Uso sostenible del bambú divulgado a través de actividades de extensión universitaria: proyecto y construcción de pérgola para bicicletario

Sustainable use of bamboo disclosed through university extension activities: project and construction of a pergola for bicycle rack

Andrea Jarramillo[1]
Sumara Lisbôa[2]
Tamara Goularte[2]
Lisiane Librelotto[2]

(1) Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
andresalome@gmail.com

(2) Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil.
arquitetasumara@gmail.com
tamaraolivogoularte@gmail.com
lisiane.librelotto@gmail.com

Recibido: Junio, 2019
Aceptado: Noviembre, 2019

Doi: http://dx.doi.org/10.24133/ciencia.v22i1.1271

"THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE TERMS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION LICENSE, WHICH PERMITS USE, DISTRIBUTION AND REPRODUCTION IN ANY MEDIUM, PROVIDED THE ORIGINAL WORK IS PROPERLY CITED."

RESUMEN

Este artículo es uno de los resultados del proyecto de extensión: "Uso sostenible del bambú en la construcción: cubierta para bicicletario en la UFSC", ejecutado en la Universidad Federal de Santa Catarina. Con un enfoque práctico, el objetivo fue divulgar el conocimiento entre la comunidad y miembros de la universidad, motivando hábitos de manejo de bambú más sostenibles para su aplicación en pequeñas estructuras. En este texto, son presentados los antecedentes y el proceso de ejecución del proyecto, que fue dividido en tres etapas: cosecha y tratamiento del bambú, proyecto participativo, prefabricación y montaje de la pérgola en el campus universitario. Fueron utilizados culmos de bambú de las especies *Dendrocalamus asper* y *Phyllostachys aurea*, provenientes de macollas localizadas en el campus universitario. La técnica constructiva utilizada consideró el montaje rápido y la facilidad de mantenimiento de la estructura.

Palabras claves:

Bambú. Diseño participativo. Extensión universitaria Sostenibilidad.

ABSTRACT

This paper is a result of the extension project "Sustainable use of bamboo in construction: roof for bike rack at UFSC", executed in the *Universidade Federal de Santa Catarina*. With a practical approach, the objective was to disseminate knowledge among the community and members of the university, motivating more sustainable bamboo management habits for its application in small structures. In this text, the antecedents and the process of execution of the project are presented. The project was composed by three stages: bamboo harvesting and treatment; participatory project; prefabrication and assembly of the pergola in the university campus. Bamboo culms of the species *Dendrocalamus asper* and *Phyllostachys aurea*,

originating from clumps located inside the campus, were used. The constructive technique used provides quick assembly and easy maintenance of the structure.

Keywords:

Bamboo. Participatory design. Sustainability. University extension program.

1. INTRODUCCIÓN

El bambú es un recurso natural renovable de rápido crecimiento y muchas de sus especies poseen características que permiten su aplicación en la construcción, más aún en la actualidad por la creciente atención a los impactos de la construcción civil al medio ambiente.

Brasil es el país de América del Sur que posee más especies de bambú, sean endémicas o introducidas por la propia población. En áreas rurales este material es utilizado en la construcción de elementos sencillos y temporales como cercas, gallineros, entre otros.

En el caso de la ciudad de Florianópolis, Greco (2013) indica que en la isla, donde se asienta parte de la ciudad, existen varias especies de bambúes nativos y exóticos. Hay pocos casos en que el material es aplicado en la construcción y generalmente es utilizado como elemento decorativo, estructura provisional o complementaria. Los culmos usados en estas construcciones en muchos casos provienen de otras regiones, porque, aunque hay presencia de bambusales en la isla, las macollas no pasan por un manejo adecuado y tampoco existen proveedores del material (Jaramillo; Valle; Librelotto, 2018).

Aunque el bambú por sus características es considerado un material de bajo impacto ambiental, las prácticas constructivas con las que es aplicado en la construcción no siempre son sostenibles. Esto se debe a varios motivos, entre ellos la explotación de las macollas sin pensar en mantenerlas saludables para su aprovechamiento futuro y el uso de culmos que no están secos ni tratados, sin considerar las especificaciones técnicas que el bambú necesita para tener un buen desempeño en las construcciones, la falta de conocimiento sobre el mantenimiento de las edificaciones con este material.

