

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA: MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE PARTES DE BICICLETA DE BAMBU

Frederico Araújo de Castro (UNIFEI)<sup>1</sup>

Eduardo Penna Gouvea (FAFE)<sup>2</sup>

Andrea Mayumi Odagima (UNIP)<sup>3</sup>

Dorlivete Moreira Shitsuka (UNICSUL)<sup>4</sup>

Ricardo Shitsuka (UNIFEI)<sup>5</sup>

### Resumo

A educação ambiental ensina as pessoas a minimizarem os impactos ao meio em que vivem e a trabalharem com sustentabilidade e cidadania, visando o bem comum. Nessa perspectiva de subutilização de matérias-primas renováveis, o objetivo deste artigo é apresentar um estudo de pesquisa-ação em educação ambiental, por meio do desenvolvimento sustentável de partes de uma bicicleta em bambu. Para isso, construiu-se uma máquina manual de cortar garrafas plásticas em fios, utilizada para fazer amarrações na estrutura do quadro de bambu. Essa bicicleta incentiva a mobilidade urbana e a reflexão sobre a importância da sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Educação ambiental. Sustentabilidade. Cidadania. Desenvolvimento sustentável. Mobilidade urbana.

### Abstract

Environmental education teaches people to minimize the impacts on their environment

---

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Pós-graduando em Engenharia Química e em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup> Pós-graduado em Gestão de Educação a Distância (EaD) e em Tecnologia da Informação pelo Centro Universitário Claretiano de Batatais (CEUCLAR). Especialista em Planejamento, Implementação e Gestão EaD pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Graduado em Computação (CEUCLAR). Docente na Faculdade Fernão Dias (FAFE).

<sup>3</sup> Pós-graduada em Educação a Distância e graduada em Direito pela Universidade Paulista (UNIP).

<sup>4</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Pós-graduada em Redes de Computadores pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Licenciada em Computação pelo CEUCLAR. Docente nas Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU).

<sup>5</sup> Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Mestre em Engenharia de Materiais e Metalúrgica pela Universidade de São Paulo (USP). Licenciado em Computação pelo Centro Universitário Claretiano (CEUCLAR). Docente na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

and to work with sustainability and citizenship, for the common good. In this perspective of underutilization of renewable raw materials, the objective of this article is to present a research-action study in environmental education, through the sustainable development of parts of a bicycle in bamboo. For this, a manual machine was used to cut plastic bottles in yarns, used to make moorings in the structure of the bamboo frame. This bicycle encourages urban mobility and reflection on the importance of sustainability.

**Keywords:** Environmental education. Sustainability. Citizenship. Sustainable development. Urban mobility.

## Introdução

Uma das áreas que mais tem chamado atenção no que diz respeito à sustentabilidade é a mobilidade urbana, principalmente, nas grandes cidades. O desenvolvimento dessa área depende da conscientização das pessoas para a cidadania e da disseminação de tecnologias que ajudem a melhorar o meio ambiente. A bicicleta tem se tornado uma alternativa sustentável, que pode proporcionar agilidade, economia em relação à não utilização de combustíveis fósseis, de modo a não produzir gases nocivos à saúde humana e por possuir baixos custos de aquisição e manutenção para o usuário, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida individual e coletiva.

Uma bicicleta é, em média, 4,5 vezes mais rápida comparada a uma pessoa caminhando. Uma pessoa comum, com um preparo físico mediano, consegue pedalar a uma velocidade de 20 km/h, sendo mais rápida que a velocidade média dos ônibus de dez corredores da capital paulista em horários de pico (SPINELLI; MARCHIORI, 2012). A produção de bicicletas em modos convencionais causa impactos ambientais, uma vez que usa materiais não renováveis como é o caso de metais e/ou suas ligas. Os metais quando extraídos da crosta terrestre causam impactos no ar, água e solo, além de suprimir a vida animal e vegetal das áreas onde os minérios são extraídos. Como se não bastasse esses impactos negativos, o processo de beneficiamento desses minérios contribui ainda mais para a degradação da natureza, implicando em uma diminuição na qualidade de vida.

Já no caso do emprego do bambu nesses veículos, Oliveira (2009) informa que

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

os dados da *Bamboo Brazil of Foundation (BBF)* e da *American Bamboo Society (ABS)* apontam que um hectare desta gramínea é capaz de sequestrar de 12 a 17 toneladas de dióxido de carbono anualmente. Desta forma, há a possibilidade de contribuir na melhoria ambiental. A forma tubular do bambu favorece a construção de estruturas de treliças como é o caso dos quadros de bicicletas. Esse material é renovável e possui resistência comparada até mesmo aos metais, madeiras, concreto e é praticamente equivalente até mesmo ao aço.

Outro material resistente é o plástico das garrafas PET. Após o consumo da bebida, o descarte inadequado causa poluição do meio ambiente. No entanto, ao longo do tempo as características do plástico favorecem o seu uso para os fins construtivos. A disseminação do saber sobre o emprego de materiais sustentáveis na fabricação de partes de bicicleta pode ocorrer por meio da educação formal, não formal e informal.

Tendo essas informações como pano de fundo, o objetivo deste artigo é apresentar um trabalho de educação ambiental informal, no qual se faz a substituição de partes de uma bicicleta por materiais sustentáveis. O trabalho se baseia na problemática ambiental da mobilidade urbana, na subutilização de matérias-primas sustentáveis e na necessidade de disseminação do saber para as pessoas do cotidiano.

