



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**BRUNA INGRID ARAÚJO SILVA**

**PREDAÇÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA EM ÁREA SOB RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA AMAZÔNIA**

**BELÉM  
2019**

**BRUNA INGRID ARAÚJO SILVA**

**PREDACÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA EM ÁREA SOB RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA AMAZÔNIA**

**BELÉM  
2019**

**BRUNA INGRID ARAÚJO SILVA**

**PREDAÇÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA EM ÁREA SOB RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural da Amazônia em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Biológicas. Área de concentração: Botânica Tropical. Linha de pesquisa: Ecologia, Manejo e Conservação.  
Orientador: Dr. Rafael de Paiva Salomão

**BELÉM  
2019**

---

Silva, Bruna Ingrid Araújo

Predação de mudas de castanheira em área sob restauração florestal na Amazônia. / Bruna Ingrid Araújo Silva; Orientação de Rafael de Paiva Salomão – Belém, 2019.

52 f.: il.

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical da Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

1. Reflorestamento. 2. Castanha do Brasil. 3. Roedores silvestres. I. Salomão, Rafael de Paiva, orient. II. Título.

CDD 634.956

---

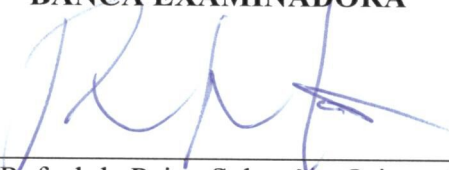
**BRUNA INGRID ARAÚJO SILVA**

**PREDAÇÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA EM ÁREA SOB RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural da Amazônia em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Biológicas. Área de concentração: Botânica Tropical. Linha de pesquisa: Ecologia, Manejo e Conservação.

Data de aprovação 27/02/2019

**BANCA EXAMINADORA**



---

Dr. Rafael de Paiva Salomão- Orientador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG



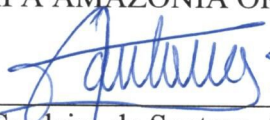
---

Dr. Leandro Valle Ferreira. 1º Examinador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI – MPEG



---

Dr. Silvio Brienza Junior. 2º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



---

Dr. Antônio Cordeiro de Santana. 3º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação especialmente a minha mãe Célia Araújo, que sempre me deu o apoio necessário para que eu seguisse na carreira acadêmica e conquistasse meus objetivos.*

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e colaboração de pessoas e instituições, as quais tenho imensa gratidão e ofereço meus sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador Dr. Rafael de Paiva Salomão, por todos os ensinamentos, orientações e pela paciência na realização deste trabalho;

Aos colegas Mário Rosa (MPEG) e Vanessa Sousa (Embrapa), por todo o auxílio na coleta de dados em campo;

Ao professor Antônio Cordeiro (UFRA), pelos esclarecimentos sobre análise estatística e econômica;

A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), pelo ambiente de estudos proporcionado para a elaboração e conclusão do trabalho;

A CAPES pela concessão da bolsa que auxiliou nos meus estudos durante o mestrado;

Ao projeto de conservação da castanha-do-pará Vale/ ICMBIO/ MPEG, pelo financiamento à realização dos trabalhos em campo e concessão da área experimental;

A minha mãe Célia Araújo e meu companheiro Renan Cunha, por todo amor, dedicação e incentivo;

Aos amigos do POSBOT que me ajudaram durante todo o mestrado no âmbito profissional e pessoal e todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desta dissertação, meu muito obrigado.

