

# Danos físicos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri* Pilg.) em espécies arbóreas e implicações para a exploração madeireira em Floresta Ombrófila Aberta com Bambu no leste do Acre

Physical damage caused by bamboo (*Guadua weberbaueri* Pilg.) in tree species and implications for logging in Bamboo Open Rainforest in eastern Acre

Daño físico causado por el bambú (*Guadua weberbaueri* Pilg.) en especies de árboles e implicaciones para la tala en Bamboo Open Rainforest en el este de Acre

Recebido: 16/04/2022 | Revisado: 26/04/2022 | Aceito: 29/04/2022 | Publicado: 01/05/2022

**Simony Hechenberger**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3389-9740>

Consultora independente, Brasil.

E-mail: [simony.ac@gmail.com](mailto:simony.ac@gmail.com)

**Evandro José Linhares Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9591-9615>

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil

E-mail: [evandro@inpa.gov.br](mailto:evandro@inpa.gov.br)

**Anelena Lima de Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1391-0540>

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil

E-mail: [evandro@inpa.gov.br](mailto:evandro@inpa.gov.br)

**Marilene Vasconcelos da Silva Brazil**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6079-7213>

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e das Políticas Indígenas, Brasil

E-mail: [evandro@inpa.gov.br](mailto:evandro@inpa.gov.br)

## Resumo

O estado do Acre, na Amazônia brasileira, apresenta 18 tipologias florestais das quais oito possuem o bambu (*Guadua* spp.) como elemento florístico principal ou secundário em seu sub-bosque. Poucos estudos foram capazes de detalhar alterações em tipologias florestais nas quais o bambu é a espécie dominante, ocasionadas pelo bambu. O presente trabalho avaliou a extensão e detalhou os tipos de danos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri* Pilg.) em indivíduos arbóreos encontrados em um fragmento de Floresta Ombrófila Aberta com bambu (*G. weberbaueri*) dominante no sub-bosque localizado na região leste do Acre e discutir as implicações para a exploração madeireira. Para isso foram instaladas três parcelas medindo 50 x 100 m ao longo de um transecto de 1000 m, equidistantes 300 m entre si. O bambu causou danos em 32% dos indivíduos avaliados ( $DAP \geq 2$  cm). Os tipos de danos mais frequentes foram a “escora” (44,74% do total amostrado) e “quebra” (37,55 %). A confirmação de que a presença do bambu causa danos em indivíduos arbóreos, comprometendo a densidade, o volume e a qualidade do fuste dos mesmos, tem implicações para a exploração sustentável de madeira em florestas nas quais ele está presente e irá demandar o desenvolvimento de práticas de manejo visando minorar os impactos negativos observados.

**Palavras-chave:** Amazônia; Estrutura florestal; Danos; Árvores; Bambu.

## Abstract

The state of Acre, in the Brazilian Amazon, has 18 forest typologies, eight of which have bamboo (*Guadua* spp.) as the main or secondary floristic element in their understory. Few studies were able to detail changes in forest typologies in which bamboo is the dominant species, caused by bamboo. The present work evaluated the extent and detailed the types of damage caused by bamboo (*Guadua weberbaueri* Pilg.) in arboreal individuals found in a fragment of Open Rain Forest with bamboo (*G. weberbaueri*) dominant in the understory located in the eastern region of Acre and discuss the implications for logging. For this purpose, three plots measuring 50 x 100 m were installed along a 1000 m transect, 300 m apart. Bamboo caused damage in 32% of the individuals evaluated ( $DBH \geq 2$  cm). The most frequent types of damage were “shoring” (44.74% of the total sampled) and “breakage” (37.55%). The confirmation that the presence of bamboo causes damage to arboreal individuals, compromising the density, volume and quality of their bole, has implications for the sustainable exploitation of wood in forests in which it is present and will demand the development of practices management to mitigate the negative impacts observed.

**Keywords:** Amazon; Forest structure; Damage; Trees; Bamboo.

## Resumen

El estado de Acre, en la Amazonía brasileña, tiene 18 tipologías de bosque, ocho de las cuales tienen bambú (*Guadua* spp.) como elemento florístico principal o secundario en su sotobosque. Pocos estudios pudieron detallar los cambios en las tipologías de bosques en los que el bambú es la especie dominante, causados por el bambú. El presente trabajo evaluó la extensión y detalló los tipos de daños causados por el bambú (*Guadua weberbaueri* Pilg.) en individuos arbóreos encontrados en un fragmento de Bosque Lluvioso Abierto con bambú (*G. weberbaueri*) dominante en el sotobosque ubicado en la región oriental de Acre, y discutir las implicaciones para el registro. Para ello se instalaron tres parcelas de 50 x 100 m a lo largo de un transecto de 1000 m, separados 300 m. El bambú causó daños en el 32% de los individuos evaluados (DAP  $\geq$  2 cm). Los tipos de daño más frecuentes fueron “apuntalamiento” (44,74% del total muestreado) y “rotura” (37,55%). La constatación de que la presencia de bambú causa daños a los individuos arbóreos, comprometiendo la densidad, volumen y calidad de su fuste, tiene implicaciones para la explotación sostenible de la madera en los bosques en los que está presente y demandará el desarrollo de prácticas de manejo para mitigar la impactos negativos observados.

**Palabras clave:** Amazonía; Estructura forestal; Daños; Árboles; Bambú.

## 1. Introdução

Os bambus do gênero *Guadua* estão amplamente distribuídos nas Américas e caracterizam-se pelo seu hábito arborecente. Seu porte varia de mediano a grande e seus colmos e ramos apresentam espinhos que auxiliam na sua fixação em outras plantas durante o seu crescimento (Londoño e Peterson, 1991). As espécies de *Guadua* possuem florescimento monocárpico na qual cada população individual apresenta, em um único evento, floração e frutificação maciças e sincrônicas seguidas de mortalidade completa da população (Janzen 1976; Nadgauda et al., 1990). Essa sincronia na floração, frutificação e morte do bambu acontece porque ela é uma planta clonal que desenvolve uma extensa teia rizomatosa subterrânea (Ferreira 2014). O tamanho médio das populações de bambu encontradas no sudoeste da Amazônia é de cerca de 330 km<sup>2</sup>, podendo alcançar até 2.750 km<sup>2</sup> (Carvalho et al., 2013). Nesta região, a longevidade destas populações foi estimada entre 27 e 28 anos (Carvalho et al., 2013).

