

Um olhar sobre passagens: proposições de uso do bambu nas pontes entre os distritos de Cataguases (MG)

DOI: 10.20396/labore.v15i00.8664155

Inácio Manoel Neves Frade da Cruz

<<https://orcid.org/0000-0001-7289-2966>>

Universidade do Estado de Minas Gerais / Leopoldina [MG] Brasil

Luisa Souza Neves Frade da Cruz

<<https://orcid.org/0000-0002-4416-0458>>

Universidade Federal de Juiz de Fora / Juiz de Fora [MG] Brasil

Helena Souza Neves Frade da Cruz

<<https://orcid.org/0000-0002-0178-931X>>

Universidade Federal de Juiz de Fora / Juiz de Fora [MG] Brasil

Lucas Soares

<<https://orcid.org/0000-0003-4428-0633>>

Universidade Federal de Juiz de Fora / Juiz de Fora [MG] Brasil

RESUMO

O presente artigo vai ao encontro de uma reflexão sobre algumas pontes e pontilhões de madeira, em estado de precariedade, nas estradas vicinais dos distritos de Cataguases (MG). Nesta pesquisa, percorreu-se as vias de acesso às comunidades de Sereno, Glória de Cataguases e Cataguarino. Ao longo do trajeto, observou-se uma abundante presença do bambu na paisagem rural, inclusive, nas proximidades das pontes e pontilhões. Enquanto material não convencional de alta leveza e resistência, o bambu pode ganhar outros significados e valores para os moradores locais. Pautado por uma percepção multidisciplinar, evidencia-se possibilidades de aplicação do bambu para a (re)construção de edificações que ligam os indivíduos a suas realidades socioespaciais.

PALAVRAS-CHAVE

Ponte. Bambu. Cataguases. Estradas vicinais. Zona rural.

A look at passages: propositions for using bamboo on bridges between Cataguases districts (state of Minas Gerais, Brazil)

ABSTRACT

This article addresses a reflexion about some wooden bridges and small bridges, in precarious conditions, on the Cataguases districts side roads. Along the route, it was noticed an abundant presence of bamboo at the rural landscape, including nearby the bridges and small bridges. As a non-conventional material of high lightness and resistance, bamboo can get other meanings and values for local community. Based on a multidisciplinary perspective, possible applications of bamboo are highlighted for the (re)construction of structures that connect individuals to their social-spatial realities.

KEYWORDS

Bridge. Bamboo. Cataguases. Side roads. Countryside.

1. Introdução

Longe de caminhar essencialmente por um trajeto em linha reta — ou uma via de acesso rápido —, este artigo opta por cruzar pontes, movendo-se sob uma perspectiva multidisciplinar¹. São nas pontes que se encontram os imbricamentos das fronteiras daquilo que se desconhece, assim como as possibilidades de atravessamento destes limites por um corpo. A ponte atua aqui como objeto de preocupação analítica de um conjunto de relações entre os indivíduos e suas realidades socioespaciais.

Geralmente, quando esboçamos um pensamento sobre as relações entre as pessoas e os espaços, tendemos a assumir pressupostos e concepções dicotômicas. Todavia, o espaço não é algo que se opõe ao homem. Trata-se de um conjunto de forças e vetores que se constitui e se retroalimenta a partir da simbiose entre as práticas humanas e os fenômenos naturais. O geógrafo Milton Santos [1926-2001], em seu livro *Espaço e Método* (2020), nos oferece a aceção de pensar no espaço como uma “instância da sociedade”, junto à “instância econômica” e a “instância cultural-ideológica” (Santos, 2020, p.12). No entanto, o espaço não é apenas formado pelas coisas e objetos geográficos naturais², mas também pelos processos sociais de um grupo populacional em um dado momento.