## RESUMO

O uso da castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl), na restauração florestal e recuperação de áreas degradadas na Amazônia, têm se mostrado promissor, devido às suas características silviculturais favoráveis e os benefícios socioeconômicos que a espécie pode trazer. No entanto, quando utilizada em áreas de pastagem abandonada, sua taxa de sobrevivência, pode ser fortemente ameaçada pela predação de roedores em áreas alteradas. Diante desta problemática para a restauração florestal com esta espécie em áreas de pastagem, se faz necessário a realização de estudos de manejo, que visem a redução de danos ocasionados por estes mamíferos e consequentemente aumento das taxas de sobrevivência. Desta forma, objetivou-se neste trabalho, avaliar a predação de mudas de castanheira por roedores em pastagem abandonada sob processo de restauração florestal e sua relação com os tratos silviculturais. Foram realizados três tratamentos: tratamento 1- com tratos silviculturais físicos; tratamento 2 – com tratos silviculturais físicos e químico; tratamento 3 – com realização de tratos silviculturais físicos e químicos e uso de protetor de mudas. Cada tratamento teve 8 repetições com 40 mudas cada, totalizando 320 mudas por tratamento distribuídas no espaçamento de 12 x 12 m. Os monitoramentos foram realizados em 2016 e 2017, nos quais foram identificados e contabilizados em planilha o número de plantas mortas por roedores silvestres e também por outros fatores. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e teste de Kruskal-Wallis a 1% de probabilidade, para comparação de médias entre as áreas. Houveram diferenças significativas entre todos os tratamentos. A mortalidade por roedores no tratamento 1 foi de 29,69% e por outros fatores chegou a 27,81%. Nos tratamentos 2 e 3 não houveram ataque de roedores, sendo a mortalidade por outros fatores de 4,37% e 16,56% respectivamente. Verificou-se que a alta taxa de predação no tratamento 1 está diretamente associada a presença de gramíneas exóticas de crescimento rápido, que proporcionaram abrigo e proteção para a alimentação dos roedores correndo riscos menores de serem caçados por outros animais. A presença dessas gramíneas, podem reduzir as taxas de sobrevivência de mudas, tanto por servirem de abrigo para roedores, como também por limitar o acesso das mudas à luz, água e nutrientes. A incorporação da capina química aos tratos silviculturais para controle do capim, propiciou melhores condições para a sobrevivência de mudas, reduzindo as taxas de predação por roedores. Recomenda-se que em áreas de pastagem sob restauração com castanheira, seja realizado adequado controle do capim nos anos iniciais com o uso de capina semi-mecanizada e química (herbicida), ou que seja adotado o uso de mudas mais velhas com endosperma lignificado, para evitar o ataque de roedores e reduzir a competição com as mudas.

**Palavras-chave:** restauração ecológica, tratos silviculturais, castanha do brasil, roedores silvestres.



## ABSTRACT

The use of brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl), forest restoration and recovery of degraded areas in the Amazon, has been promising due to its favorable silvicultural characteristics and the socioeconomic benefits that the species can bring. However, when used in abandoned pasture areas, their survival rate can be strongly threatened by the predation of rodents in disturbed areas. Faced with this problem for the forest restoration with this species in pasture areas, it is necessary to carry out management studies that aim to reduce the damages caused by these mammals and consequently increase survival rates. In this way, the objective of this work was to evaluate the predation of brown tree seedlings by rodents in abandoned pasture under forest restoration process and its relationship with silvicultural treatments. Three treatments were performed: treatment 1- with physical silvicultural treatments; treatment 2 - with physical and chemical silvicultural treatments; treatment 3 - with physical and chemical silvicultural treatments and use of seedlings. Each treatment had 8 replicates with 40 seedlings each, totaling 320 seedlings per treatment distributed in the spacing of 12m x 12m. The monitoring was carried out in 2016 and 2017, in which the number of plants killed by wild rodents and other factors were identified and counted in the worksheet Data were submitted to normality tests and Kruskal-Wallis test at 1% probability, to compare means between areas. There were significant differences between all treatments. Rodent mortality in treatment 1 was 29.69% and by other factors it reached 27.81%. In treatments 2 and 3 there was no attack of rodents, being the mortality by other factors of 4.37% and 16.56%, respectively. It was found that the high rate of predation in treatment 1 is directly associated with the presence of fast-growing exotic grasses, which provided shelter and protection for rodent feeding at lower risks of being hunted by other animals. The presence of these grasses may reduce seedling survival rates, both as a shelter for rodents, and to limit seedlings' access to light, water and nutrients. The incorporation of chemical weeding to the silvicultural treatments for grass control, provided better conditions for seedling survival, reducing the rates of predation by rodents. It is recommended that in pasture areas under restoration with chestnut trees, adequate control of the grass in the initial years should be carried out with the use of semi-mechanized weeding and chemical (herbicide), or that the use of older seedlings with lignified endosperm be adopted, to avoid the attack of rodents and to reduce the competition with the seedlings.