En muchos lugares de Florianópolis, el bambú crece sin control, por ejemplo, en el camino que lleva del centro hacia *Lagoa da Conceição* o en el campus de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado en el barrio Trindade. En estos lugares los culmos suelen ser usados esporádicamente por vecinos y miembros de la comunidad universitaria sin mayor conocimiento del cuidado o manejo sostenible y sin buscar el aprovechamiento del bambú de una manera más eficiente en la construcción.

Las macollas de bambú necesitan ser manejadas para mantenerlas aireadas, saludables y productivas. Para esto es necesario retirar los culmos más antiguos, dando espacio y nutrientes a los brotes que nacen cada año (Pereira; Beraldo, 2016). Saber identificar los culmos maduros entre los nuevos es parte del proceso de manejo, también es importante conocer la época más apropiada para el corte de los culmos, que es en invierno en el caso de las regiones del Sur y de preferencia en la fase lunar del cuarto menguante (Morán, 2002), cuando la mayor cantidad de líquidos está en las raíces de los culmos. Estos conocimientos son importantes para garantizar la conservación de este recurso en la naturaleza.

Por otro lado, para potencializar el desempeño del bambú en la construcción de estructuras es necesario el uso de culmos maduros, porque son los que poseen la resistencia más adecuada. Éstos están aptos y listos para la construcción de estructuras, cuando su edad está entre 3 - 6 años y no presentan defectos (Hidalgo-López, 2003; Pereira y Beraldo, 2016).

En este sentido, es fundamental la divulgación de estas buenas prácticas, principalmente cuando el bambú es utilizado en la construcción de estructuras pequeñas que son construidas en minga, porque es una forma de educar a la comunidad por medio de acciones sencillas y fáciles de incorporar a la rutina.

La existencia de una macolla de bambú de la especie *Dendrocalamus asper* en las inmediaciones del Departamento de Botánica de la UFSC y otra de la especie *Phyllostachys aurea* en las proximidades del nuevo edificio del rectorado, durante años motivó la realización de prácticas de bioconstrucción dentro del campus universitario.

El *D. asper*, conocido como bambú gigante o bambú balde, es una especie paquimórfica utilizada con frecuencia en la construcción debido a su grande tamaño, resistencia y durabilidad (Pereira; Beraldo, 2016). El bambú de la especie *P. aurea*, conocido coloquialmente en la región como *cana da India*, es leptomórfico y generalmente utilizado en la elaboración de muebles y estructuras pequeñas.

Con estos antecedentes se propuso el proyecto de extensión: "Uso sostenible del bambú en la construcción: cubierta para bicicletario en la UFSC", ejecutado entre julio de 2018 y enero de 2019 en el campus universitario, gracias a un trabajo conjunto entre el grupo de investigación Virtuhab de la Facultad de Arquitectura, el curso de Botánica y la Asociación Catarinense del Bambú - BambuSC. Se desarrollaron actividades teórico prácticas en tres etapas: a) manejo de las macollas, corte, tratamiento y secado del bambú, b) diseño participativo de la cubierta del bicicletario, y c) construcción de la cubierta. En todas estas actividades participaron en total 41 personas, entre estudiantes y docentes de la UFSC, miembros de la BambuSC y de la comunidad en general.

Este artículo tiene un enfoque práctico y describe las actividades que se realizaron en el proyecto de extensión, con el objetivo de diseminar el conocimiento y motivar hábitos más sostenibles de manejo del bambú para su aplicación en pequeñas estructuras.

2. CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CON BAMBÚ

En la construcción sostenible con culmos de bambú, es necesario considerar las necesidades de los usuarios para elaborar el proyecto arquitectónico, así como los costos y las características del material (incluyendo su origen). Para el proceso de diseño debe tenerse en cuenta la especie de bambú que será utilizada y sus propiedades físico mecánicas, lo que será determinante para decidir la cantidad del material y los detalles constructivos de las conexiones.