Essa interface entre espaço e processos sociais abordada por Milton Santos (2020), é caracterizada por se relacionar e se reconfigurar por meio de um movimento ativo, de maneira que os fenômenos que envolvem estes processos são realizados a partir das “funções” e instituídos através das “formas”. Segundo o autor, as funções seriam as atividades, métodos e práticas produtivas, que se alimentam das formas — condições geográficas e de características que definem o território de um lugar. Todavia, ao adotarmos a concepção do espaço enquanto a soma da configuração geográfica de uma região com a sociedade, é necessário o entendimento de que toda forma é, cada vez mais, constituída por frações de aspectos sociais. Para essa conexão de instâncias, Santos atribui a ideia de “formas-conteúdos”. Nessa condição, as formas e elementos constitutivos de um espaço estão sempre em movimento. Neste processo, percebe-se uma permanente reinterpretação de seu conteúdo a partir das relações sociais existentes no espaço. Acerca deste estado de movência, o geógrafo acrescenta:

Pode-se dizer que a forma, em sua qualidade de forma-conteúdo, está sendo permanentemente alterada e que o conteúdo ganha uma nova dimensão ao encaixar-se na forma. A ação, que é inerente à função, é condizente com a forma que a contém: assim, os processos apenas ganham inteira significação quando corporificados (Santos, 2020, p.13).

O movimento dialético entre forma e conteúdo está relacionado a cada localização³ e aos seus fluxos e modos de produção. Esse fenômeno projeta-se com base em uma lógica de fluxo produtivo, onde por consequência, as divisões territoriais acentuam-se a partir das relações entre o Estado e o mercado. Tais fatores estão associados às distribuições desiguais dos recursos sociais, que acarretam, por exemplo, a falta de acessibilidade física, a precariedade dos meios de transporte coletivo, e o sucateamento de estradas e pontes.

Tendo em vista a debilidade do estado em que se encontram alguns pontilhões das estradas vicinais do município de Cataguases/MG, o presente estudo procurou identificar e observar um conjunto de pontes de madeira, cuja função é proporcionar o enlace entre as estradas vicinais e as propriedades rurais. A pesquisa coloca em evidência o bambu como um material não convencional para a reconstrução desses pontilhões, tendo como parâmetro as propriedades mecânicas dessa planta e o seu uso estrutural. Almeja-se também apresentar alternativas de ações e adaptações, a partir dos contextos locais da população que reside próxima a essas construções, prospectando assim, possíveis reorganizações espaciais sustentáveis, através do bambu, no meio rural cataguasense.

Nos valem do termo “sustentável”, cientes de que a ideia de sustentabilidade é passível de ser relativizada, tendo em vista a forma como ela é apropriada pelas artimanhas do capitalismo no mundo contemporâneo. Este conceito apresenta um descompasso entre o que propõe seu significado morfológico e o que ele

¹ A multidisciplinaridade aqui trabalhada contempla recortes analíticos referentes às áreas de engenharia (especialmente a civil), geografia, história, antropologia e sociologia.

² Conjunto equivalente à ideia de natureza.

³ Considera-se como localização o feixe de forças sociais que se exercem em um lugar (Santos, 2020, p.13).

representa quando utilizado no campo prático. Em *Ideias para adiar o fim do mundo* (2018), Ailton Krenak oferece algumas reflexões acerca do que ele chama de “mito da sustentabilidade, inventado pelas corporações para justificar o assalto que fazem à ideia de natureza” (Krenak, 2018, p. 9). Sendo assim, na falta de um termo que melhor elucide a noção de sustentabilidade, optamos por adotar as ideias do filósofo Leonardo Boff, que vão ao encontro de um:

[...] conjunto de processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (Boff, 2012, p. 13).

Ao voltar o olhar ao município de Cataguases e seus distritos, é perceptível que a maior parte dos espaços rurais⁴ se encontram afastados das áreas de desenvolvimento produtivo, deixados ao “jogo natural do mercado”⁵ (Santos, 2020, p. 113). Nessa queda de braço entre o “subsistema do mercado” e o “subsistema governamental”, relacionam-se as dinâmicas de organização dos espaços. Entende-se nessa disputa desigual, um condicionamento dos investimentos de recursos governamentais, alinhados aos interesses ligados ao lucro e a movimentação de capital⁶. Todavia, é possível almejar estudos de situações que dialoguem com as dinâmicas dos processos sociais das referidas localidades, adentrando, assim, nas concepções das funções (modos de produção) por meio de novas formas (objetos naturais pertencentes a cada contexto territorial). Com esse intuito, a partir de uma realocação de estruturas presentes na organização espacial, postulamos a inserção do bambu enquanto matéria-prima (forma-conteúdo) para a conjunção de possibilidades de acessibilidade física, por intermédio da engenharia, através da (re)construção de pontes.