**Palavras-chave:** ecological restoration, silvicultural treatments, brazil nuts, wild rodents.

## SUMÁRIO

<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	11
<b>1.1. Referencial Teórico</b> .....	11
1.1.1. Restauração florestal .....	12
1.1.2. Castanha do brasil como espécie chave .....	14
1.1.3. Roedores como animais-praga .....	15
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17
<b>PREDÇÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA (<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.) EM PASTAGEM ABANDONADA SOB RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA</b> .....	22
<b>2.1. Introdução</b> .....	22
<b>2.2. Material e Métodos</b> .....	25
2.2.1. Área de estudo .....	25
2.2.2. Preparo da área, plantio e tratos silviculturais .....	26
2.2.3. Coleta e análise de dados .....	28
<b>2.3. Resultados</b> .....	29
<b>2.4. Discussão</b> .....	31
<b>2.4. Conclusão</b> .....	35
Agradecimentos .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	43
<b>ANEXO</b> .....	45

## CONTEXTUALIZAÇÃO

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl), também conhecida como castanha-do-pará e castanha-do-brasil, é uma espécie ícone da floresta amazônica, suas amêndoas consistem do segundo produto florestal não madeireiro de maior importância comercial na região Norte do Brasil, sendo o estado do Pará um dos principais produtores. Anualmente mais de 25.000 toneladas de frutos são coletadas no Pará, com vendas de mais de R\$100 mil (IBGE, 2018).

Em virtude de seu potencial econômico e suas características silviculturais a espécie tem sido uma das principais essências florestais nativas, indicadas para a restauração e reabilitação de áreas degradadas na Amazônia, pois é uma espécie rústica, de crescimento rápido em condições de alta luminosidade, com alta taxa de sobrevivência de mudas, resistente ao déficit hídrico e sem problemas fitossanitários (SCOLES; GRIBEL; KLEIN, 2011).

Devido às características germinativas das sementes de castanheira, classificada como criptocotiledonar hipógea, na qual os cotilédones ficam abaixo da superfície do solo e não emergem do tegumento da semente, o endosperma da muda de castanheira serve de alimento para diversos animais silvestres, principalmente roedores, assim como ocorre com as sementes.

Apesar dos roedores predarem sementes e mudas de castanheira em estágio de plântula, não haviam registros de ataques em plantios com a espécie. Porém em 2016, Salomão e Souza (2016), constataram seis meses após o plantio, uma taxa de predação de mudas, ocasionada por roedores de 15,8%, em área de pastagem, sob restauração florestal na região de Carajás, Sudeste do Pará. Sendo desconhecidos os fatores intrínsecos a este evento.

A partir do surgimento desta praga em plantio de castanheira, na região de Carajás-PA, observou-se a necessidade de investigar quais fatores levaram à ocorrência deste ataque e o que pode favorecer o aumento ou a diminuição da predação de mudas. Gerando deste modo, informações que auxiliarão os restauradores na prevenção e no controle da predação de mudas em áreas sob condições semelhantes.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a predação de mudas de castanheira por roedores, em pastagem abandonada sob processo de restauração florestal, com diferentes níveis de tratos silviculturais. Partindo-se da hipótese de que diferentes formas de manejo do capim interferem na taxa de predação de mudas.