## **1 O material Poli Tereftalato de Etileno (PET)**

Para a Abipet (2016), o PET é o plástico mais resistente para fabricação de garrafas, frascos e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre tantos outros usos. O emprego desse material plástico tem sido muito disseminado na sociedade, mas seu descarte indevido pode causar poluição visual e entupimento das redes de drenagens. Esse material pode permanecer na natureza por tempo indeterminado.

Assim, não basta apenas falar para as pessoas sobre os problemas causados por esses materiais. Torna-se necessário apresentar alternativas e disseminar o saber para as pessoas. Uma das aplicações é na fabricação de vigas para a construção civil (UFTPR,

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

2016); outro emprego, segundo Andrade et al. (2015), é na construção de estufas para reprodução de mudas para protegê-las das intempéries, principalmente no inverno. Verifica-se que é possível empregar as matérias-primas mencionadas, disseminar o conhecimento sobre elas, bem como seu uso e, por conseguinte, educar as pessoas para a cidadania e a sustentabilidade, no sentido de que se tornem mais conscientes sobre as questões ambientais.

A sociedade de consumo em que vivemos tem como hábito extrair da natureza a matéria-prima e, depois de utilizada, descartá-la em lixões, caracterizando uma relação depredatória com o seu habitat. Assim, grande quantidade de produtos recicláveis que poderiam ser reaproveitados a partir dos resíduos é inutilizada na sua forma de destino final. Isso implica em uma grande perda ambiental, devido ao potencial altamente poluidor do mau gerenciamento dos resíduos gerados, comprometendo a qualidade do ar, solo e principalmente as águas superficiais e subterrâneas, além do desperdício de recursos, especialmente os não recicláveis, inviabilizando sua obtenção no futuro. (SANTOS et al., 2018, p. 1)

## **2 O material bambu**

O bambu possui um emprego muito amplo na produção de carvão, em tubulações para irrigação, na culinária e em elementos estruturais. Para as culturas orientais, ele já faz parte da vida das pessoas há milênios; entretanto, os povos ocidentais não têm por hábito o uso dessa planta, estando ela relacionada a usos menos nobres ou à pobreza.

Na construção civil, no entanto, o bambu já é utilizado juntamente com outros materiais mais clássicos, como o concreto e madeira. O bambu mostra-se um material mais sustentável. Ele é um recurso renovável e, portanto, mais ecológico que outros elementos estruturais tradicionalmente usados. Nessa perspectiva, o Quadro 1, apresentado a seguir, identifica nove espécies de bambus, seus nomes comuns e científicos e suas respectivas características de dimensões, ao longo do colmo, e resistência ao caruncho.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

**Quadro 1 – Quadro comparativo das características de espécies de bambus**

Espécies	Nome comum	Comprimento útil (m)	Diâmetro	Espessura	Internó (cm)	Resistência ao caruncho
			Colmo (cm)			
<i>Bambusa vulgaris</i>	Bambu verde	11	6-15	0,7-1,5	25-35	baixa
<i>Bambusa vulgaris var.vittata</i>	Bambu imperial	10	6-15	0,7-1,5	25-35	baixa
<i>Bambusa oldhami</i>	-	10	5-12	0,7-1,5	30-40	média
<i>Bambusa tuldoides</i>	Bambu comum	10	3-6	0,7-1,5	35-45	média
<i>Dendrocalamus asper</i>	Bambu gigante	14	8-20	1-2	20-45	média
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Bambu gigante, bambu balde	16	10-25	1-3	20-45	média
<i>Guadua chacoensis</i>	Taquaruçú	12	10-15	1,5-3	10-26	boa
<i>Phyllostachys edulis</i>	Bambu Chinês	6	3-6	0,7-1,2	9-25	boa
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Bambu mosso	12	7-15	1-1,5	18-42	boa

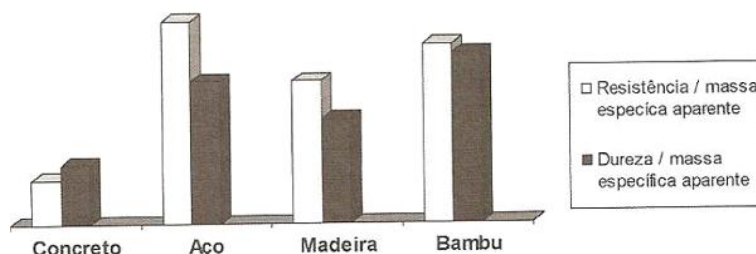
Fonte: Silva, Lima e Oliveira (2011)

O Quadro 1 possibilita identificar algumas características físicas do bambu, conforme a espécie. Observa-se que o bambu que apresenta o maior comprimento útil é o *Dendrocalamus giganteus* que pode ser utilizado na construção civil. Há algumas espécies que são mais resistentes ao caruncho que é um inseto que danifica o material. Porém, os tratamentos que realizamos nos bambus podem alterar essas características naturais de modo que uma espécie pouco resistente pode se tornar mais resistente ao ataque de pragas.

Este é o caso do tratamento por água que pode dissolver algumas substâncias presentes no bambu, aumentando a vida do material. Mais um dado interessante é que no material há substâncias, como é o caso da lignina, que atraem predadores da madeira, ou seja, que servem de alimento para estes e, desse modo, acabam prejudicando a estrutura física do bambu. A seguir, apresenta-se, no Gráfico 1, uma comparação entre o bambu e outros materiais.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

**Gráfico 1 – Comparação entre resistência e dureza em relação à massa específica aparente, para o bambu e outros materiais**



Fonte: Pereira e Beraldo (2008 apud OLIVEIRA, 2009, p. 25)

Os autores relacionaram resistência e dureza com massa específica. A partir do Gráfico 1, é possível perceber que o bambu tem valores maiores que concreto e madeira, sendo praticamente equivalente ao aço quando comparado em relação à massa específica. Sarlo (2000), em sua tese de doutorado, verifica que existe a influência lunar em relação à infestação de insetos que deterioram o bambu. Porém, há controvérsias quanto a essa informação em termos práticos, para que possa ser comprovada.