2. Caracterização da Área de Estudo

O recorte espacial escolhido para esta pesquisa está circunscrito ao município de Cataguases⁷, situado na Zona da Mata (MG). Inicialmente habitada por grupos indígenas⁸ e agasalhada por uma exuberante vegetação de mata tropical, esta região abrangia uma extensão geográfica acidentada, morfologicamente conhecida como mar de morros ou meias laranjas. Sob o comando de um militar francês – o Diretor Geral dos Índios, Tenente-Coronel Guido Thomaz Marlière [1767-1836]⁹ – a quem foi confiada a missão de colonizar um vasto território que se estendia da atual Zona da Mata (MG) até as bacias do Jequitinhonha, Mucuri e Doce, foram constituídos vários núcleos de ocupação que, mais tarde, com o incremento da economia cafeeira, dariam forma a espaços urbanos relativamente prósperos. Em suma, o território sobre o qual se plasmaram os municípios matenses tinha os indígenas como os pioneiros. Depois, acompanhados por representantes da igreja católica, vieram os latifundiários para escravizar e fazer da terra um negócio rentável.

Pautados por um pensamento conservador e excludente, os proprietários de terras derrubavam a Mata Atlântica¹⁰ e contabilizavam os lucros e prejuízos do café. O lugar transformava-se apoiado na mão de obra

⁴ Nos quais situam-se os pontilhões vicinais referidos pelo presente estudo.

⁵ Estado de funcionamento que configura os espaços geográficos a partir de uma economia de mercado e de uma noção de mais-valia perante as formas. Trata-se de um sistema complexo, apresentado por Milton Santos (2020), que lança uma perspectiva de reflexão direta acerca das tendências à redução ou ao aumento da pobreza. Nesse sentido, as condições de economia delimitam o arranjo e o comportamento espacial entre os lugares centrais e os lugares periféricos (urbanos e rurais).

⁶ Isso implica em uma maior dificuldade de supressão das organizações espaciais conduzidas pela lógica do mercado, uma vez que estes distritos e zonas rurais cataguasenses não expressam um grande fluxo de capital.

⁷ A localidade líder a microrregião de Cataguases, composta por 14 municípios, quais sejam: Cataguases, Leopoldina, Além Paraíba, Recreio, Pirapetinga, Estrela-D’alva, Dona Eusébia, Itamarati de Minas, Argirita, Laranjal, Palma, Santana de Cataguases, Santo Antônio do Aventureiro e Volta Grande.

⁸ No período do contato mais intenso com o invasor, a partir do século XIX, os grupos mais expressivos para a região eram os vulgarmente conhecidos como Puri e Coroado. Entretanto, outros grupos que habitavam as margens dos rios Pomba, Muriaé e Paraíba também podem ter passado e permanecido nestas cercanias. Pode-se destacar os Abaiba e os Guarulho (rios Pomba e Muriaé), os Puriaçu ou “Puris Grandes” e os Tamoio, que migraram para a região em número reduzido e os Arari (mesmo que Araci) que cobriam a extensão que vai da Serra de Ibitipoca até o espaço ocupado atualmente pelo município de Barbacena (Oliveira & Simões, 2004, pp. 16-17).

⁹ Sobre o referido personagem, conferir: a) José Otávio Aguiar (2008). *Memórias e histórias de Guido Thomaz Marlière (1808-1836)*: a transferência da Corte Portuguesa e a tortuosa trajetória de um Revolucionário Francês no Brasil. Campina Grande: EdUFCG.; b) Oíliam José (1958). *Marlière, o Civilizador*. Belo Horizonte: Itatiaia.