As espécies de *Guadua* mais comuns nas florestas do sudoeste da Amazônia são *Guadua sarcocarpa* Londoño & P. M. Peterson e *Guadua weberbaueri* Pilg., que se caracterizam por serem lenhosas, de hábito arborecente, sarmentosas e capazes de atingir até 20 m de altura e 10 cm diâmetro (Londoño & Peterson, 1991). Por apresentar um rápido crescimento e possuir ramos espinhosos que permitem a sua fixação em árvores do dossel (Silveira 2005; Ferreira 2014), são capazes de ocupar rapidamente grandes extensões do sub-bosque florestal (Smith e Nelson, 2011) por longos períodos de tempo (Griscom e Ashton, 2006) e, concomitantemente, contribuir para o aumento de perturbações que podem facilitar a sua expansão.

Nas florestas onde espécies de bambu do gênero *Guadua* estão presentes geralmente se verificam alterações estruturais, especialmente nos estratos intermediários e no dossel (Ferreira, 2014). A presença do bambu tende a diminuir a riqueza florística e a densidade arbórea, provocando uma redução entre 30 e 50% da área basal (Oliveira, 2000; Smith, 2000; Griscom & Ashton 2003; Silveira 2005; Griscom, Daly, Ashton, 2007). Nestas florestas foi verificada ainda uma redução entre 29 e 39% da biomassa aérea da floresta (Nelson et al., 2001; Nogueira et al., 2008) e entre 30 e 50% do potencial de armazenamento de carbono (Silveira, 2005).

A presença do bambu também pode afetar o influxo de outras espécies arbóreas e enfraquecer a capacidade de competição das espécies com dificuldades de adaptação nos ambientes onde o bambu é dominante (Lima et al., 2012). Estas situações resultam na alteração da composição florística e na redução de aproximadamente 40% no número de espécies arbóreas ocorrentes em um hectare, fazendo com que as florestas com bambu sejam consideradas entre as de mais baixa diversidade florística da Amazônia (Silveira, 2005). Os bambus também afetam os padrões de dispersão de sementes e regeneração florestal nos estágios iniciais (Griscom & Ashton, 2006; Rother et al., 2009). Os solos florestais e o ciclo de nutrientes também são afetados pela dominância do bambu em áreas mais pobres em alguns nutrientes (Veblen, 1982; Tripathi et al., 2006).

As comunidades arbóreas presentes em áreas dominadas pelo bambu (*Guadua* spp.) sofrem com mudanças em suas estruturas e, portanto, em longo prazo ocorrem modificações nas características das árvores presentes nestas comunidades, influenciando diretamente na capacidade produtiva da floresta. Na Amazônia peruana, Griscom e Ashton (2006) observaram uma maior quantidade de danos nas copas e nos fustes dos indivíduos arbóreos encontrados em florestas abertas com o sub-bosque dominado pelo bambu (*G. sarcocarpa* e *G. weberbaueri*). Os danos nestes indivíduos são resultados da carga de peso que o bambu exerce nos galhos e no tronco das árvores escoras. Silman et al. (2003) e Griscom e Ashton (2003) também relataram danos físicos e redução do número de indivíduos arbóreos em classes diamétricas maiores ( $DAP \geq 10$  cm) em áreas com alta densidade de bambu. Ambos sugerem que a interferência no desenvolvimento das árvores em razão da carga exercida pelo bambu atinge uma gama substancial de classes de tamanho da comunidade arbórea, encontrada em florestas dominadas pelo bambu.

Considerando a extensão ocupada pelas florestas com bambu no sudoeste da Amazônia, pode-se afirmar que a quantidade de estudos que reportam danos causados pelo bambu em indivíduos arbóreos é pequena e não detalha os tipos de danos que ocorrem. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a extensão e detalhar os tipos de danos causados pelo bambu (*G. weberbaueri*) em indivíduos arbóreos encontrados em um fragmento de Floresta Ombrófila Aberta com bambu dominante no sub-bosque no leste do Acre, assim como discutir as implicações para a exploração madeireira nesta tipologia florestal.

## 2. Metodologia

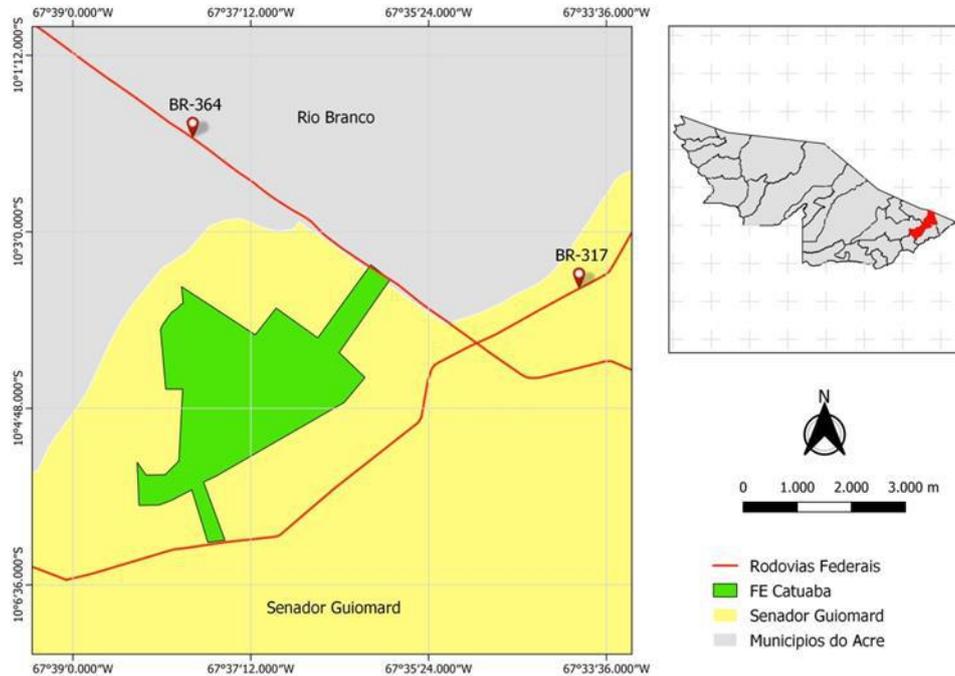
### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental (FE) Catuaba (10°04'S; 67° 37'W; 214 m), uma unidade de pesquisa pertencente à Universidade Federal do Acre localizada a cerca de 23 km da cidade de Rio Branco, Acre, nas proximidades da confluência das rodovias BR-364 e BR-317, no município de Senador Guiomard (Figura 1).