### 1.1. Referencial teórico

### 1.1.1. Restauração florestal

O histórico de ocupação da Amazônia é marcado pelo desmatamento diretamente relacionado às forças econômicas, sendo a pecuária bovina a principal atividade responsável (RIVERO, 2009; FEARNSSIDE, 2006). Infelizmente o baixo nível de intensificação e padrão tecnológico utilizado pela pecuária na região, resultou em um montante de áreas degradadas economicamente e biologicamente (DIAS-FILHO, 2014; DIAS-FILHO, 2017).

De acordo com Vieira *et al.* (2008), a degradação de um ecossistema ocorre, quando a capacidade de resistência às modificações ambientais é excedida, necessitando de um processo de recuperação ou restauração. Desta forma, a recuperação ambiental ou restauração ecológica, auxilia no reestabelecimento de um ecossistema que foi degradado, transformado, danificado ou totalmente destruído como resultado direto ou indireto de ações antrópicas (SALOMÃO; SANTANA; BRIENZA JUNIOR, 2013).

A capacidade de recuperação de um ecossistema depende de sua resiliência e estabilidade. Segundo a Sociedade de Restauração Ecológica -SER (SER, 2004) a resiliência “é a capacidade do ambiente de recuperar seus atributos estruturais e funcionais em face de situações de estresse e distúrbio”, e a estabilidade “é a capacidade de manter uma determinada trajetória”, assim, quanto maior estes fatores, maior a capacidade do ambiente de retornar a sua trajetória histórica.

A restauração tem por objetivo, fazer com que o ecossistema degradado recupere a biodiversidade, estrutura e produtividade, além das funções e processos ecológicos, de modo equivalente ao ambiente original ou o mais próximo possível do ecossistema de referência (SALOMÃO *et al.* 2006).

Quando a restauração ecológica é aplicada a ecossistemas florestais, o processo recebe o nome de restauração florestal (ARONSON; DURIGAN; BRANCALION, 2011). Por vezes, a restauração florestal é confundida com o plantio de florestas comerciais, na qual geralmente se realiza o plantio de uma única espécie para exploração madeireira (NBL e TNC, 2013).

Ecossistemas florestais podem ser restaurados de forma passiva, por processos sucessionais espontâneos, ou de forma ativa, com a intervenção humana para que as barreiras à regeneração sejam superadas, incluem-se como métodos de restauração ativa, o plantio de árvores, semeadura direta e a regeneração assistida (CHAZDON, 2012). A determinação do método mais adequado depende do nível de degradação da área, do histórico de uso do solo, do objetivo, do orçamento disponível e da relação custo-benefício de cada técnica (MORAES *et al.* 2010).

Quando o nível de degradação é elevado e a resiliência é baixa, a restauração ativa, demonstra-se como a alternativa mais indicada. Apesar de apresentar custos mais elevados, este método permite o aumento da diversidade com a introdução de espécies-chave, que controlam a estrutura da comunidade e influenciam na ocorrência das demais espécies associadas, também é possível introduzir as espécies raras, as ameaçadas de extinção e as de difícil dispersão (SALOMÃO *et al.* 2006; VIEIRA *et al.* 2008; SALOMÃO; SANTANA; BRIENZA JUNIOR, 2013).

Independentemente do método utilizado, a restauração florestal nas áreas de pastagem pode ser bastante dificultada pela competição entre gramíneas exóticas e plantas nativas (BARBOSA *et al.* 2018). Em geral as gramíneas que compõem as pastagens brasileiras são exóticas originárias da África, sendo amplamente utilizado o capim braquiária (*Urochloa* spp.), capim colônia (*Megathyrsus maximus*), capim gordura (*Melinis minutiflora*) e capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), que apesar de serem importantes fontes de alimento para o gado, já se tornaram espécies invasoras, ameaçando a biodiversidade local (MATOS e PIVELLO, 2009).