O bambu é um material construtivo, utilizado por diversas culturas espalhadas pelo mundo, principalmente na Ásia. O Taj Mahal, na Índia, utilizou bambu em suas cúpulas, sendo substituído, por metal, apenas recentemente após uma grande restauração (SANT'ANA; VAZ FILHO, 2013). Apesar de sua resistência, comprovada pela história em obras milenares, esse material precisa ser tratado para conservar sua integridade física ao longo do tempo. Dentre os vários métodos de tratamento, destacam-se três, que segundo Lengen (2004), utilizam água, fogo ou um abrigo térmico para secagem.

Em um tratamento aparentemente simples, Lengen (op. cit.) sugere mergulhar o bambu em água, por pelo menos quatro semanas. Após este período, retiram-se as varas de bambus da água, deixando-as secarem abrigadas de luz solar e umidade. Já no tratamento com fogo, utiliza-se a chama de um maçarico para aquecer o pedaço de bambu e, após um rápido aquecimento, a superfície do bambu é limpa e lusturada com o auxílio de um pano (SILKE et al., 2017). No tratamento por secagem em abrigo, constrói-se uma proteção para as varas de bambu que permita absorver o calor do sol

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

durante o dia e conservar o calor durante a noite (LENGEN, 2004).

O secador solar é um exemplo de processo de tratamento que evita o gasto de energia, é ecológico e sustentável. Em relação aos processos seguintes, um deles é o tratamento do bambu em água fervida. Oliveira (2009) recomenda que se façam banhos em períodos de 15 a 60 minutos. Os fornecedores de bambu do Estado do Rio de Janeiro costumam passar um pano molhado de óleo diesel no bambu antes de ferver.

### 3 Mobilidade urbana veloz e sustentável

Nos grandes centros urbanos observa-se que há muitos automóveis com uma baixa densidade de pessoas por veículo e isso piora ainda mais a situação do caos ou imobilidade urbana. Silveira (2010) apresenta dados comparativos entre a bicicleta e outros meios de locomoção em seu estudo sobre mobilidade urbana: a bicicleta pode ser mais rápida, em distâncias até 5,5 km, sendo pouco menos veloz que um automóvel até 8 km em cidades com problemas de tráfego.

Além de ser ágil, silenciosa, discreta e fácil de estacionar; a bicicleta não contribui com emissões de gases prejudiciais à saúde das pessoas, pela queima de hidrocarbonetos. Um estudo feito pela comissão europeia compara um carro sem catalizador (valor de referência) e outro dotado do equipamento, entre outros meios de transporte. A Figura 1 apresenta uma comparação entre meios de transporte de uma maneira ecológica.

**Figura 1 – Comparação ecológica entre meios de transporte**

						
Consumo de espaço	100	100	10	8	1	6
Consumo de energia primária	100	100	30	0	405	34
CO <sub>2</sub>	100	100	29	0	420	30
Óxidos de azoto	100	15	9	0	290	4
Hidrocarbonetos	100	15	8	0	140	2
CO	100	15	2	0	93	1
Poliuição atmosférica total	100	15	9	0	250	3
Risco de acidente induzido	100	100	9	2	12	3

Fonte: Comissão europeia 2000 apud Silveira (2010)

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Essa avaliação leva em consideração a quantidade de pessoas transportadas por distância percorrida por um automóvel. Analisando-se a Figura 1, pode-se considerar que a bicicleta é o veículo menos agressivo ao meio ambiente e às pessoas, tendo o menor risco de acidente induzido. Ela não polui e ocupa menos espaço. Isto reflete diretamente na qualidade de vida das pessoas, visto que quanto menos veículos motorizados nas ruas, menor será a poluição produzida por motores a combustão interna. Além disso, haverá uma redução do estresse das pessoas no trânsito.

O conhecimento sobre a mobilidade por meio de bicicletas bem como sobre o emprego de materiais alternativos sustentáveis na fabricação ou manutenção desses veículos pode ocorrer por meio da educação formal, não formal ou informal. Biesdorf (2002), Almeida e Oliveira (2014) e Bruno (2014) consideram que a educação informal é aquela que ocorre em ambientes e conversas informais. Considera-se que a educação ambiental pode ocorrer no ambiente informal e pode contribuir para a melhoria da sociedade.

## **4 Materiais e métodos**

Ludke e André (2013) consideram que a pesquisa-ação é um tipo de investigação que permite a participação dos pesquisadores no sentido de buscar e encontrar soluções para problemas educacionais. Thiollent (2008) foi o criador da pesquisa-ação, sendo inicialmente voltada para resolução de problemas em organizações. Os estudos que fundamentaram este artigo utilizaram a metodologia da pesquisa-ação e foram realizados no Campus Itabira da Universidade Federal de Itajubá.

Inicialmente, havia o desejo em se disseminar o saber em relação ao emprego de materiais alternativos de sustentabilidade no uso de bicicletas, numa contribuição à mobilidade urbana e a uma atitude mais consciente e cidadã em relação ao meio ambiente. Nas reuniões participativas, optou-se pelo emprego de bambu no quadro e tiras da bicicleta e PET para amarração.