¹⁰ O historiador norte-americano Warren Dean autor de um dos primeiros trabalhos de história ambiental no Brasil, salienta a destruição do bioma da Mata Atlântica sob uma perspectiva histórica. Sobre a referida obra, conferir: DEAN, Warren (1996). *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras.

escravizada, na migração europeia, nas trocas de favores políticos e na expansão e exploração das propriedades agrícolas. Com o declínio da atividade cafeeira na primeira metade do século XX, ganha contornos mais nítidos uma sociedade marcada por um numeroso contingente de desvalidos e miseráveis, ladeados por uma imensa concentração de renda, sobretudo, nas mãos dos descendentes dos “pioneiros” europeus. O extermínio dos povos originários foi acompanhado por um incessante processo de degradação ambiental, que não findou com a cafeicultura, nem com a pecuária e a mineração,¹¹ atividades produtivas que continuam, na atualidade, a impactar a qualidade de vida no meio rural cataguasense.

Encerrado o século XX, as inúmeras divisões por herança, das antigas propriedades, acabaram produzindo uma significativa soma de imóveis rurais, mais conhecidos na região como sítios e chácaras. Em diversos casos, é necessária a construção de uma ponte/pontilhão (geralmente de madeira, e mais recentemente, combinando a estrutura de madeira com o piso de chapa de ferro) para o acesso a muitas dessas pequenas propriedades. Em certas situações, como veremos adiante, não são adequadas as condições de conservação dos pontilhões localizados nos limites do município de Cataguases, fato que justifica propostas de substituição dessas estruturas comprometidas, por pontilhões que têm o bambu como principal matéria-prima. Sobre a incidência a nível local da referida gramínea, ao percorrer as estradas que levam aos distritos, nota-se a presença do bambu em inúmeras propriedades rurais. Em certos casos, um bambuzal marca a divisa entre dois sítios.

O clima do município de Cataguases é caracterizado pela EMBRAPA, de acordo com a classificação de Köppen, como subtropical. Com verões quentes e chuvosos, as temperaturas atingem valores acima de 22°C, apresentando índice pluviométrico superior a 30 mm no mês mais seco. No período mais frio, a temperatura média é menor que 18°C, havendo poucas geadas e estação seca não definida. O abundante desenvolvimento do bambu em regiões de clima tropical viabiliza o seu plantio na microrregião da Zona da Mata (MG), podendo contribuir para um complemento na renda dos pequenos e médios produtores. Com a possibilidade de crescimento de até 1 m por dia, o cultivo do bambu apresenta uma rápida maturação e oferece uma grande produtividade. Enquanto a maturação da madeira leva décadas (mais de 20 anos), o bambu em apenas 3 a 5 anos se encontra pronto para colheita.

Nesse estudo, foram realizadas visitas às estradas vicinais que conectam três distritos de Cataguases. Sem esgotar todos seus limites, a pesquisa abrangeu espaços de circulação entre Sereno, Glória de Cataguases e Cataguarino, onde foi registrada a presença de pontes e pontilhões de madeira em condições, muitas vezes, de precariedade (Figuras 1 e 2). Majoritariamente entre a divisa das propriedades privadas e as estradas coletivas (públicas), essas estruturas funcionam como vias de passagem e transporte para trabalhadores rurais que, geralmente, utilizam o cavalo, a carroça, a motocicleta e, em alguns casos, automóveis e caminhões.

Ainda sobre a precariedade de algumas dessas estruturas, foi registrado recentemente no distrito de Sereno um grave acidente em uma ponte sobre o ribeirão Meia Pataca, que servia de acesso a um imóvel rural.¹² A propriedade em questão é confinante com a do Sr. Gelson Ramos, dono do “Sítio Carioca”, que também possui um pontilhão de madeira sobre o mesmo ribeirão, figurando como a única via direcionada ao seu sítio (Figura 3). O proprietário informou que irá jogar abaixo e refazer a referida estrutura, uma vez que possui a intenção de abrir uma igreja pentecostal em uma parcela do terreno e, por essa razão, acredita que o fluxo de automóveis irá aumentar, podendo comprometer o atual ponto de passagem.

¹¹ É primordial ressaltar os prejuízos advindos da mineração, inclusive o arqueológico. Para ficar com apenas um exemplo do poder de degradação, pode-se citar o rompimento da barragem da mineradora Rio Pomba Cataguases, instalada no município de Mirai (município que divisa com Cataguases), em 10 de janeiro de 2007, o qual espalhou cerca de 2 milhões de m³ de bauxita pela cidade e por outros quatro municípios: Muriaé e Patrocínio de Muriaé, também na Zona da Mata mineira, Laje de Muriaé e Itaperuna, no Rio de Janeiro.