As gramíneas exóticas, possuem grande capacidade de dispersão e produção de sementes, ciclo reprodutivo rápido e grande eficiência fotossintética, que garante altas taxas de crescimento; também são tolerantes a herbivoria e ao desfolhamento, regenerando e rebrotando facilmente (FREITAS e PIVELLO, 2005); adaptam-se a quase todo tipo de solo e clima, com baixa exigência em fertilidade do solo (BARBOSA *et al.* 2018).

Todas essas características, fazem com que essas poáceas exóticas tenham grande produção de biomassa, que atua tanto como barreira física ao crescimento de outras espécies, quanto fisiológica por impedir a chegada de luz ao solo (CHEUNG *et al.* 2009). O sombreamento denso na superfície do solo, dificulta a germinação das sementes fotoblásticas positivas de espécies nativas existentes no banco de sementes, o estabelecimento das plântulas da regeneração e a sobrevivência de árvores plantadas (FRAGOSO *et al.* 2017).

O difícil controle dessas gramíneas, implicam em elevação dos custos da restauração florestal, podendo ocasionar prejuízos pela mortalidade elevada de mudas (SILVEIRA *et al.* 2013). Métodos distintos de controle de capins vêm sendo testados, afim de romper às barreiras à restauração passiva e ativa, porém existem lacunas na divulgação e validação dos resultados, quanto a eficiência e os custos envolvidos (BARBOSA *et al.* 2018).

Neste sentido o presente trabalho traz diferentes formas de controle de gramíneas exóticas, em uma área de pastagem abandonada, sob restauração ativa na Amazônia e com base nos resultados obtidos propõe algumas soluções para o aumento da sobrevivência de mudas nessas condições.

### 1.1.2. Castanha do brasil como espécie chave

A castanheira, também conhecida como castanha-do-pará e castanha-do-brasil, é uma espécie ícone da Amazônia, sendo a única representante do gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae. A árvore possui porte imponente chegando a 50 m de altura, já tendo sido registrado por Salomão (1991) exemplares com DAP de 446 cm e 525 cm. Sua ocorrência se dá em aglomerados denominados castanhais que podem ser mais ou menos densos, de 1 a 15 árvores por hectare (SALOMÃO *et al.* 2006).

Seu fruto, popularmente denominado ouriço, consiste de um fruto seco em formato de cápsula esférica, contendo em seu interior as sementes, que apresentam formato triangular anguloso e superfície muito rígida e rugosa (MAUÉS *et al.* 2015). As sementes contidas no interior do ouriço são um produto florestal não madeireiro de grande valor econômico, explorado há séculos em sistemas extrativistas, essa atividade é uma das principais fontes de renda para comunidades na Amazônia, e promove a conservação de grandes extensões da floresta (BAYMA *et al.* 2014), são utilizadas como alimento humano e animal, sendo considerada uma das proteínas vegetais mais completas, com elevados teores de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e selênio, elementos essenciais à saúde (COSTA *et al.* 2009).

A alta longevidade da espécie é algo surpreendente, já que árvores de floresta tropical raramente ultrapassam 400 anos, e para a castanha já foram registrados exemplares com idades estimadas entre 576 a 731 anos na FLONA Saracá-Taquera (SALOMÃO, 2009). Além de sua alta longevidade, a castanheira pode atingir maturidade reprodutiva bem cedo, Costa, Wandelli e Castro (2009), constataram em sistemas agroflorestais no estado do Amazonas, início da produção de frutos a partir de 8 anos de estabelecimento da espécie, com frutificação de todas as árvores aos 12 anos.

A castanheira é considerada uma espécie rústica, com alto índice de sobrevivência de mudas, capacidade de rebrota após perturbação por fogo, crescimento rápido em condições de alta luminosidade, resistente a períodos de estiagem, não apresenta problemas fitossanitários e possui ampla base genética (SCOLES; GRIBEL; KLEIN, 2011). Salomão, Santana e Brienza Júnior (2013), através de um índice fitossociológico e socioeconômico (IFSE), identificaram a castanheira como uma das espécies-chave para a restauração florestal na Amazônia, ou seja, responsável por controlar a estrutura da comunidade, devido à sua abundância, distribuição espacial, biomassa, porte ou cobertura, e que influencia a ocorrência de outras espécies associadas.



