse dos tubos de papelão e da bolacha de madeira parafusa ao topo. Fonte: Elaborado pelos autores.**

Na parte inferior dos tubos de papelão foram projetadas bases em concreto para o encaixe dos tubos e a fixação através de parafusos. Além de servir como fundação superficial, estas bases foram projetadas para elevar os tubos de papelão de forma a evitar que estes tenham contato direto com o solo e impedindo que absorvam umidade.

Nas figuras 17 e 18 pode-se ver as bases de concreto com o tubo de papelão já parafusado e também a base de concreto com as duas barras de aço presas a estas, proporcionando a ancoragem ao solo.



**Figura 17: Detalhe da base com tubo de papelão fixado. Fonte: Elaborado pelos autores.**



**Figura 18: Modelo da base de concreto para fixação dos tubos de papelão. Fonte: Elaborado pelos autores**

Além dos elementos colocados no topo e na base dos tubos de papelão, ressalta-se que todos os tubos deverão ser impermeabilizados com resina evitando que haja absorção de umidade e também protegendo-os contra as incidências solares, garantindo assim durabilidade à estrutura. Frisa-se que a durabilidade estimada para o material, segundo Shigeru Ban, é de pelo menos 10 anos (ARCHITECTURE AND URBANISM, 1997 *apud* SALADO, 2011).

#### 4. Conclusão

A utilização dos tubos de papelão para a concepção de uma estrutura como um pergolado torna-se atrativa devido a sustentabilidade ambiental, gerando-se uma construção mais sustentável e com menos danos ao meio ambiente, pois utiliza-se um material reciclado e que pode ser facilmente reciclado posteriormente. Além disso, a implantação desse tipo de construção em um local público serve como medida prática para a conscientização ambiental da população bem como a quebra de paradigmas em relação ao material escolhido.

A proposta de utilização dos tubos de papelão também remete a evolução das técnicas construtivas e da transferência de tecnologias, disseminando o desenvolvimento das ideias estudadas na área acadêmica, pois demonstra-se que outros materiais diferentes dos convencionais (madeira, aço e concreto) podem compor obras de engenharia e arquitetura.

A implantação de um projeto piloto do tipo pergolado não interfere radicalmente na mudança da paisagem urbana sendo possível executá-los em diversos locais como praças públicas, desde que sejam feitas as adaptações necessárias para adequar-se ao espaço disponível. Para propor-se uma obra sustentável, além da escolha do material, faz-se necessária a análise da viabilidade da construção, pois os requisitos de disponibilidade dos recursos e localização são fundamentais para implantação do projeto.

Para manter a segurança e a durabilidade da estrutura depende-se de alguns fatores como a colocação de elementos para a vedação superior (através de bolachas de madeira) e também da elevação dos tubos de papelão em relação ao solo (bases de concreto), evitando-se a deterioração dos pilares causada pela absorção de umidade. Além disso, assim como nos pergolados em madeira, faz-se necessário o tratamento com aplicação de resina evitando a absorção de umidade, diminuindo os danos causados pela incidência dos raios ultra-violetas e a proliferação de fungos e insetos.

Frisa-se que os tubos de papelão podem ser utilizados para compor estruturalmente o pergolado da mesma forma que outros materiais como a madeira e o bambu, mantendo características como resistência e durabilidade satisfatórias. Frisa-se que a estabilidade estrutural relaciona-se com o conhecimento das propriedades e limitações de cada material e não apenas à sua resistência mecânica, bem como a durabilidade da estrutura depende também do tratamento correto dos elementos, uso e operação e das manutenções periódicas preventivas.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil – (CAPES) – Código de Financiamento 001.

#### Referências

CARPINTERIA. **Pergolado Bondinho**. Disponível em:  
<https://carpinteria.com.br/project/pergolado-bondinho/> Acesso em 31/01/2021 às 16:22.

DIAS, N. S.; SALADO, G. C. . **Construções com tubos de papelão: um estudo dos sistemas construtivos durante 2007-2017.** Palhoça: Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS). Anais do VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2020. V. 1. p. 105-116.

DIAS, N. S.; CAMARGO, B. S. ; SALADO, G. C. . **Elementos tubulares de papel reciclado utilizados como elemento construtivo: uma possibilidade viável de uso dos resíduos em termos técnicos, econômicos e de sustentabilidade ambiental.** Belém: Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil – ENARC. Anais do VI Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil, 2019.

DOCEOBRA. **Pergolado de Bambu.** Disponível em:  
<https://casaconstrucao.org/projetos/pergolado-de-bambu/> Acesso em 31/01/2021 às 16:32

McQUAID, M. **Shigeru Ban.** Nova York: Phaidon Press, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA. **Legislação, mapas e dados.** Disponível em:  
[https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=29&simple=118](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=29&simple=118). Publicado em 03/01/2019. Acesso em 31/01/2021 às 17:03.

PETSCHEK, P.; GASS, S. **Constructing Shadows: Pergolas, Pavilions, Tents, Cables, and Plants** (E-book). Basel: Birkhäuser, 2011.

SALADO, G. C. **Painel de vedação vertical de tubos de papelão: estudo, proposta e análise de desempenho.** Tese (doutorado). São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2011.