Es importante destacar que los bambúes deben ser utilizados cuando presentan un contenido de humedad de 12%, se debe observar la linealidad en las diferentes regiones del culmo (cepa, basa y sobrebasa), las características de la parte externa o interna, de la región de los nudos y entrenudos; todos estos aspectos definen la densidad y la resistencia mecánica del material (Drumond; Wiedman, 2017).

El proceso inicia con el corte de los culmos, considerando el manejo sostenible de la planta, para permitir que sea posible su aprovechamiento futuro. Asumiendo que los culmos antiguos ya fueron retirados durante manejos anteriores, deben seleccionarse los culmos maduros para el corte, o sea, aquellos que tienen entre 3-6 años. Éstos deben tener pequeñas manchas como líquenes u hongos en el córtex, lo que indica su madurez, a diferencia de los culmos más jóvenes que son lisos y con manchas blanquecinas.

Después, es necesario dar un tratamiento preservante a los culmos para protegerlos del ataque de insectos y hongos, así como de la humedad y otros factores que los puedan deteriorar. Para este fin, existen dos tipos principales de métodos: físicos y químicos. El tratamiento químico, utilizando las proporciones correctas, debe evitar el surgimiento de insectos y no ser tóxico al ser humano o a los animales. Ya el tratamiento físico, también conocido como curado, tiene la finalidad de remover, destruir o reducir el almidón del culmo y consecuentemente, disminuir las probabilidades de ataque de los insectos (Hidalgo-López, 2003).

El curado puede ser realizado por avinagrado, inmersión en agua, acción del fuego o del humo. Para curar los culmos con fuego es necesario calentarlos, cuando recién cortados, directamente con un soplete, para eliminar la savia por expulsión, con este calentamiento se busca alterar químicamente el almidón, tornando el bambú menos atractivo para los insectos (Pereira; Beraldo, 2016).

Según Kleine (2010), el tratamiento de curado por fuego es comúnmente aplicado en especies del género *Phyllostachys*, porque poseen una característica exclusiva: al ser sometidos a un alto calentamiento los culmos recién cortados pasan por un brusco cambio de coloración, pasando de verde para beige. La savia es expulsada a través de la superficie externa de los culmos y puede ser removida con un trapo

impregnado de diésel, dejando la superficie con un aspecto brillante, como si estuviera barnizada.

Luego de las etapas de corte y tratamiento de los culmos, para su uso en la construcción son necesarias tres etapas más: 1) la elaboración del proyecto ejecutivo detallado, explicando todas las características de elementos y conexiones; 2) la capacitación y orientación de mano de obra y 3) la implementación de una unidad de prefabricación de los componentes, que cuente con equipos y una infraestructura adecuada (Pereira et al., 2012).

Finalmente, para un mejor desempeño relacionado a la durabilidad del bambú, es necesario considerar la protección de este material de la humedad y de la incidencia directa de los rayos solares, como lo indica el conocimiento popular: las construcciones con bambú deben tener botas y sombrero, refiriéndose a una base elevada del suelo y amplios aleros en la cubierta.

Sin embargo, como indicado por Jaramillo (2019), hay dos formas de abordar la durabilidad y sostenibilidad de las construcciones de bambú. La primera consiste en buscar extender al máximo la vida útil del material y de la edificación; la segunda es diseñar edificaciones con elementos de bambú que puedan ser sustituidos a lo largo de su vida útil. El segundo caso es aplicable principalmente en áreas rurales, donde hay macollas de bambú próximas y disponibilidad de personas que ejecuten las sustituciones de las piezas; en estos casos el tratamiento preservante del bambú no necesita ser tan agresivo, ya que se reconoce la característica natural que tiene el material para descomponerse naturalmente en el medio, causando un menor impacto al ambiente.

3. PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Con el objetivo de dar destaque a todo el proceso necesario para garantizar un uso sostenible del bambú en la construcción y para el desarrollo de las actividades, se proponen tres etapas descritas a continuación. Al inicio de cada una de ellas se compartieron contenidos teóricos sobre los que se basaron las actividades prácticas.

En este estudio de caso, para la construcción de la cubierta del bicicletario, se utilizaron bambúes de dos especies disponibles en el campus universitario: *D. asper*, y *P. aurea*, es importante destacar que cada especie de bambú requiere procesos distintos de tratamiento.