¹² Sobre a ocorrência mencionada, conferir: <https://www.marcelolopes.jor.br/site/2020/03/27/ponte-desaba-e-caminhao-cai-em-riacho-no-distrito-de-sereno/> [acesso em 13-01-2021].



Figura 1. Recorte dos pontilhões de madeira encontrados nos distritos do município de Cataguases. Fonte: Acervo dos autores.



Figura 2. Recorte dos pontilhões de madeira encontrados nos distritos do município de Cataguases. Fonte: Acervo dos autores.



Figura 3. Detalhe estrutural ponte “Sítio Carioca”. Fonte: Acervo dos autores.

Sob a ótica técnica, se é factível a substituição de alguns pontilhões de madeira por composições de bambu, em contrapartida, não pareceu tão clara a capacidade de convencimento dos moradores da região acerca dos potenciais da planta e seu emprego nas estruturas de acesso às propriedades locais. Recorremos novamente ao depoimento do Sr. Gelson quando perguntado sobre a possibilidade de erigir uma ponte de bambu, cuja resposta, segue devidamente transcrita: “a ponte de bambu fica muito bonita, mas não aguenta nada, né. Então, tem que fazer com madeira grossa e forte mesmo”.¹³ Nas localidades em questão, esse é um dado que deve ser considerado ao se organizar projetos visando à substituição de pontilhões de madeira por bambu. Tal proposta demandaria uma interlocução prévia com os grupos de moradores da zona rural, cuja finalidade seria, entre outras, trocar conhecimentos sobre o potencial de produção de uma estrutura de bambu segura e confiável, capaz de suportar cargas relativamente pesadas. Feita uma breve amostra do cenário regional, passemos, então, para uma explanação a respeito do bambu, material sugerido como alternativo à madeira na construção dos pontilhões.

3. Caracterização do material

A utilização do bambu como material de construção acompanha hábitos milenares da cultura oriental, notoriamente em território chinês. Sua aplicação na área da engenharia remonta à era a.C. na China, em que eram erguidas pontes suspensas por meio de cabos de bambu (Cruz, 2002). Conforme pontuado por Michela Denittis (2019), o primeiro ideograma chinês, denominado CHU, corresponde ao desenho de um bambu, formado por seus ramos e folhas (Figura 4).

Na América Latina, a Colômbia é um dos expoentes no uso do bambu como elemento estrutural no ramo da construção civil. Um exemplo notório é a catedral *Alternativa Nuestra Señora de La Pobreza*, na cidade de Pereira, idealizada pelo arquiteto Simon Vélez. Além da Colômbia, o Equador também apresenta um significativo incentivo ao uso do bambu no setor da construção, como pode ser observado pelo Programa Habitacional *Hogar de Cristo*¹⁴, desenvolvido no país, que visa à realização de moradias populares com emprego do bambu *Guadua angustifolia* (Pereira & Beraldo, 2008).



Figura 4. Ideograma chinês CHU. Fonte: M. Denittis, 2019.

Apesar de amplamente difundido em certos países da Ásia (China, Índia, Taiwan, Indonésia, Filipinas) e da América Latina (Colômbia, Equador, Peru, Costa Rica), a utilização do vegetal para finalidades de engenharia ainda não se encontra consolidada em escala nacional. Muitas vezes atrelado a uma errônea percepção de debilidade, o uso estrutural do bambu apresenta algumas barreiras a serem superadas para sua implementação e aceitação pelos sítiantes da região. Além de políticas públicas, geridas a nível municipal, é possível ampliar o uso do bambu em práticas construtivas, entre outras estratégias, por meio da inserção de

¹³ Entrevista realizada no dia 03 de janeiro de 2021.