A FE Catuaba possui área com aproximadamente 850 hectares com predominância de Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas com Bambu e Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas com Palmeiras (Acre 2006). O sub-bosque é adensado, com predomínio, em diferentes regiões, de bambu, palmeiras e lianas. O dossel é aberto e possui altura variando entre 30-37 m (Oliveira et al. 1995). Os solos predominantes no local são do tipo Latossolo e Argissolo sobre relevo suave a ondulado (Bardales et al., 2010).

O clima na área da FE Catuaba apresenta duas estações bem definidas: a chuvosa, entre meados de outubro e meados de abril, quando ocorre cerca de 75% das chuvas, e a seca, entre meados de abril e meados de outubro, que recebe cerca de 25% das chuvas (Mesquita 1996; Duarte 2006). No ano de 2017, a temperatura média variou entre 23,2 °C e 25,7 °C e a precipitação anual foi de 1947,5 mm (Inmet 2017).

**Figura 1.** Localização da área de estudo: detalhe do fragmento florestal da Fazenda Experimental Catuaba em Senador Guiomard, Acre.



Fonte: Autores.

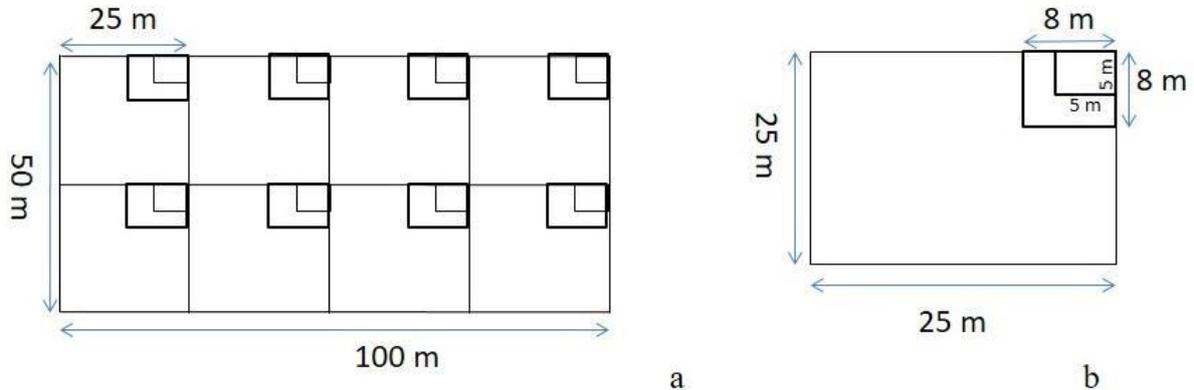
## 2.2 Amostragem e coleta de dados

Para a avaliação quantitativa e qualitativa dos elementos arbóreos e arbustivos da vegetação foram instaladas parcelas em uma área com bambu e uma área sem bambu. Em cada área foram instaladas três parcelas de 50 m de largura x 100 m de comprimento (0,5 ha) ao longo de um transecto de 1.000 metros, separadas entre si por uma distância mínima de 300 m, totalizando seis parcelas e 3 ha de floresta amostrada (Silva, 2017).

Para facilitar a coleta dos dados em campo, cada parcela de 0,5 ha foi subdividida em oito (8) subparcelas medindo 25 m x 25 m (Figura 2). Para a amostragem de indivíduos arbóreos com  $DAP \geq 5$  cm < 10 cm foram plotadas subparcelas de 8 m x 8 m no canto esquerdo superior das subparcelas de 25 m x 25 m, adaptado de Araújo et al. (2013). A amostragem dos indivíduos arbóreos entre  $DAP \geq 2$  cm < 5 cm e o censo dos colmos de bambu foi realizada em subparcelas de 5 m x 5 m, conforme procedimento adotado por Silva (2017) (Figura 2).

No interior de cada parcela, foram coletados dados quantitativos, onde todos os indivíduos arbóreos com  $DAP \geq 2$  cm foram contabilizados (numerados individualmente com placas de alumínio) e mensurados quanto à altura total e comercial (estimativa realizada por um único observador) e circunferência a altura do peito (CAP), medida com o auxílio de fita métrica, posteriormente transformada em DAP. As informações qualitativas coletadas foram: qualidade do fuste, classificados como: tipo 1: 80-100% de aproveitamento comercial; tipo 2: 60-80% de aproveitamento comercial; e tipo 3: sem aproveitamento comercial, e a infestação por lianas (cipós), onde foi atribuído valor 0: para a ausência de lianas; e valor 1: para a presença de lianas.