Apresenta-se a seguir, alguns detalhes de fabricação: para cortar as garrafas foi necessário fabricar uma máquina manual de corte que foi desenvolvida no Laboratório

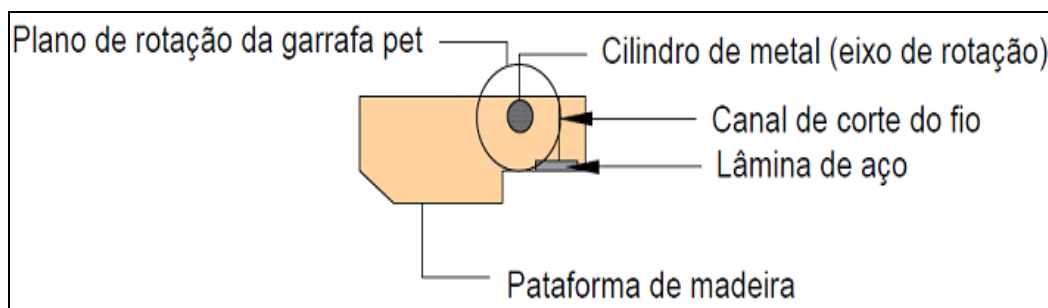


# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

de Processos de Fabricação e Usinagem. Para construção dessa máquina foram usados os seguintes materiais: retângulo de madeira (25 cm x 10 cm), cilindro de metal (diâmetro de 1,5 cm x 30 cm de altura), lâmina de aço (6 cm de comprimento), 2 parafusos (2 cm de comprimento x 5 mm de diâmetro). Além desses materiais, foram manipuladas ferramentas tais como tornos mecânicos e furadeiras capazes de cortar e furar peças de madeira e metal, entre outros materiais, com precisão milimétrica. Todos os procedimentos operacionais dos equipamentos foram feitos pelos técnicos que trabalham no local, conforme a Figura 2, apresentada a seguir, que representa o projeto esquemático da máquina.

**Figura 2 – Esquema da máquina de cortar garrafas plásticas em fios**



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

Nessa figura é possível ver os elementos principais de um instrumento de corte das garrafas plásticas. A máquina foi construída de maneira que o sentido de rotação da garrafa fosse horário. Esse sentido de rotação permite que a garrafa plástica entre no canal de corte da plataforma de madeira; com isso o fio de PET é direcionado contra a lâmina de maneira perpendicular, permitindo o corte do material de maneira uniforme. A Figura 3, apresentada a seguir, mostra a máquina pronta e os fios que ela é capaz de produzir.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

**Figura 3 – A máquina e os fios de garrafa PET produzidos por ela**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

A construção dessa máquina foi baseada em vídeos existentes nas redes sociais e que trabalham a construção de instrumentos capazes de cortar garrafas PET em fios. A fim de testar a resistência de amarrações com fio de PET, construíram-se dois corpos de prova a partir da junção paralela de dois pregos de sete mm de diâmetro cada; por um fio de PET de 30 cm de comprimento, sendo CP1 com uma amarração com os elementos metálicos mais próximos que a do CP2. A Figura 4, apresentada a seguir, mostra os dois corpos de prova confeccionados CP1 (Esquerda) e CP2 (Direita).

**Figura 4 – Corpos de prova**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Utilizou-se o mesmo comprimento de fio de PET; no entanto, cortaram-se em formado de um “C”, ambas as pontas dos parafusos, para que não houvesse espaço entre entres esses elementos metálicos. Na imagem da direita, nota-se claramente esse espaço; já na da esquerda, os elementos ficam mais unidos. Os dois corpos de prova, confeccionados no presente trabalho foram submetidos a ensaios de tração, no laboratório de Construções Cíveis da Unifei de Itabira.

Constatou-se uma força máxima de 9,057 kN, sugerindo o uso dos fios de PET para junção de materiais. Outros dados estão presentes no relatório de ensaio de tração; entretanto, o teste foi realizado com a finalidade compreender, de forma prática, a resistência das amarras usando o fio de garrafas PET. Os outros dados, tais como tensão de escoamento e tensão máxima, são funções do diâmetro do corpo de prova que, nesse caso, foi a espessura do parafuso usado no experimento; portanto, esses valores não revelam essas tensões do PET em si, mas sim do conjunto utilizado com corpo de prova (pregos e fio de PET).

A colheita do bambu foi feita na região do norte de Minas Gerais, mais precisamente no município de Claro dos Poções, no dia 27 de maio de 2016. A espécie escolhida foi a *Bambusa vulgaris vittata* (popularmente conhecida como Bambu Brasileiro ou Imperial) pela facilidade de acesso e estética. A confirmação da espécie foi possível a partir das cores características de coloração verde e amarela, como descreve Albertini apud Sarlo (2000). Além disso, observou-se o calendário lunar para cortar os bambus na fase minguante da lua. Após selecionar o bambu maduro e com diâmetros próximos ao do quadro, utilizou-se um facão para corta-lo rente à base de crescimento. A Figura 5 mostra o local onde foram retiradas as peças selecionadas.

**Figura 5 – Vista da plantação de bambu e as amostras já colhidas**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Foram retirados os galhos e as folhas, cuidadosamente com um facão, para não estragar o colmo principal do bambu. Manipulou-se uma serra de mesa para dividir em peças menores para transportá-las até a Universidade (Figura 6).

**Figura 6 – Limpeza e divisão para transporte dos bambus**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Conforme orientações contidas na teoria de Silke et al. (2017), após cortar os bambus eles foram amarrados juntos e transportados até um curso d'água. Devido à baixa densidade dos bambus, utilizaram-se pedras para amarrá-los e mantê-los submersos durante os 30 dias de tratamento. A Figura 7 mostra os bambus maduros, colhidos prontos para serem submersos e iniciar o tratamento.