3.1 MANEJO DE LAS MACOLLAS, CORTE, TRATAMIENTO Y SECADO DEL BAMBÚ

La primera actividad del proyecto fue el manejo de la macolla *D. asper*, ubicada en las inmediaciones del Departamento de Botánica/UFSC, que ocurrió durante la primera semana de agosto en la fase lunar del cuarto menguante. Considerando las dimensiones de los culmos y el aprovechamiento del tiempo, el corte fue realizado utilizando una motosierra (figura 1), varias cuerdas, guantes para la protección individual, etc.

La elección de los culmos respetó el tiempo de maduración y la uniformidad dimensional del diámetro, a aquellos con exceso de hongos y atacados por insectos fueron retirados de la macolla y descartados, para aprovechar los culmos sanos y más rectilíneos.

Figura 1 *Corte de D. asper. Fuente: autores*

Para esta especie se adoptó tratamiento químico con pentaborato de sodio al 5% aplicado por el método de inmersión vertical. Después del corte fueron perforados internamente los nudos de los culmos (con excepción del último de la base) con el auxilio de una varilla de acero de ⅜ y un taladro (figura 2a). Posteriormente se colocaron los bambúes en posición vertical, con la base dentro de un tambor metálico de 200 l, colocando la solución química en el extremo superior de los culmos y dejando que descendiera por gravedad, hasta llenar todo el largo del culmo. Se tuvo el cuidado de mantener el interior del culmo lleno durante todo el tiempo de tratamiento (figura 2b).

Figura 2 *Perforación de los nudos (izquierda) y tratamiento de los culmos por inmersión vertical (derecha). Fuente: autores*

Los culmos permanecieron en el tratamiento durante una semana, después, fueron retirados del tanque y apoyados verticalmente en la pared para el proceso de secado durante tres meses, hasta que alcanzaron la humedad de equilibrio higroscópico. Debido a la estación lluviosa, las bases de varios bambúes se humedecieron y sufrieron ataque de hongos, por este motivo, después de llevarlos al laboratorio de Sistemas Constructivos del departamento de Arquitectura y Urbanismo /UFSC, fueron cortados unos centímetros de los extremos dos culmos y después se realizó una limpieza manual de cada uno utilizando vinagre.

El día 5 de octubre se realizó el corte de los bambúes de la especie *P. aurea*, localizadas en el campus universitario, frente al edificio nuevo del rectorado. Por ser un bambú leptomorfo, fue más fácil acceder para escoger los culmos. Sin embargo, por la falta de manejo, esta fue una actividad que necesitó de mucho esfuerzo de los participantes para encontrar culmos con dimensiones uniformes y que no mostraran señales de ataque de insectos.

Los culmos fueron cortados con sierras de mano y serruchos, que sirvieron también para retirar las ramas (figura 3). En seguida los bambúes fueron transportados para el laboratorio y colocados en posición vertical, apoyados en la pared.

Figura 3 *Corte de P aurea. Fuente: Alexandre Oliveira (voluntario del proyecto).*

Los culmos de esta especie fueron sometidos al tratamiento por fuego, utilizando soplete (figura 4 izquierda). Antes de este procedimiento, se perforaron internamente los nudos de los bambúes y también se limpió externamente el córtex con queroseno. Como ya estaba previsto, cambió el color de los bambúes (figura 4 derecha).

Figura 4 *Tratamiento del bambú con fuego (izq.) y cambio de color de los culmos tratados (der.). Fuente: autores*

En esta actividad de tratamiento de los culmos de *P. aurea* con fuego, participaron estudiantes de los dos paralelos de la materia de Tecnología de la Edificación II de la carrera de Arquitectura y Urbanismo /UFSC.

3.2 DISEÑO PARTICIPATIVO DEL BICICLETARIO

Después que la materia prima (culmos) estuvo lista, se lanzó una convocatoria abierta en redes sociales, páginas web institucionales y con afiches, para llamar a los interesados en participar del proceso de diseño de la estructura del bicicletario.