**Figura 2.** Croqui esquemático das parcelas (a) e respectivas subparcelas (b) usadas durante o inventário da vegetação para a avaliação dos danos causados pelo bambu (*Guadua weberbaueri*) em indivíduos arbóreos de uma Floresta Ombrófila Aberta com Bambu na Fazenda Experimental Catuaba, em Senador Guiomard, Acre.



Fonte: Autores.

A maioria das famílias botânicas e indivíduos arbóreos foi identificada preliminarmente no campo por um parataxonomista com grande experiência em inventários de vegetação na região leste do Acre. A identificação complementar foi realizada posteriormente com o auxílio de literatura e consulta ao acervo digital do herbário NY (<http://sweetgum.nybg.org/science/vh>), site “Flora do Brasil 2020” (<http://reflora.jbrj.gov.br>), “The Plant List” (<http://www.theplantlist.org>) e “Floristics and Economic Botany of Acre, Brazil” (<http://www.nybg.org/bsci/acre/title.html>) para correção das grafias dos nomes científicos e nomes populares.

### 2.3 Avaliação de danos à Vegetação Arbórea

Por se tratar de um estudo pioneiro neste tipo de avaliação, a classificação dos danos aos indivíduos arbóreos causados pelo bambu apresentada neste estudo é uma adaptação dos métodos adotados por Silva (2017), com informações adicionais dos procedimentos adotados por Griscom e Ashton (2006).

Os danos aos indivíduos arbóreos foram separados em três categorias:

- Quebrada: copa quebrada pelo bambu;
- Bambu escorado: bambu escorado sobre o indivíduo arbóreo; e
- Pressionado: indivíduo pressionado por bambu.

Entendeu-se por pressionado, aquele indivíduo que tinha visualmente colmos de bambus sobre seu fuste e/ou copa e que apresentaram alguma tortuosidade e/ou inclinação devido ao peso existente sobre ele no momento da classificação. Quando se observou apenas o bambu escorado, utilizou-se o termo ‘escorado’.

Para avaliação da qualidade de fuste os fustes foram classificados de acordo com a aparência externa:

**Qualidade 1:** Fuste reto, bem configurado, sem defeitos aparentes, que permite a obtenção de toras de alta qualidade;

**Qualidade 2:** Fuste com leves tortuosidades, pequenos nós ou secção transversal elíptica, entretanto a madeira se apresenta completamente sadia;

**Qualidade 3:** Fuste com deformações, ou seja, sem aproveitamento comercial.

### 2.4 Análise de dados e estatística

A análise dos dados coletados em campo, incluiu a avaliação de densidade e frequência realizada no software Microsoft Excel® 2013 e análises estatísticas, incluindo teste de Anova no RStudio.

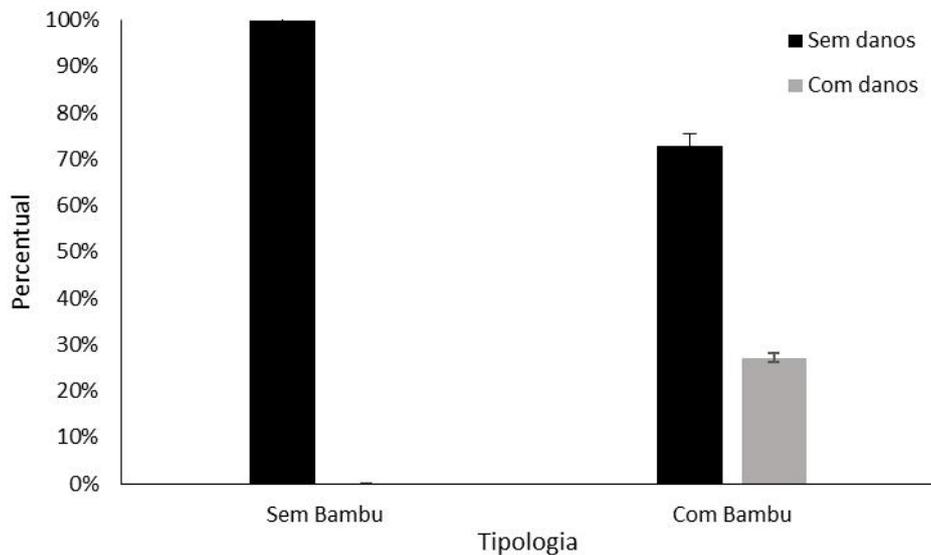
### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Percentual de danos

A densidade de *Guadua weberbaueri* foi de  $1.583 \pm 305$  colmos por hectare, valor que se encaixa no observado por Smith e Nelson (2011) para as florestas do Acre ( $1.000$  a  $2.000$  colmos  $ha^{-1}$ ), porém foi menor do que o encontrado na Amazônia peruana por Griscom e Ashton (2006), de  $3.117 \pm 918$  colmos  $ha^{-1}$ .

Dos 618 indivíduos arbóreos amostrados, com  $DAP \geq 2$  cm, 27 % apresentaram algum tipo de dano relacionado ao bambu, como quebra, carga de peso ou escora (Figura 3). Esse percentual equivale a 166 indivíduos classificados em 113 espécies, das quais duas não foram identificadas.

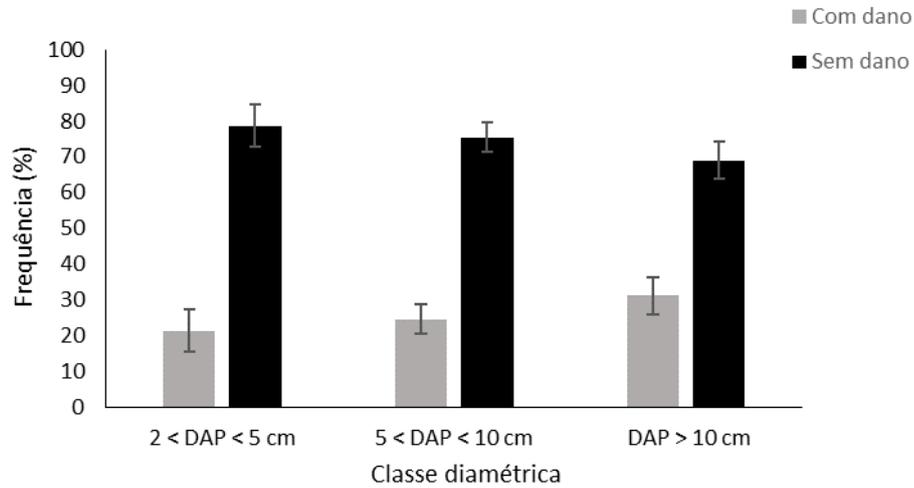
**Figura 3.** Ocorrência de danos nas espécies arbóreas das duas tipologias florestais presentes no fragmento florestal da Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guiomard, Acre.