Diante da importância econômica, dos aspectos silviculturais favoráveis e dada a função ecológica no processo de restauração, o uso da espécie em programas de recuperação e restauração tem sido incentivado.

Apesar da castanheira estar sendo bastante utilizada na restauração ativa na Amazônia, apresentando bom desempenho em crescimento e sobrevivência, recentemente Salomão e Souza (2016) registraram mortalidade significativa de castanheiras em área de pastagem abandonada sob processo de restauração, na região de Carajás, sudeste do Pará. A mortalidade foi ocasionada por roedores e alcançou 15,8% em apenas 6 meses após o plantio.

Diante deste novo desafio para a restauração florestal na Amazônia, analisar as possíveis causas dos ataques de roedores em área de pastagem sob restauração com castanheira e a elaboração e seleção de técnicas de redução de danos ocasionados por estes animais, geram informações importantes para que a espécie continue a ser utilizada nos projetos de restauração na região sem danos econômicos vultosos.

#### 1.1.3. Roedores como animais-praga

Os roedores são mamíferos pertencentes à ordem Rodentia que possuem como principal característica um par de dentes incisivos proeminentes de crescimento contínuo, que os obriga a roer constantemente para desgastá-los. São animais com grande capacidade de adaptação às variações ecológicas e bastante prolíferos (BRASIL, 2002). Geralmente são herbívoros ou onívoros, com variação populacional de acordo com a disponibilidade de alimento nas estações do ano em regiões temperadas ou períodos de chuva e seca em regiões tropicais (LARA, 2017).

Estes mamíferos representam entre os animais vertebrados, o grupo de pragas mais importante, devido à variedade de espécies causadoras de danos e a diversidade de ambientes capazes de habitar (WINGCHING-JONES; MONGE-MEZA; PÉREZ-SALAS, 2009). Os danos atingem os setores urbano, rural e industrial, através da transmissão de doenças aos seres humanos e animais domésticos, consumo de partes vegetais e sementes de espécies cultivadas tanto agrícolas como silvícolas, deterioração de equipamentos e infraestruturas, além da contaminação e consumo de alimentos armazenados (MONGE-MEZA; HERRERA-MURILLO; ARIAS-REVERÓN, 2014).

Diversos autores relatam danos diretos e indiretos causados por roedores à diversas culturas agrícolas importantes em países da América, como Brasil, México e Costa Rica, as principais culturas citadas são arroz, coco, sorgo, trigo, cevada, café, içara, cacau, cebola, abacaxi, amendoim e cana de açúcar (LA CRUZ-RAMÍREZ e SÁNCHEZ-SOTO, 2016;

MONGE-MEZA; HERRERA-MURILLO; ARIAS-REVERÓN, 2014; SANTOS, 2013; MONGE, 2011). Na região Sul do Brasil estes animais são descritos como principais causadores de danos em plantios florestais de *Pinus* spp. e *Araucaria angustifolia*, no pinus os danos consistem na remoção do córtex das árvores, já na araucária, consiste no consumo dos pinhões em sistemas de semeadura direta (PICINATTO FILHO, 2014; MARAN *et al.* 2016; MÜLLER e MACEDO, 1980).

Rosas e Drumond (2009), explicam que o surgimento de animais generalistas e de pequeno porte como pragas agrícolas e florestais, se dá pela redução de biomassa e de diversidade da fauna silvestre ocasionada pela crescente ação antrópica sobre áreas de floresta. A conversão de áreas florestais nativas em paisagens dominadas por uma única espécie como pastos, desestrutura a comunidade de pequenos mamíferos, extinguindo localmente as espécies mais exigentes e favorecendo as mais flexíveis, desta forma monocultivos de modo geral se tornam mais propensos a ataques de roedores do que policultivos (LARA, 2017; COELHO, 2010).