¹⁴ Sobre o referido Programa, conferir: <https://hogardecristo.org.ec/vivienda-social-y-habitat/>

disciplina voltada ao estudo do bambu na matriz curricular dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, de ações de fomento à pesquisa e extensão, bem como da implementação de normas regulamentadoras em escala nacional.¹⁵

O bambu é um material de potencial aplicação na área da engenharia, seja como elemento estrutural para vigas e pilares ou compósitos biomassa vegetal-cimento (biokreto) ou até mesmo como elemento auxiliar para as construções (andaimas feitos inteiramente de bambu). Além de variarem de espécie para espécie, as propriedades do vegetal dependem da idade, da topografia, do clima, da altitude acima do nível do mar, das condições de plantio e colheita, entre outros fatores (Hidalgo-López, 2003). Apesar da grande diversidade existente entre as propriedades do bambu, algumas espécies apresentam um desempenho satisfatório quanto ao comportamento físico e mecânico para finalidades estruturais.

A planta, pertencente às Angiospermas, é composta por uma parte aérea denominada colmo e outra subterrânea formada pelo rizoma e pelas raízes. De forma aproximadamente cilíndrica, os colmos são subdivididos em entrenós ocios, cujos comprimentos são variáveis ao longo do eixo longitudinal. Os entrenós são separados transversalmente pelos diafragmas, que ajudam a garantir maior rigidez contra torção do colmo, a combater a flambagem local da parede, e a resistir às ações do vento e do peso próprio (Pereira & Beraldo, 2008).

Segundo Khosrow Ghavami (2017), a presença de fibras paralelas ao colmo confere ao bambu um ótimo desempenho mecânico quanto a sua resistência aos esforços de tração. Se cultivado, colhido e tratado na maneira correta e obedecido o dimensionamento apropriado, o bambu pode ser uma alternativa de material para emprego na engenharia. O uso de chapas de bambu prensado, para o revestimento, associado a vigas e colunas com os colmos em sua forma natural (tronco-cônica) é uma opção para a construção de pontes em zonas rurais, tendo em vista a substituição daquelas já existentes e em processo de deterioração (Figura 5).



Figura 5. Pontilhão de madeira localizada próximo à comunidade da Jaguará, na Serra da Onça. Fonte: Acervo dos autores.

Apesar da baixa disponibilidade do bambu laminado colado (BLC) no mercado nacional, existem alternativas para a sua produção que empregam técnicas artesanais e equipamentos com baixo nível de sofisticação, como o divisor de taliscas e prensas manuais. As etapas do processo de obtenção do BLC incluem a colheita do bambu, taliscamento, tratamento, usinagem das taliscas, preparo do adesivo, colagem e prensagem e aplainamento final (Reghin Filho, Calfei & Miotto, 2017). Nesse sentido, os autores apresentam um conjunto de procedimentos para fabricação do BLC de maneira acessível a pequenos produtores e com uso de insumos menos poluentes.

¹⁵ De acordo com Pereira e Beraldo (2008), do ponto de vista global, é indicada a aplicação das normas ISO N313 (*Bamboo Structural Design*), ISO 314 (*Physical and Mechanical Properties*) e ISO 315 (*Testing Material*). Em âmbito nacional, há o Projeto de Norma para Estruturas de Bambu ABNT NBR 16828, iniciado em 2017, e cujas partes 1 e 2 já se encontram disponíveis para consulta pública (publicadas em 21 de dezembro de 2020).

Ademais, o bambu pode ser utilizado em diferentes composições, como por exemplo, com a adição de fibras de vidro para o reforço da estrutura. De acordo com Xiao Yan, reitor da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Hunan, o uso do bambu para a composição de pontes pode reduzir seus custos pela metade, restringindo o tempo de construção e diminuindo o desgaste ambiental gerado ao longo do processo. Xian Yan foi responsável pela idealização da ponte de bambu na província chinesa de Hunan, que apresenta uma largura de 3,5 m, vão de 10 m e capacidade para 90 toneladas.¹⁶

Além da versatilidade em sua aplicação, o vegetal possui significativas vantagens em termos econômicos e ambientais, como, por exemplo, sua elevada capacidade de capturar CO_2 do meio. De acordo com Khosrow Ghavami, professor emérito no Departamento de Engenharia Civil e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), o emprego do bambu é capaz de diminuir mais de 30% do custo final da construção, consumindo para sua fabricação cerca de 50 vezes menos energia do que para um tubo de aço, seguindo as mesmas proporções (FAPERJ, 2002).