Fonte: Autores.

A classe de indivíduos com  $DAP > 10$  cm apresentou maior frequência de danos ( $31,04 \pm 5,98$  %) e apresentou diferenças significativas com as demais classes analisadas ( $p > 0,00143$ ). Nas classes  $DAP \geq 2$  cm  $< 5$  cm e  $DAP 5 < DAP < 10$  cm, a frequência de danos ocorreu em menos de 25% dos indivíduos e não apresentaram diferenças significativas entre as classes mencionadas ( $p < 0,8213$ ) (Figura 4). Griscom e Ashton (2006) mostraram que em parcelas dominadas por bambus no Peru, a frequência de danos foi maior na classe de diâmetro de 5-9 cm, com cerca de 70 % dos indivíduos afetados. Na classe diamétrica com  $DAP \geq 10$  a frequência de danos nos indivíduos avaliados foi de aproximadamente 35 %, ou seja, 3 % maior do que o observado no presente estudo. Na classe diamétrica com indivíduos de  $DAP > 4$  cm eles observaram uma frequência de danos de aproximadamente 27 %, o que foi ligeiramente inferior ao obtido neste estudo.

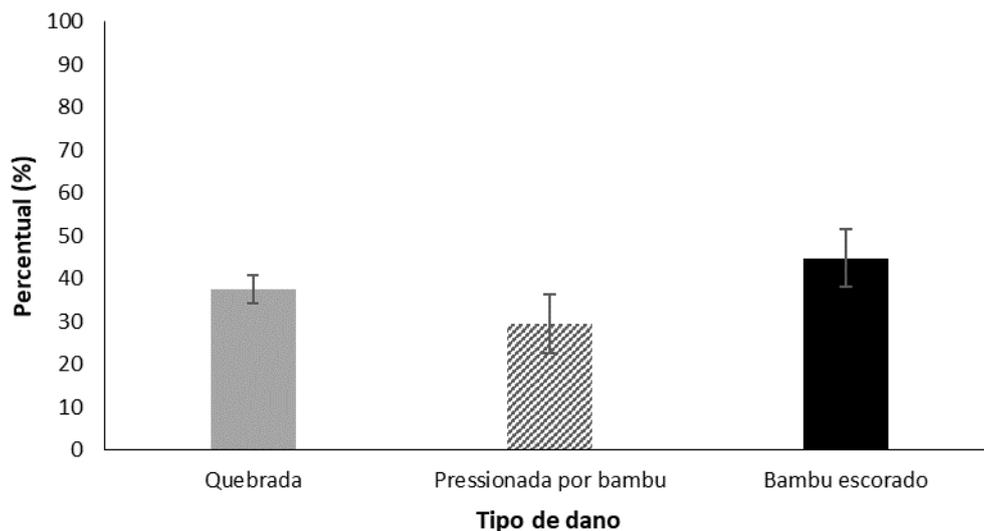
**Figura 4.** Frequência de danos, em porcentagem, para as classes de diâmetro preestabelecidos no fragmento florestal da Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guiomard, Acre.



Fonte: Autores.

A Figura 5 detalha a frequência dos tipos de danos aos indivíduos arbóreos avaliados durante o presente estudo. Os danos mais frequentes foram, respectivamente, a escora  $44,75 \pm 6,71\%$ , seguidos de quebra  $37,55 \pm 3,27\%$  e pressionado  $29,43 \pm 6,93\%$ .

**Figura 5.** Frequência dos tipos de danos causados pelo bambu em indivíduos arbóreos com  $DAP \geq 2$  cm na Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guiomard, Acre.



Fonte: Autores.

Dos indivíduos que apresentaram danos em suas partes aéreas, 148 apresentaram danos decorrentes da carga de peso e da escora dos bambus, que representaram 20,76% dos indivíduos amostrados. Este tipo de dano tende a acarretar tombamentos e quebras dos indivíduos escora e aqueles da vizinhança (Figura 6).

**Figura 6.** Danos causados pelo bambu (*G. weberbaueri*) em indivíduos arbóreos no fragmento florestal da Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guiomard, Acre. a: Escora de colmos causando a inclinação do fuste de indivíduo arbóreo com  $DAP \geq 5 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$ ; b: Indivíduo da classe diamétrica  $DAP \geq 2 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$  pressionado; c: Fuste quebrado de um indivíduo da classe diamétrica  $DAP \geq 10 \text{ cm}$ .



Fonte: Autores.

A ocorrência desses eventos pode levar à redução no número de indivíduos arbóreos e área basal na floresta, supressão da regeneração arbórea, aumento na mortalidade de plântulas, incremento no número de clareiras na floresta e favorecimento ao surgimento de espécies pioneiras, incluindo o bambu, que depende deste tipo de evento para ocupar espaço no sub-bosque. Dessa forma, os distúrbios causados por essa gramínea no dossel das florestas onde ela ocorre em grande densidade torna-se cíclico, como sugerido por Griscom e Ashton (2006).