Andreiv e Firkowski (2006) testaram diversas técnicas para reduzir os danos de roedores em povoamentos pinus, porém nenhuma eficiência foi obtida com uso de repelentes, espantalhos imitando aves e uso de cabelo humano ao redor das árvores. Segundo Andreiv (2002) as técnicas que têm se mostrado mais eficientes são: o uso de iscas tóxicas, a manipulação ambiental reduzindo as condições de hábitat para os roedores e a utilização de barreiras que protejam as estruturas ou áreas atacadas, esta última tem se mostrado bastante eficiente, porém cara.

Apesar dos roedores serem uma praga bastante comum, de modo geral os estudos realizados no Brasil, são voltados aos aspectos biológicos como ecologia, população e reprodução, sendo pouco estudados especificamente como pragas (SANTOS, 2013).

Na Amazônia, os danos ocasionados por roedores, observados por Salomão e Souza (2016) em mudas de castanheira em área sob restauração florestal, são diferentes dos danos em plantios de pinus e araucária. Porém, as lições aprendidas com as técnicas de redução de danos ocasionado por roedores já testadas na região sul, são base para a seleção e elaboração de melhores técnicas de redução de danos na região amazônica. Desta forma, a identificação dos agentes causadores de danos, das técnicas mais eficientes para o controle da predação de mudas e a análise dos custos envolvidos, são elementos importantes para o avanço da restauração florestal com a castanha-do-brasil.



## REFERÊNCIAS

- ANDREIV, Juares. **Danos causados por roedores em povoamentos de pinus e técnicas de redução de danos**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- ANDREIV, Juares; FIRKOWSKI, Carlos. Técnicas de redução de danos causados por roedores em povoamentos de pinus. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p.305-310, maio 2006.
- ARONSON, James; DURIGAN, Giselda; BRANCALION, Pedro Henrique Santin. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Instituto Florestal: Série registros**, São Paulo, v. 1, n. 44, p.1-38, ago. 2011.
- BARBOSA, Juliene Brito Martins; GOMES, William Barros; MALAQUIAS, Juaci Vitória; AQUINO, Fabiana de Gois; ALBUQUERQUE, Lidiamar Barbosa de. Métodos de controle de braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.) em área de restauração ecológica de mata ripária, DF. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.1491-1501, 16 dez. 2018.
- BAYMA, Márcio Muniz Albano; MALAVAZI, Fernando Wagner; SÁ, Claudenor Pinho de; FONSECA, Fernanda Lopes; ANDRADE, Edivaldo Pinheiro; WADT, Lúcia Helena de Oliveira. Aspectos da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no estado do Acre, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências naturais**, Belém, v. 9, n. 2, p.417-426, maio 2014.
- BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE-FUNASA. **Manual de controle de roedores**. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2002. 132 p.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2017>>. Acesso em: 28 dez. 2018.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>>. Acesso em: 28 dez. 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº6**, de 23 de setembro de 2008.
- CHAZDON, Robin. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 7, n. 3, p.195-218, set. 2012.
- CHEUNG, Kwok Chiu; MARQUES, Márcia C. M.; LIEBCH, Dieter. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, [s.l.], v. 4, n. 23, p.1048-1056, 2009.
- CORREIA, Viviane Maia. **Crescimento, aspectos nutricionais e fotossintéticos de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* H. B. submetidas à diferentes tratamentos de**

**fertilização.** 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

COSTA, Joanne Régis da; WANDELLI, Elisa Vieira; CASTRO, Arianna Bianca Campos. **Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 21 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

CUNHA, Marcelo. Social capital and access to (natural) resources and markets along the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) value chain in the Lower Amazon basin, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências naturais**, Belém, v. 9, n. 2, p.337-352, maio 2014.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. **Degradação de pastagens:** o que é e como evitar. Brasília: Embrapa, 2017. 19 p.