Así, el día marcado para realizar el taller de diseño, se contó con la participación de 14 personas, entre voluntarios externos y miembros de la comunidad universitaria. Se inició con una introducción teórica sobre el uso de bambú en la construcción y los principios para la aplicación del material en edificaciones (como detalles y conexiones), aquí se contó con la colaboración de un experto en el uso estructural del bambú.

Se presentaron las condicionantes del proyecto: ubicación, entorno, materiales y herramientas disponibles, características de las especies de los bambúes utilizados, presupuesto y demandas de los usuarios: cubrir el bicicletario, dejar visible la estética de los culmos, dar soporte a plantas trepadoras, facilitar el montaje y mantenimiento de la estructura, pensando en un proyecto modular con elementos prefabricados.

Finalmente, los participantes comenzaron a trabajar en sus propuestas de proyecto (figura 5), algunos optaron por trabajar individualmente y otros en parejas. El objetivo era contar con varias propuestas para el proyecto del bicicletario al concluir la jornada. Durante esta actividad, los facilitadores estuvieron disponibles en caso de dudas, también se tenía libros y otras fuentes de información para auxiliar en el desarrollo de los proyectos.

Figura 5. *Taller de diseño participativo del proyecto de la estructura de bambú. Fuente: autores*

Este trabajo fue desarrollado con la metodología de taller colectivo, en una mesa de trabajo donde, aunque cada uno estuviera trabajando en su propuesta, era posible conversar con el resto de participantes para intercambiar ideas y resolver dudas.

Los materiales utilizados para el desarrollo de las propuestas dependían de lo que cada uno necesitaba: papel, lápiz, reglas, palillos para las maquetas, etc. El final del día, cada uno presentó su propuesta, explicando las características principales y las ventajas. El resultado de la jornada fueron 6 propuestas del proyecto del bicicletario (figura 6).

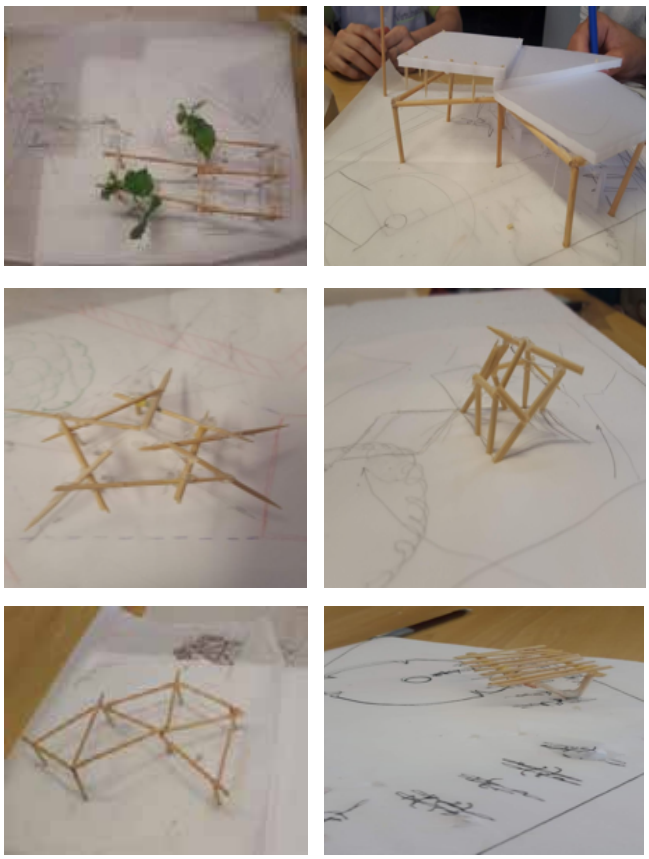

Figura 6 *Propuestas de proyecto resultantes del taller (maquetas de estudio). Fuente: autores*

Frente a la dificultad para concretar la decisión por solo uno de los proyectos o la fusión entre varios, se optó por realizar un segundo encuentro, invitando a los usuarios para presentarles las propuestas y escuchar sus opiniones. Esto resultó en la elección de dos proyectos, que fueron los que mejor atendieron a las condicionantes iniciales.