A presença do lianas foi observada em apenas 1,37% dos indivíduos avaliados, considerando todas as classes de danos nas quais ele estava presente. Esse resultado corrobora o estudo realizado por Campanello et al. (2007) sobre a regeneração de árvores em florestas com lianas e bambus no noroeste da Argentina, no qual observaram que o bambu suprime a presença das lianas nas clareiras florestais, e a baixa quantidade de lianas decorre da ausência de árvores suporte.

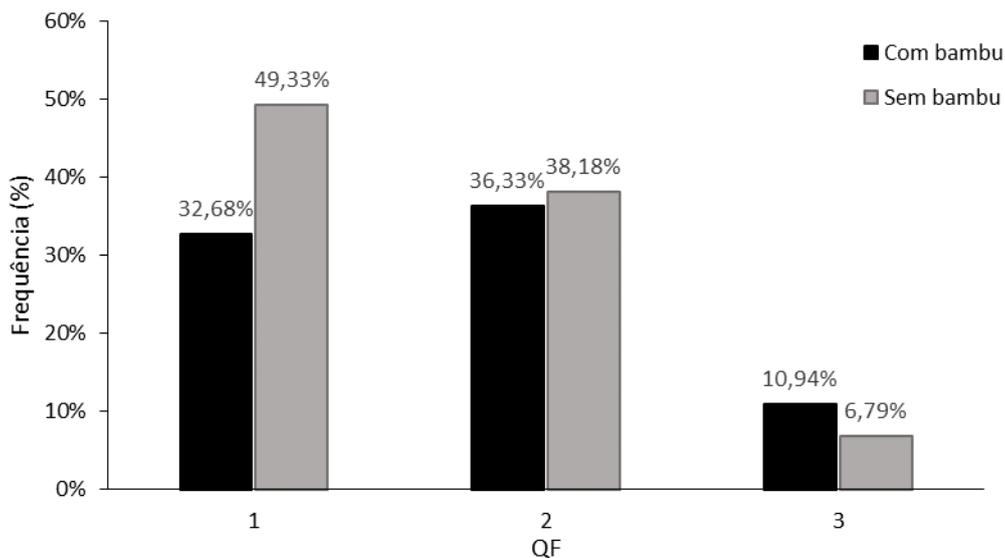
Alguns autores afirmam que a presença de lianas nas florestas tropicais tem sido cada vez mais abundante, tornando o termo para a presença desse tipo de vegetação como “infestação”, pois sua agressividade cria um domínio negativo para a floresta (Phillips et al., 2002; Schnitzer & Bongers, 2002; Kainer et al., 2014). Madeira, Espírito-Santo, Neto, Nunes, Azoifeifa, Fernandes e Quesada, (2009) relataram que a abundância de lianas é maior em estádios intermediários de sucessão ecológica, uma vez que nessa etapa existe abundância de luz e de suporte. Carvalho et al., (2011) também observaram situação semelhante em seu estudo sobre a abundância e biomassa de lianas em uma área de Floresta Atlântica em São Paulo, onde verificaram que as áreas dominadas por bambu apresentavam menor densidade de lianas em função da baixa disponibilidade de árvores de grande porte para atuarem como suporte. Silva (2017), em seu estudo sobre o efeito do fogo em fragmentos florestais no entorno de Rio Branco, Acre, observou uma redução gradativa de lianas entre a floresta primária e as florestas alteradas pelo fogo e dominadas pelo bambu.

### 3.2 Qualidade de fuste nas áreas com bambu dominante

O potencial produtivo madeireiro de uma floresta está relacionado principalmente com a abundância e a qualidade dos indivíduos selecionados para corte, cuja classificação considera como parâmetro o maior percentual de aproveitamento madeireiro de seus fustes. No presente estudo foi observada uma alta frequência (10,94 %) de indivíduos arbóreos com fuste classificados como do tipo 3, ou seja, sem aproveitamento comercial. A principal diferença se deu nos indivíduos classificados com fuste do tipo 1, onde a área com presença de bambu apresentou 16,65% a menos que a área sem a presença de bambu (Figura 7).

É importante ressaltar que caso se considerem todas as classes diamétricas avaliadas no presente estudo e todas as classes de fuste observadas, verifica-se que a capacidade produtiva da floresta equivale a 209,33 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Entretanto, para fins de exploração comercial, são considerados como aptos para a exploração apenas os fustes com DAP ≥ 50 cm e fustes com qualidade 1 e 2. Sendo assim, a capacidade produtiva se reduz para 80,09 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Esse valor, entretanto, decresce se forem consideradas para a exploração apenas as espécies com valor de mercado reconhecido. Este cenário é um claro indicativo de que, sob o ponto de vista produtivo, as florestas dominadas por bambu tendem a apresentar baixa volumetria comercial explorável.

**Figura 7.** Distribuição da frequência dos intervalos de qualidade de fuste (QF) dos indivíduos presentes na área com bambu dominante na Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guimard, Acre.



Fonte: Autores.

Griscom e Ashton (2006), em seu estudo realizado em floresta com bambu na Amazônia peruana, encontraram danos ao fuste das espécies arbóreas quatro vezes mais frequentes se comparados às áreas não dominadas pelo bambu, principalmente em árvores com DAP de 5 a 9 cm, cujo percentual de danos atingiu cerca de 70%. No presente estudo, o percentual de indivíduos afetados por danos causados pelo bambu nos indivíduos arbóreos com DAP ≥ 5 cm < 10 cm foi de 48,4%. Essa diferença percentual entre os dois estudos possivelmente decorre do fato de que nas florestas com bambu do Peru a densidade de colmos por hectare foi sensivelmente maior (3.117 x 1.583). Em ambos os estudos, o alto percentual de indivíduos arbóreos danificados pelo bambu em classes menores de diâmetro pode indicar que possivelmente boa parte deles não atingirá diâmetros maiores ou, caso isso aconteça, os fustes possivelmente apresentarão baixa qualidade comercial (menor percentual de aproveitamento).