Por se tratar de uma fonte renovável, o impacto gerado pela aplicação do bambu é consideravelmente inferior a dos materiais comumente usados na engenharia. Conforme ilustra a tabela abaixo (Tabela 1), o bambu quando comparado aos materiais convencionalmente utilizados no setor da construção civil, isto é, o concreto e o aço, apresenta em seu processo produtivo uma grande redução do gasto energético, além de uma menor emissão de CO_2 .

Tabela 1. Análise comparativa da energia de produção por unidade de tensão para produção do bambu, madeira, concreto e aço. Fonte: Martha Lissette Sánchez Cruz, 2002.

Material	Bambu	Madeira	Concreto	Aço
MJ/m ³ / MPa	30	80	240	1500

Para aplicação na engenharia, destacam-se as espécies *Dendrocalamus giganteus* e *Guadua angustifolia*, presentes principalmente em países tropicais. Conforme Beraldo e Pereira (2008), o bambu *Guadua angustifolia* é uma planta natural da América do Sul, que pode alcançar até 30 m de altura e 20 cm de diâmetro. É uma espécie típica de clima tropical, de solos médios a ricos, podendo se desenvolver ao longo de rios ou colinas.

Em uma pesquisa desenvolvida no Laboratório de Estruturas e Materiais do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, Khosrow Ghavami e Albanise B. Marinho (2005) estabeleceram as propriedades físicas, mecânicas e mesoestruturais para a espécie *Guadua angustifolia*. Os ensaios foram realizados para colmos com idade média de três anos. A resistência a tração variou de 64,26 MPa – 115,84 MPa, com módulo de elasticidade de 8 GPa – 18,36 GPa e a resistência a compressão variou de 25,27 MPa – 34,52 MPa, com módulo de elasticidade de 9,00 GPa – 15,80 GPa.

De acordo com Rittironk e Elnieiri (2008), em termos de resistência pelo peso específico, o bambu apresenta significativa eficiência, uma vez que possui uma relação 2,5 vezes maior do que a da madeira e 3 vezes superior à do aço. Janssen (2000) também ilustra a relação entre resistência e rigidez, por peso específico, para o concreto, aço, madeira e bambu. Em seu estudo *Design and Building with Bamboo*, o pesquisador ressalta as propriedades mecânicas da gramínea e suas vantagens em relação às da madeira, o que faz do bambu uma alternativa para construção civil (Janssen, 2000).

Devido às variadas possibilidades de uso do bambu, seja como alimento, para habitações, construção rural, artesanato ou paisagismo, o seu cultivo pode contribuir para as comunidades locais envolvidas com a sua produção (Akwada & Akinlabi, 2016). Em países da África, como a África do Sul, e da Ásia, como a China, o bambu é gerador de empregos para os trabalhadores rurais e colabora para a microeconomia agrícola. Entretanto, no Brasil não se observa o uso consolidado do material, de maneira que se torna necessário o planejamento de um conjunto de políticas públicas direcionadas para a implementação do bambu no setor da construção.

4. Considerações finais

Os registros fotográficos mostraram uma zona rural caracterizada pela presença de pontes e pontilhões de madeira – que permitem o acesso entre as vias públicas e as propriedades privadas – com necessidade de

¹⁶ Sobre o assunto, conferir: <http://www.china.org.cn/english/China/230191.htm>

reparo ou reconstrução. O intuito foi mais o de ilustrar os argumentos arrolados do que produzir um inventário com o objetivo de contemplar todas as ocorrências de pontes passíveis de reformas ou mesmo de serem reconstruídas. Fora isso, o bambu pode se tornar fonte de renda complementar no campo das atividades artesanais, sendo a cestaria um exemplo factível.

Numa perspectiva ecológica, o bambu constitui-se como alternativa eficiente e viável para o uso na engenharia, uma vez que é uma fonte renovável, com rápida capacidade de recuperação e de alta disponibilidade, seja em escala regional ou nacional. Do ponto de vista da construção civil, o vegetal caracteriza-se por sua leveza e alta resistência à tração, sugerindo menores índices de degradação. Em função de suas especificidades, o bambu permite seu manejo de forma artesanal, empregando tecnologias de custo relativamente reduzido em relação aos procedimentos utilizados na transformação de outras matérias-primas.