En ese segundo encuentro, los usuarios solicitaron la retirada de la cubierta en lona plástica, con el objetivo de priorizar la estética del material sin importar la cantidad o frecuencia de mantenimientos que requiera la estructura. Incluso después que fueron avisados sobre la necesidad de mantener la cobertura para prolongar la durabilidad de los culmos, los usuarios dijeron que, debido a la disponibilidad de la macolla cerca del local de la construcción, sería posible hacer las sustituciones de las piezas cuando fuera necesario.

De esta manera, el equipo desarrolló de forma más detallada la propuesta final, en maqueta física y digital, considerando principalmente las mejores características constructivas de las dos opciones que habían sido escogidas. El resultado final fue una fusión entre las propuestas con una creación de 3 módulos estructurales, cada un compuesto de 3 pilares que sostienen 3 vigas unidas formando un triángulo, sobre las que se apoyan varios culmos de *P. aurea* que proporcionan un efecto de sombra (figura 7).

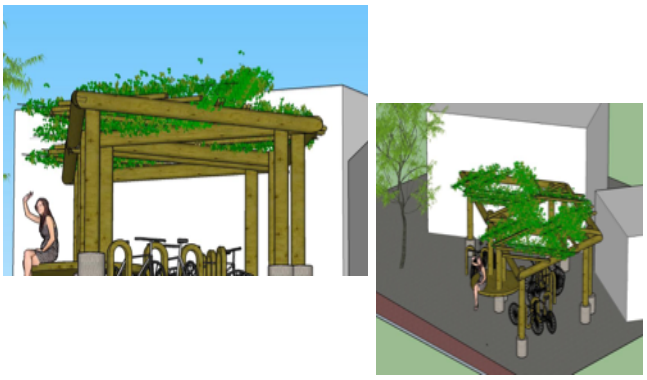

Figura 7 *Modelo tridimensional del proyecto. Fuente: Franchesca Medina (colaboradora del proyecto).*

Una vez concluida esta etapa, fue posible desarrollar los detalles constructivos y continuar con la fase final del proyecto de extensión con la ejecución de la propuesta arquitectónica.

3.3 PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

Durante los meses de noviembre y diciembre de 2018 fueron prefabricados los módulos estructurales. Como punto de partida se prepararon los culmos de *D. asper*, limpiándolos externamente con vinagre y después de una semana se aplicó en ellos dos manos de Stain (figura 8).

Figura 8 *Limpieza y aplicación de Stain en las piezas de D. asper. Fuente: autores.*

En esta etapa se prefabricaron los principales componentes: los pilares y las vigas. Los culmos de *D. asper* fueron cortados siguiendo las medidas indicadas en el proyecto utilizando una sierra circular y una motosierra, para las conexiones fueron utilizadas barras roscadas ⅜, tuercas y arandelas, ambos inox.

Los extremos de los culmos utilizados para la formación de los triángulos fueron cortados en ángulo de 30° para el encaje y como solución para la conexión de esas piezas, también se utilizaron barras roscadas ⅜, tuercas y arandelas inox. La figura 9 muestra varios momentos de la prefabricación de estos componentes.

Figura 9 *Prefabricación de los triángulos de vigas. Fuente: autores.*

Para proteger los extremos de los culmos, se colocaron bases de botellas PET, las cuales fueron moldeadas al bambú con ayuda de un soplador térmico 1800 W. En los pilares los cortes fueron rectos, y en la parte superior de cada fueron fijados dos piezas de bambú o piezas de refuerzo, sobre las cuales serían apoyadas las vigas unidas en triángulos (figura 10).

Figura 10 *Colocación de botellas PET, pilares con refuerzos. Fuente: autores.*

Al concluir el proceso de prefabricación, los componentes fueron transportados cerca del lugar del montaje, los pilares fueron guardados en un local cerrado y los triángulos, debido a la mayor dimensión, dejados al aire libre, por debajo de un alero y suspendidos del suelo. Debido a un período de lluvia observamos la acumulación de agua pluvial y surgimiento de hongos en las puntas de las vigas. Hubo la necesidad de retirar las botellas PET y dejar las vigas al aire libre, después de una semana, los hongos habían desaparecido.