Em estudos realizados no leste do Acre, Araújo e Oliveira (1996) encontraram densidade de 375 ind ha<sup>-1</sup> e área basal de 21,96 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para indivíduos com DAP > 10 cm, e Araújo (2006), encontrou densidade de 17 ind ha<sup>-1</sup> e área basal de 6,84 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para indivíduos com DAP > 50 cm, enquanto que no presente estudo a densidade total foi de 329 ind ha<sup>-1</sup> e a área basal total da floresta avaliada foi equivalente a 24,48 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. As árvores avaliadas na floresta da FE Catuaba distribuíram maior área basal em um menor número de indivíduos que estão em classes de maiores diâmetros. Em povoamentos naturais maduros nos quais o bambu não é elemento dominante, o incremento em área basal e o incremento em volume mostram um desenvolvimento altamente paralelo (Loetsch *et al.* 1973).

Em estudos realizados em diferentes regiões da Amazônia nas quais o bambu não era dominante, os valores de densidade e área basal encontrados foram superiores. Trindade, Andrade e Sousa (2007), na Reserva da Utinga em Belém, observaram densidade de 490 ind ha<sup>-1</sup> e área basal de 27,39 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e Pereira *et al.* (2010), em floresta de terra firme no estado do Amapá, encontraram área basal de 36,19 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e densidade de 566 ind ha<sup>-1</sup>.

Sob o ponto de vista de exploração comercial, a floresta estudada na FE Catuaba mostrou que a exploração possivelmente será inviável visto que a remoção dos indivíduos que não atendam os critérios de exploração (diâmetro mínimo de corte, número mínimo de indivíduos por hectare) e a legislação pertinente (proibidas de corte e critérios de raridade), não disponibiliza uma volumetria mínima capaz de justificar os custos da exploração, pois o alto volume madeireiro encontrado inclui espécies protegidas (*Bertholletia excelsa* Bonpl. com 8,87 m<sup>3</sup> e *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg. com 9,39 m<sup>3</sup>), 305 indivíduos considerados raros nos critérios de seleção de árvores para exploração (mais de três indivíduos por ha, com DAP > 50 cm) e indivíduos abaixo do diâmetro mínimo de corte para inventários florestais (DAP < 30 cm).

Rockwell, Kainer, D'Oliveira, Staudhammer e Baraloto (2014) em estudo realizado em uma floresta dominada por *G. sarcocarpa* e *G. weberbaueri* em Acrelândia, Acre, encontraram volumetria abaixo das registradas para as florestas do sudoeste da Amazônia (70,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), um volume que correspondeu à cerca da metade do que foi observado em um estudo realizado em Paragominas-PA (134 ± 19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) (Valle, Phillips, Vidal, Schulze, Grogan, Sales, e van Gardingen, 2007). Por conta desses resultados, Rockwell *et al.* (2014) sugerem que a exploração florestal em áreas com bambus seja realizada fazendo-se a rotação das espécies a serem exploradas como forma de garantir um suprimento madeireiro em longo prazo, avaliando as espécies abundantes, o crescimento arbóreo e a regeneração após o primeiro ciclo de manejo florestal.

Na atualidade, observa-se que apenas o manejo de lianas tem sido uma preocupação em áreas de manejo madeireiro tendo em vista que algumas delas são parasitas e podem provocar a morte de seus indivíduos arbóreos hospedeiros (Putz 1984; Álvarez-Cansino, Schnitzer, Reid e Powers, 2015) e a consequente diminuição do rendimento futuro da exploração. Entretanto, os resultados do presente estudo sugerem que será necessário o emprego de estratégias de manejo visando minimizar os danos que o bambu causa nos indivíduos arbóreos das florestas onde ele domina. No estudo realizado na FE Catuaba, foi possível observar que esta redução ocorre tanto em quantidade como em qualidade dos indivíduos arbóreos, especialmente porque se observa um aumento no número de espécies pioneiras e secundárias tardias, o que pode comprometer o potencial de exploração das florestas com bambu dominante e inviabilizar o tripé da sustentabilidade do manejo florestal: economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo.

#### 4. Conclusão

O percentual de árvores afetadas pela presença do bambu é alto (27% dos indivíduos avaliados), sendo esses danos mais frequentes nos indivíduos da classe de DAP superior a 10 cm.

A quebra e/ou a inclinação dos fustes das árvores foram os tipos de danos mais frequentes, sendo estes tipos de danos decorrentes do peso exercido dos colmos de bambu sobre as árvores ao se apoiarem.

Os danos causados em indivíduos arbóreos pela presença do bambu, comprometem a densidade, o volume e a

qualidade do fuste destes, o que pode implicar nas atividades produtivas, como por exemplo, implicações para a exploração sustentável de madeira, uma vez que reduz o volume de madeira a ser manejada dentro dos critérios de aproveitamento.