**Figura 7 – Bambus maduros prestes a serem submersos e iniciar tratamento em água**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

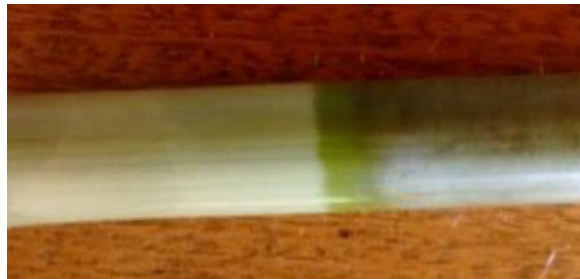
Com auxílio de um fogareiro de *camping*, aqueceu-se individualmente cada

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

peça de bambu. À medida que as peças eram aquecidas, notou-se o excesso de umidade saindo através das paredes externas dos bambus; então, com um pano seco lustraram-se os bambus. O procedimento foi repetido diversas vezes, até observar-se que a superfície do bambu tornou lustrosa e com menos umidade, indicando o fim do procedimento para aquela peça. A Figura 8 apresenta a diferença entre a parte tratada (esquerda) e a parte não tratada de um colmo de bambu (direita).

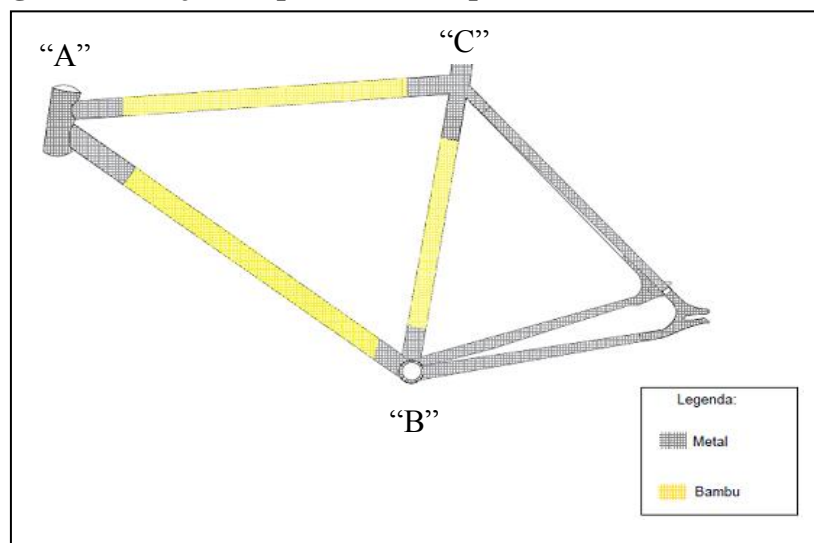
**Figura 8 – Coloração entre parte tratada (esquerda) e não tratada (direita) pelo método com fogo**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Na construção da treliça de bambu utilizou-se um quadro cedido da sucata de uma oficina de bicicletas. Esse foi o chassi para construção do quadro: a Figura 9 ilustra o projeto e os materiais na treliça do quadro, bem com os encaixes “A”, “B” e “C”, entre eles.

**Figura 9 – Projeto esquemático do quadro a ser confeccionado**



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo



# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Inicialmente, com auxílio de uma serra manual para metais e uma morsa, serrou-se o quadro nos locais onde se pretendia substituir os tubos metálicos pela peça de bambu, conforme a Figura 10.

**Figura 10 – Fotografia do início do procedimento para substituição das peças tubulares metálicas pelas peças de bambus tratadas**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Com as peças de bambu já tratadas fez-se a usinagem em torno mecânico para reduzir o diâmetro do colmo. Essa redução permitiu igualar aos diâmetros dos encaixes “A”, “B” e “C” já apresentados na Figura 9 (desenho do projeto). Após este procedimento foi possível encaixar as peças de bambu no quadro, em substituição aos tubos metálicos. A Figura 11, apresentada a seguir, traz o quadro, com as peças de bambu encaixadas, prontas para receber a amarração com plástico de garrafas PET.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

**Figura 11 – Quadro da bicicleta com as peças de bambu já encaixadas no local**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Com o auxílio de uma serra, fizeram-se pequenos e rasos cortes com o intuito de deixar a superfície do bambu e do encaixe metálico mais poroso e assim permitir que a superfície plástica do PET ficasse mais aderida aos elementos ligantes da estrutura do quadro. A Figura 12, a seguir, apresenta os cortes feitos nos elementos ligantes.

**Figura 12 – Superfície dos materiais ligantes bambu e metal após os procedimentos com a serra**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Depois desse procedimento, cortaram-se placas de PET que foram colocadas em camadas; com o fio desse material amarrou-se de maneira firme os bambus, os encaixes metálicos e as placas de plástico dispostas por cima dos elementos ligantes. Esse procedimento foi repetido em todas as junções diversas vezes; a Figura 13 mostra

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

o procedimento adotado para unir as partes da estrutura do quadro.

**Figura 13 – Disposição da placa de plástico antes de ser amarrada com fio de PET**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Após o processo de disposição do PET sobre a junção, entre o bambu e os encaixes metálicos utilizou-se um fogareiro de *camping* para deixar o plástico mais maleável e assim permitir que os materiais fossem fixados. Esses procedimentos foram feitos em etapas, de modo que fossem sendo construídas camadas sobre os elementos ligantes. A Figura 14 mostra o manuseio do procedimento descrito.