Para proteger la base de los pilares del contacto directo con el suelo, se realizó un cimiento con tubos de cemento, dejándolos a 50 cm sobre el suelo. Los diámetros de estos tubos siguen el patrón de soporte para 3 pilares con diámetro de 100 cm, para 2 con 60 cm y 1 con 20 cm (figura 11 arriba). Los tres módulos de vigas unidas en forma triangular se utilizaron para la demarcación de las fundaciones (figura 11 abajo).

Figura 11 *Tubos de cemento para fundición (arriba) y demarcación con la ayuda de los módulos (abajo). Fuente: autores.*

Después de la instalación de los tubos de cemento, éstos fueron llenados con tierra apisonada y sólo en los 10 centímetros finales fueron concretados, para después apoyar aquí los pilares. En ellos se fundieron dos varillas de ⅜ para la fijación posterior de los pilares a la fundación, envueltos en tubo de PVC 40 mm para hormigonado. La determinación del diámetro del PVC ocurrió a partir del promedio de los diámetros internos de los culmos (figura 12).

Figura 12 *Detalles de la instalación de los tubos prefabricados cementantes. Fuente: autores*

Después del tiempo de curado del concreto, con la impresión de hojas naturales (como acabado), se realizó la simulación del montaje de la estructura para observar su comportamiento estructural. A partir de la evaluación colectiva entre los participantes, se realizaron amarras entre los 3 triángulos y los pilares y entre las vigas paralelas (figura 13).

Figura 13 *Imágenes de la estructura terminada*
Fuente: autores.

De esa forma, las etapas finales siguieron el siguiente orden:

- amarre de los culmos más pequeños sobre las vigas con hilo de poliamida número 6;
- amarre de los tres módulos triangulares con los pilares y entre las vigas paralelas;
- aprieto de las tuercas en las conexiones metálicas;
- y, por último, la última mano de pintura con *Stain*.

La pérgola recibirá en sus bases plantas trepadoras ornamentales, escogidas por los usuarios. De esta forma, demarcará el espacio del bicicletario y atraerá a más visitantes al jardín de la Facultad de Botánica, motivando también para el uso del bambú.

En la pérgola será colgada una placa con informaciones sobre el bambú y el proceso de construcción, explicando los motivos de cada decisión tomada.

Al concluir el proyecto, fue escrito y entregado a los usuarios un manual de uso, para orientar el mantenimiento constante que requiere una obra con culmos de bambú sin cubierta, principalmente, la pintura y la sustitución de culmos que estén en proceso de deterioro.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La planificación del una construcción sostenible con bambú en un proyecto de extensión, requiere una organización que en realidad no depende exclusivamente del proyectista. Por la falta de culmos provenientes de macollas manejadas en el mercado, la preparación del material a ser utilizado en una obra exige mucho esfuerzo y la participación de varios actores.

Por otro lado, la concepción de un proyecto con uso de bambú en actividad de extensión, tipo taller colectivo, trae cualidades estéticas y funcionales por la pluralidad de ideas y contribuciones. Además, posibilitó a los alumnos de arquitectura (y simpatizantes oriundos de la comunidad) la aproximación con las condicionantes de diseño y detallamiento de proyectos con culmos de bambú.

Considerando la mano de obra voluntaria y los objetivos del proyecto, se adoptaron soluciones simples para la ejecución.

El proceso de preparación de las piezas de bambú fue complejo, debido a la falta de personas más experimentadas y por la alta rotatividad de participantes en el proyecto. Muchos encajes podrían haber sido elaborados de manera más eficiente y con más precisión, evitando así aberturas que puedan propiciar la entrada de animales y humedad en la estructura final.

También, por la dificultad en mantener un equipo "fijo" de trabajo, los voluntarios que participaron en la primera etapa, no fueron los mismos de la segunda o de la tercera. Probablemente esto también depende del interés de aprendizaje de cada uno o de la disponibilidad en las fechas establecidas.

La humedad fue un problema que apareció en casi todas las etapas del desarrollo del proyecto de extensión. Trabajar en área abierta, en época lluviosa y dejar los 3 módulos expuestos debido a la falta de local para almacenamiento trajo retrasos en el cronograma y en la finalización de la obra.