## Referências

- Acre. Governo do Estado do Acre. (2006). Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre, Fase II: documento síntese-escala 1:250.000. Rio Branco, Acre, 356p.
- Álvarez-Cansino, L., Schnitzer, S. A., Reid, J. P., & Powers, J. S. (2015). Liana competition with tropical trees varies seasonally but not with tree species identity. *Ecology*, 96: 39–45.
- Araújo H. J. B. de, & Oliveira, L. C. de. (1996). Manejo florestal sustentado em áreas de reserva legal de pequenas propriedades rurais do PC. Pedro Peixoto - Acre. Embrapa-CPAF/AC. 7p.
- Araújo, H. J. B. de, Oliveira, L. C. de, Vasconcelos, S. S. de, & Correia, M. F. (2013). Danos provocados pelo fogo sobre a vegetação natural em uma floresta primária no estado do Acre, Amazônia brasileira. *Ciência Florestal*, 23: 297-308.
- Bardales, N. G., Rodrigues, T. E., Oliveira, H., Amaral, E. F., Araújo, E. A., Lani, J. L., Melo, A. W. F., & Amaral, E. F. (2010). Formação, classificação e distribuição geográfica dos solos do Acre. In: ACRE. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre, ZEE/AC, fase II, escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, p.64-91.
- Campanello, P. I., Gatti, M. G., Ares, A., Montti, L., & Goldstein, G. (2007). Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 252: 108-117.
- Carvalho, A. L. de, Nelson, B. W., Bianchini, M. C., Plagnol, D., Kuplich, T. M., & Daly, D. C. (2013). Bamboo-dominated forests of the Southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves. *PLoS ONE*, 8: e54852.
- Carvalho, P. G., Van Mellis, J., Ascensão, B. M., Cestari, F. M., Alves, L. F., & Grombone-Guaratini, M. T. (2011). Abundância e biomassa de lianas em um fragmento de Floresta Atlântica. *Hoehnea*, 38: 307-314.
- Duarte, A. F. (2006). Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971-2000. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 21: 96-15.
- Ferreira, E. J. L. (2014). O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. *Ciência e Cultura*, 66 (3), 46-51. <https://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000300015>
- Griscom, B. W., & Ashton, P. M. S. (2003). Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in southeastern Peru. *Forest Ecology and Management*, 175: 445-454.
- Griscom, B. W., & Ashton, P. M. S. (2006). A self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a neotropical forest. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 587–597.
- Griscom, B. W., Daly, D. C., & Ashton, P. M. (2007). Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 134: 108-125.
- Higuchi, N., Santos, J. dos, Lima, A. J. N., Higuchi, F. G., & Chambers, J. Q. (2011). *A floresta amazônica e a água da chuva*. *Floresta*, 41: 427-434.
- Janzen, D. H. (1976). Why bamboos wait so long to flower? *Annual Review of Ecology & Systematics* 7: 347-391.
- Johns, J. S., Barreto, P. G., & Uhl, C. (1998). Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental. Série Amazônica, 16, Belém, 40p.
- Kainer, K. A., Wadt, L. H. O., & Staudhammer, C. L. (2014). Testing a silvicultural recommendation: Brazil nut responses 10 years after liana cutting. *Journal of Applied Ecology*, 51: 655-663.
- Larpkern, P., Moe, S.R., Totland, S.R. (2011). Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. *Oecologia*, 165: 161-168.
- Lima, R. A. F., Rother, D. C., Muler A. E., Lepsch, I. F., & Rodrigues, R. R. (2012). Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot. *Biological Conservation*, 147: 32-39.
- Loetsch, F., Zöhner, F., & Haller, K. E. (1973). *Forest inventory*. 2da ed. BLV Verlagsgesellschaft, Munique, 469p.
- Londoño, X., & Peterson, P. M. (1991). *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a new species of Amazonian bamboo with fleshy fruits. *Systematic Botany*, 16: 630-638.
- Madeira, B. G., Espírito-Santo, M. M., Neto, S. D., Nunes, Y. R. F., Azofeifa, G. A. S., Fernandes, G. W., & Quesada, M. (2009). Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, 201: 291-304.
- Nadgauda, R. S., Parasharami, V. A., & Mascarenhas, A. F. (1990). Precocious flowering and seeding behavior in tissue-cultured bamboos. *Nature*, 344: 335-336.
- Nelson, B. W., Oliveira, A. C., Batista, G. T., Vidalenc, D., & Silveira, M. (2001). Modeling biomass of forests in the southwest Amazon by polar ordination of Landsat TM. Anais... Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10, 2001. Foz do Iguaçu, Paraná, INPE.
- Nogueira, E. M., Nelson, B. W., Fearnside, P. M., & França, M. B. (2008). Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecol. Manage.* 248: 119–135.

- Oliveira, A. C. A. (2000). Efeitos do bambu *Guadua weberbaueri* Pilger sobre a fisionomia e estrutura de uma floresta no sudoeste da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 84p.
- Phillips, O. L., Martinez, R. V., Arroyo, L., Baker, T. R., Killeen, T., Lewis, S. L., Malhi, Y., Mendoza, A. M., Neill, D., Vargas, P. N., et al. (2002). Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature*, 418: 770-774.
- Rockwell, C. A., Kainer K. A., D'Oliveira, M. V. N., Staudhammer C. L., Baraloto, C. (2014). Logging in bamboo-dominated forests in southwestern Amazonia: Caveats and opportunities for smallholder forest management. *Forest Ecology and Management*, 315: 202-210.
- Schnitzer, S. A., & Bongers, F. (2002). The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 17: 223–230.
- Silman, M. R., Ancaya, E. J., & Brinson, J. (2003). Los bosques de bambú en la Amazonía Occidental. In: Pitman, R.L., Pitman, N., Álvarez, P. (eds.). Alto Purús: Biodiversidad, conservación y manejo. *Center for Tropical Conservation, Lima*, p.63-72.
- Silva, S. S. da. (2017). Dinâmica dos incêndios florestais no Estado do Acre. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 130p.
- Smith, M. (2000). Efeito de perturbações sobre a abundância, biomassa e arquitetura de *Guadua weberbaueri* Pilg. (Poaceae - Bambusoideae) em uma floresta dominada por bambu no Sudoeste da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 79p.
- Silveira, M. (2005). A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: padrões e processos em múltiplas escalas. Editora Ufac, Rio Branco, 127p.
- Trindade, M. J. de S., Andrade, C. R., & Sousa, L. A. S. de. (2007). Florística e fitossociologia da Reserva do Utinga, Belém, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5: 234-236.
- Tripathi, S., Srinivas V. V., & Nanjundiah R. S. (2006). Downscaling of precipitation for climate change scenarios: a support vector machine approach. *Journal of Hydrology*, 330: 621-640.
- Valle, D., Phillips, P., Vidal, E., Schulze, M., Grogan, J., Sales, M., & van Gardingen, P. (2007). Adaptation of a spatially explicit individual-based growth and yield model and long-term comparison between reduced-impact and conventional logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 243: 187–198.
- Veblen, T. T. (1982). Regenerations patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9: 11-28.