Tendo em vista a carência de mão de obra especializada e de material processado na microrregião de Cataguases, a implementação de propostas de ressignificação do espaço requer o planejamento de uma série de ações capazes de conscientizar os atores sociais, bem como de instrumentalizar os mesmos com técnicas de produção, tratamento e montagem. Neste sentido, destaca-se a possibilidade da iniciativa pública se posicionar como agenciadora da interlocução com a comunidade rural. Sendo assim, um dos possíveis caminhos para corporificar os apontamentos teóricos aqui apresentados diz respeito à construção coletiva de maneiras de se requalificar o bambu enquanto uma potencial forma-conteúdo (Santos, 2020), conectando a instância social com a situação geográfica.

5. Referências

- Akwada, D. R., & Akinlabi, E. T. (2016). *Economic, social and environmental assessment of bamboo for infrastructure development*. International Conference on Infrastructure Development in Africa.
- Arce, O. A. (1993). Fundamentals of the design of bamboo structures. Technische Universiteit Eindhoven. <https://doi.org/10.6100/IR402687> Acesso em 14-10-2020.
- Benavides, A. S. J. (2012). *Proposta de sistema construtivo para habitação de interesse social com bambu guadua: um estudo de caso no Equador*. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Boff, L. (2012). *Sustentabilidade. O que é – o que não é*. Petrópolis: Vozes.
- Cruz, M. L. S. (2002). *Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie Phyllostachys aurea: Comportamento à flambagem* (dissertação de mestrado). Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Denittis, M. (2019). *Analisi sperimentale e numerica di un telaio in Guadua Angustifolia Kunth caricato orizzontalmente: il bambù come possibile alternativa ecosostenibile ai tradizionali materiali da costruzione*. Scuola di Ingegneria e Architettura, Università di Bologna.
- FAPERJ, 2002. Disponível em: <http://www.faperj.br/?id=2893.3.2> Acesso em 06-11-2020
- Ghavami, K., Barbosa, N. P., & Moreira, L. E. (2017). Bambu como Material de Engenharia. In: Fabricio, M. M.; Brito, A. C.; Vitorino, F. [orgs.]. *Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação* (305-348). Porto Alegre: ANTAC.
- Ghavami, K., & Marinho, A. B. (2005). Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1), 107-114.
- Hidalgo-López, O. (2003). *Bamboo. The Gift of the Gods*. Bogotá [Colombia] : D’Vinni Ltda.
- Inbar Thecnical. (1995). Report N° 8 Volume 4. *Bamboo, People and Environment*. Vth International Bamboo Workshop and the IV International Bamboo Congress.
- Janssen, J. J. A. (2000) *Design and Building with Bamboo*. Eindhoven: Technical University of Eindhoven.
- Krenak, A. (2018). *Ideias para adiar o fim do mundo*. São Paulo : Companhia das Letras.
- Oliveira, A.P.P. L., & Simões, M. C. S. R. (2006). Pré-história, Etno-história e outras Histórias da Zona da Mata mineira (pp.13-30). In: C. Lanzieri Junior & I. Frade (Orgs.). *Muitas Cataguases: novos olhares acerca da história regional*. Juiz de Fora: Editar Editora.

Pereira, M. A. R., & Beraldo, A. L. (2008). *Bambu de corpo e alma*. Bauru: Canal6.

Reghin Filho, J. R., Calfeffi, M. H. B. M., & Miotto, J. L. (2017). Produção artesanal e sustentável de bambu laminado colado. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 5(35).

Rittironk, S., & Elnieiri, M. (2008). *Investigating laminated bamboo lumber as an alternate to wood lumber in residential construction in the United States*. X. e. (eds), *Modern Bamboo Structures* (pp. 83-96). London: Taylor and Francis Group.

Santos, M. (2020). *Espaço e Método* (5a ed.). São Paulo: Edusp.

Xiao, Y. *et al.* (2010). Design and Construction of Modern Bamboo Bridges. *Journal of Bridge Engineering*, september/october.