**Figura 14 – Procedimento final de uma camada de união das peças metálicas e o bambu do quadro**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Em seguida, foi analisado de forma visual se o material estava completamente aderido à superfície. Nos locais onde se percebia que o calor não foi suficiente para



# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

causar essa fixação do PET, o processo foi repetido e conferido novamente; então, avançou-se para próxima camada e o procedimento foi repetido. Sabendo que leveza é uma das características mais notáveis do bambu, mediram-se dois pedaços tubulares de comprimentos iguais a 38 cm, sendo um de bambu e outro da liga metálica original do quadro da bicicleta. Estas duas peças tubulares foram pesadas e obteve-se 175 g para a peça de bambu e 420 g. A partir desses dois valores, foi possível fazer a razão entre as massas desses dois materiais.

## 5 Resultados e discussão

A divulgação ocorreu principalmente na sociedade local na região de Itabira, Minas Gerais. Disseminamos o saber sobre a importância do uso das bicicletas e o saber em relação à fabricação. Para as pessoas interessadas, apresentaram-se os detalhes da fabricação dos quadros de bambu e suas amarras para fixar na bicicleta.

Após o período de tratamento com água (um mês), os bambus foram dispostos afastados do chão, abrigados da luz solar direta e da umidade, por um período de nove meses de acordo com as literaturas estudadas. Ao contrário do que se esperava, as varas estavam deterioradas por ação de organismos. Esse apodrecimento pode ser visto na imagem da Figura 15, apresentada a seguir.

**Figura 15 – Apodrecimento do bambu e sua deterioração**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Já a Figura 16 apresenta o estado físico das paredes do bambu em detalhe. Pode-se ver alguns furos feitos por uma infestação de carunchos; conforme a literatura estudada e apresentada neste trabalho, essa espécie de bambu (brasileiro) tem maior facilidade para ser infestada por esse tipo de inseto.

**Figura 16 – Bambu apodrecido**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

O tratamento utilizando fogo, apesar de simples e rápido mostrou-se adequado, pois as peças tratadas com esse método mantiveram a integridade após o período de nove meses e não apresentam sinais visíveis, a olho nu, de deterioração. A Figura 17 apresenta, em detalhe, uma peça de bambu tratado pelo método do fogo.

**Figura 17 – Bambu tratado pelo fogo**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

Esse tipo de tratamento melhora as propriedades do bambu, principalmente a resistência ao apodrecimento. A conservação do bambu é interessante quando se pensa na fabricação de partes da bicicleta que terão propriedades mecânicas e estéticas de modo duradouro.

Depois da confecção da máquina manual de cortar garrafas, foi possível produzir fios de PET com largura de quatro mm. Sendo assim, a partir de uma garrafa de dois litros têm-se nove metros de fio. Com estes fios foi possível confeccionar corpos de prova para verificar a resistência de uma amarração feita com o fio de PET. Essa máquina foi fabricada *in house* de modo a utilizar a inventividade dos autores e colaboradores.

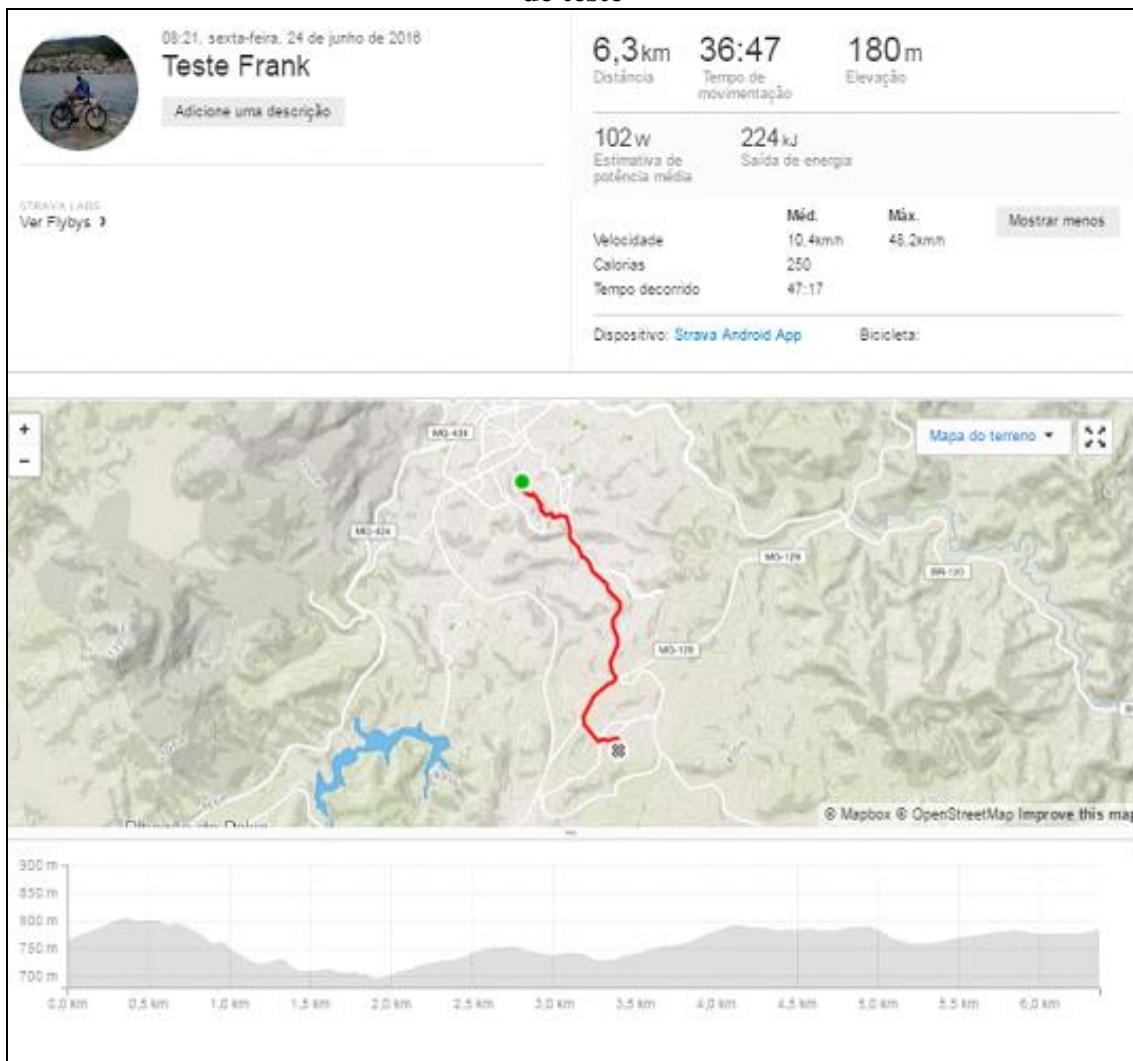
A partir dos valores das massas destes materiais, foi possível calcular a relação entre as massas por meio da razão. Depois do cálculo feito, observou-se que há uma diferença de 58,4% de massa entre estas duas peças. Essa diferença entre as massas sugere que é possível construir quadros de bicicletas feitos com bambu que podem ser mais leves que os materiais utilizados convencionalmente pela indústria ciclística.