La solución adoptada con botellas PET para protección de las puntas de los culmos no funcionó cuando éstas se quedaron en forma de vaso (y no se adhirieron bien al culmo). Esto ocurrió principalmente en los bambú de mayor tamaño y por la dificultad en encontrar botellas del mismo diámetro. La solución fue retirar las botellas para no acumular humedad y propiciar la aparición de agentes de degradación.

En general, esa actividad, estrechó las relaciones de cooperación entre los departamentos de Arquitectura

y de Botánica en la UFSC, abriendo un espacio para reflexión en el modo de hacer construcciones con bambú que tenga en su proceso, de la concepción a la ejecución, la interrelación con la biología y la ecología.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto de extensión permitió divulgar el conocimiento de hábitos de manejo sostenible del bambú para la construcción de pequeñas estructuras y contó con la participación de 35 personas externas, gran parte sin alguna o poca experiencia con el uso de culmos de bambú en la construcción civil. Sin embargo, las actividades fueron desarrolladas con poca dificultad.

Se observó en el transcurso del proyecto de extensión, la gran demanda por este tipo de actividad y la necesidad en posibilitar la participación de la comunidad y el conocimiento sobre los procesos adoptados.

Se trataron temas tanto para el manejo de las macollas, como para la construcción sostenible con culmos de bambú, considerando todo el proceso como un todo: desde la cosecha hasta la fase final de montaje. Donde lo más importante no fue divulgar el producto construido sino el proceso sostenible de manejo del recurso.

En este sentido, el proyecto hizo uso de material existente en la UFSC y alrededores, caracterizándose así, por el uso de un material local y de bajo impacto para resolver una necesidad específica. El bajo impacto del material fue garantizado al no utilizar tratamientos químicos agresivos, permitiendo su degradación natural debido a la exposición a la intemperie, como fue solicitado por los usuarios.

Frente a esta situación, el diseño consideró que las piezas de bambú puedan ser reemplazadas con facilidad si así se lo considera necesario durante las inspecciones y acciones de mantenimiento. De esta forma, cuando se necesite sustituir elementos de bambú, el proceso de corte, tratamiento y secado será replicado, posibilitando continuar con la divulgación de la realización adecuada de estas actividades.

Es así que al finalizar este proyecto se afirma que fue posible divulgar el manejo y uso adecuados del bambú en la construcción por medio de técnicas simples y fáciles de replicar.

6. AGRADECIMIENTOS

A todos los involucrados en cada una de las etapas de ejecución de este proyecto de extensión, profesores, alumnos de la UFSC, miembros de la comunidad. A la BambuSC, a los departamentos de Botánica y Arquitectura. A SENESCYT y CAPES por las becas de Postgrado de miembros del equipo ejecutor.

7. REFERENCIAS

Drumond, P. & Wiedman, G. (2017). “Bambus no Brasil: da biologia à tecnología”. 655 p. 1 ed. Rio de Janeiro Instituto Ciência Hoje.

Greco, T. (2013). “Diversidade de bambus (Poaceae: Bambusoideae) na Ilha de Santa Catarina (disertación de maestría)”. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Disponible en: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107251

Jaramillo, A., Valle, Â. & Librelotto, L. (2018). “Inspección y estado de conservación de edificaciones de bambú en el litoral de Santa Catarina – Brasil”. Proceedings of the 11th World Bamboo Congress. Part 3. 325 – 338. Disponible en: http://worldbamboo.net/proceedings/wbcxi

Jaramillo, A. (2019). “Manifestações patológicas e decisões projetuais que incidem na durabilidade do bambu em edificações no Sul do Brasil”. 281 p. Tesis (Doctorado) - Curso de Arquitetura y Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Hidalgo, O. (2003). “Bamboo, The gift of the gods”. Bogotá: Bamboscar. 553 p.

Morán, J. (2002). “Traditional bamboo preservation methods in Latin America”. INBAR technical report 25, 72p.

Pereira, M., Carrara, H., Barata, T., Valarelli, I. & Azambjua, M. (2012). “Projeto de Produção e Processo de Pré-fabricação de Componentes de Bambu”. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 13. Vitória. 10 p.

Pereira, M., Beraldo, A. (2016). “Bambu de corpo e alma”. 2. Ed. Bauru: Canal 6 Editora. 348 p.