O teste foi realizado logo em seguida à montagem da bicicleta, em um deslocamento de quatro quilômetros. Durante este percurso, notou-se que a bicicleta é altamente flexível, sendo um ponto negativo quando se precisa pedalar com mais força como em uma subida, por exemplo. Este excesso de flexibilidade impossibilita que a energia seja transmitida totalmente para tração. Entretanto, ao final do percurso analisou-se a superfície do quadro e observou-se que a estrutura física das amarrações estava como no início do trajeto.

Após este primeiro teste, a bicicleta foi usada para ir até a Unifei em um percurso de 6,4 km. Ao chegar à universidade analisou-se novamente a estrutura do quadro e, apesar de flexibilidade excessiva, a estrutura estava como no início do trajeto. A Figura 18, apresentada a seguir, traz o perfil topográfico e o percurso feito entre a República Quebra Kbeça e a Unifei usando a bicicleta.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

**Figura 18 – Trajeto e perfil topográfico entre outros dados estatísticos do percurso de teste**



Fonte: Strava (2016)

É possível verificar outros dados, tais como: velocidade média (10,4 km/h), velocidades máxima (48,2 km/h), tempo de percurso (36:47 minutos), distância (6,4 km), potência média (102 W), saída de energia (224 kJ) e ascensão acumulada (180 metros). Durante a passagem da bicicleta, observou-se a curiosidade das pessoas e muitas vinham perguntar, mostrar seu interesse e saber como foi fabricada. A Figura 19 apresenta a bicicleta montada e pronta para uso. Essa bicicleta foi apresentada ao público que estava presente durante o percurso realizado.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

**Figura 19 – Bicicleta montada e pronta para uso ao fim do teste descrito anteriormente**



Fonte: Crédito dos autores deste artigo

Centenas de pessoas presentes ao longo do percurso elogiaram a bicicleta, tanto pela sua beleza, quanto pela construção e emprego de materiais sustentáveis. Acredita-se que por meio de iniciativas simples se possa disseminar o saber na sociedade e fomentar a educação ambiental informal, bem como a conscientização para a preservação do meio, com a utilização de materiais sustentáveis e menos poluentes, contribuindo à mobilidade urbana, tão necessária ao deslocamento das pessoas nas grandes e pequenas metrópoles. A repercussão dessas informações é essencial para que haja a conscientização dos direitos de cidadania, reivindicação e cobrança de melhorias, tanto na área de mobilidade sustentável, quanto em outros temas urgentes:

Há evidente descompasso entre as necessidades dos que caminham, pedalam e usam transporte coletivo e os projetos e ações que saem dos gabinetes governamentais. [...] A participação nas políticas públicas é uma garantia constitucional inerente à democracia. E a Política Nacional de Mobilidade Urbana reafirma o direito de participação do usuário: “participar do planejamento, da fiscalização e da avaliação da política local de mobilidade urbana” (Art. 14, II). (LOURENÇO, 2016, s/p)

## **Considerações finais**

A partir da realização deste trabalho, pode-se concluir que é possível construir

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

um quadro de bicicleta utilizando bambu, em substituição aos metais e outros materiais convencionalmente utilizados pela indústria ciclística. Esta pesquisa mostra que é possível utilizar fios de PET para unir peças de bambu para a construção de estruturas estáveis leves, de baixo custo e sustentáveis, de modo a ir ao encontro dos princípios da Engenharia Ambiental. Além disso, contribui para a sociedade e os indivíduos, mostrando que é possível construir estruturas de partes de bicicletas por meio de técnicas relativamente simples e fáceis de serem aprendidas por qualquer pessoa.

No que diz respeito à resistência do fio de PET, percebeu-se que pouca quantidade do material é capaz de resistir a grandes esforços, quando usado em uma amarração; isso mostra uma relação resistência por massa elevada. É preciso realizar mais estudos e ensaios para entender melhor as propriedades desse plástico como um material construtivo, além de medir de forma quantitativa e comparar com outros materiais na literatura.

Verificou-se que há controvérsias entre autores no que diz respeito ao estudo do bambu, pois o tratamento com água foi testado, conforme a literatura estudada, e notou-se que o bambu apodreceu completamente; entretanto, esse fato está de acordo com outras fontes bibliográficas que relatam que a espécie utilizada é mais vulnerável ao ataque de carunchos.

Observou-se que a bicicleta é uma importante ferramenta para a sustentabilidade da locomoção urbana; pois, ao contrário do que é pensando por parte da população, a bicicleta pode ser mais rápida que outros meios de transportes, em cidades com problemas de tráfego. Este estudo traz uma contribuição para a educação ambiental não formal mostrando que é possível realizar trabalhos por meio da substituição de componentes de bicicletas de modo a apoiar o meio ambiente e de maneira a ajudar a conscientizar as pessoas sobre a importância da sustentabilidade.

Sugere-se para trabalhos futuros: verificar as propriedades físicas em função da espécie de bambu; ensaiar corpos de prova de bambus submetidos a diferentes tipos de tratamento; ensaiar fios de PET e comparar com outros dados existentes na literatura; desenvolver uma máquina de cortar garrafas PET regulável para que seja possível produzir fios de diversas espessuras. Também se sugere, para trabalhos futuros, numa



# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

etapa posterior, levar a bicicleta em escolas para apresentar para estudantes da Educação Básica, Técnica e Tecnológica, a fim de incentivar o surgimento de novas ideias que possam dar prosseguimento à iniciativa de aliar mobilidade urbana sustentável, educação ambiental e cidadania.

## Referências

ABIPET, Associação Brasileira da Indústria PET. **Você sabia que existem milhares de maneiras para dar a destinação correta para sua embalagem PET?** 2016. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html>>. Acesso: 29 nov. 2017.

ALMEIDA, M. S. B.; OLIVEIRA, S. S. Educação não formal, informal e formal do conhecimento científico nos diferentes espaços de ensino e aprendizagem. In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. **Cadernos PDE: Produções Didático-Pedagógicas**, vol. II, 2014. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uel\\_bio\\_pdp\\_maria\\_salete\\_bortholazzi\\_almeida.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_bio_pdp_maria_salete_bortholazzi_almeida.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ANDRADE, A. P. C. et al. Construção de estufa para produção de mudas de hortaliças a partir de garrafas pet. **Agroecologia**, vol. 10, n. 3, 2015. Disponível: <<http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/20013/12074>>. Acesso: 27 nov. 2017.

BIESDORF, R. K. O papel da educação formal e informal: educação na escola e na sociedade. **Itinerarius Reflexions** – Revista eletrônica do Curso de Pedagogia do campus Jataí da UFG, vol. 1, n. 10, 2011.

BRUNO, A. Educação formal, não formal e informal: da trilogia aos cruzamentos, dos hibridismos a outros contributos. **Mediações** - Revista Online da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal, vol. 2, n. 2, 2014.

LENGEN, J. V. **Manual do arquiteto descalço**. Rio de Janeiro: Livraria do arquiteto, 2004.

# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

LOURENÇO, Uirá. **Cidadania e mobilidade:** como cobrar direitos e exigir melhorias do poder público. Publicado em 10 de março de 2016. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/9302/cidadania-e-mobilidade--como-cobrar-direitos-e-exigir-melhorias-do-poder-publico.html>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

LUDKE, M.; ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** uma abordagem qualitativa. São Paulo: EPU, 2013.

OLIVEIRA, F. H. de. **Utilização de bambu na construção de quadros de bicicletas,** 2009. Disponível em: <[www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24763/000747650.pdf?sequence=1](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24763/000747650.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 28 nov. 2017.

PEREIRA, M. A. R. O uso do bambu na irrigação: montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu. **Congresso Brasileiro de Engenharia,** Conbea, 1997. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pereira/Irriga%E7%E3o%20com%20Bambu.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SANT'ANA, R. D.; VAZ FILHO, F. Bambu na arquitetura: potencial construtivo e suas vantagens econômicas. **e-RAC Reunião Anual de Ciências,** p. 1 - 24, 2013.

SANTOS, Jaqueline Guimarães. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Revista Educação Ambiental em Ação,** 2011. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1125>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SARLO, H. B. **Influência das fases da lua, da época de corte e das fases do bambu sobre o ataque de *Dinoderus minutus*.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SILKE, R. M. [et al]. **Bambu.** Belo Horizonte: UFMG. Disponível em: <[http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09\\_ida/idabanco4/cadastro/p\\_cadastro/material/Corpo\\_centro\\_material\\_2.php?idMaterial=11](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/material/Corpo_centro_material_2.php?idMaterial=11)>. Acesso em: 28 nov. 2017.

SILVA, J. C. V. B.; LIMA, N.; OLIVEIRA, V. M. **Estufa ecológica:** uso de bambu em bioconstruções. Curitiba: CPRA, 2011. Disponível em:



# REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE FERNÃO DIAS

---

<<http://aao.org.br/aao/pdfs/publicacoes/estufa-ecologica-feita-de-bambu.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

SPINELLI, E.; MARCHIORI, R. Bicicleta é mais veloz que ônibus na cidade. **Jornal Folha de São Paulo**, 28 jan. 2012. Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/22587-bicicleta-e-mais-veloz-que-onibus-na-cidade.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/22587-bicicleta-e-mais-veloz-que-onibus-na-cidade.shtml)>. Acesso em: 29 nov. 2017.

STRAVA. Aplicativo esportivo. **Controle suas atividades**, 2016. Disponível em: <<https://www.strava.com/how-it-works?hl=pt-BR>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2008.

Recebido em: 24/06/2018

Aceito em: 10/08/2018