FEARNSIDE, Philip M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**. Manaus, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FRAGOSO, Rosimeri de Oliveira; CARPANEZZI, Antonio Aparecido; KOEHLER, Henrique Soares; ZUFFELLATO-RIBAS, Kátia Christina. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p.1451-1464, out. 2017.

FREITAS, G.K. e PIVELLO, V.R. 2005. A ameaça das gramíneas exóticas a biodiversidade. In. O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassununga. (PIVELLO, V.R.; VARANDA, E.M., ed.) SMA, São Paulo, p. 233-348.

GOMES, Iane Barroncas. **Respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas à fertilização em plantio homogêneo.** 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciências Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. **Cronologia da Ocupação e Destruição dos Castanhais no Sudeste Paraense.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 130 p

LA CRUZ-RAMÍREZ, A. de; SÁNCHEZ-SOTO, S.. Estructura poblacional de roedores plaga en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la Chontalpa, Tabasco, México. **Agroproductividad**, [s.l.], v. 9, n. 7, p.35-40, jul. 2016.

LARA, Laura Elena Cruz. Cultivos y efectos del clima en la diversidad de pequeños roedores. **Revista Académica de La Enp**, [s.l.], v. 3, n. 7, p.1-2, maio 2017.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. D.; SOUZA, V. F. de; MACEDO, R. de S. **Crescimento em diâmetro de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) cultivada em solo de baixa fertilidade.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. 4 p. (Circular técnica).

MARAN, J. C.; ROSOT, M. A. D.; RADOMSKI, M. I.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência e germinação em plantios de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p.1349-1360, out. 2016.

MATOS, Dalva M. Silva; PIVELLO, Vânia R .. O impacto das plantas invasoras em recursos naturais de ambientes terrestres: **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009.

MAUÉS, Márcia Motta; KRUG, Cristiane; WADT, Lúcia Helena Oliveira; DRUMOND, Patrícia Maria; CAVALCANTE, Marcelo Casimiro; SANTOS, Andréa Cristina Silva dos. **A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015. 84 p.

MONGE, Javier. Plagas vertebradas del cultivo de cebolla. In: GRANADOS, María del Milagro. **Problemas fitosanitarios de la cebolla en Costa Rica**. Costa Rica: Editorial Ucr, 2016. Cap. 3. p. 20-26.

MONGE-MEZA, Javier. El impacto de las taltuzas en el cultivo de banano. **Agronomía Mesoamericana**, Costa Rica, v. 22, n. 1, p.167-174, jan. 2011.

MONGE-MEZA, Javier; HERRERA-MURILLO, Franklin; ARIAS-REVERÓN, Julio. Daños de la rata *Sigmodon hirsutus* (Rodentia: Cricetidae) al cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) en Alajuela, Costa Rica. **Cuadernos de Investigación Uned**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.81-86, jun. 2014.

MORAES, Luiz Fernando Duarte; CAMPELLO, Eduardo Francia Carneiro; FRANCO, Alívio Antonio. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 14, n. 02, p.437-451, 30 jun. 2010.

MÜLLER, Jorge Alberto; MACEDO, José Henrique Pedrosa. Notas preliminares sobre danos causados por animais silvestres em pinhões. **Revista Floresta**, [s.l.], p.35-41, 1980.

NBL– Engenharia Ambiental Ltda; (TNC), The Nature Conservancy. **Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará**. Belém: The Nature Conservancy, 2013. 128 p.

PERES, Carlos A.; BAIDER, Cláudia; ZUIDEMA, Pieter A.; WADT, Lúcia H. O.; KAINER, Karen A. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, [s.l.], v. 302, p. 2112-2114, dez. 2003.

PICINATTO FILHO, Vilmar. **Avaliação de danos causados por roedores silvestres em *Pinus taeda* L. como subsídio ao manejo de pragas florestais, Santa Catarina/Brasil**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

RIBEIRO, Frederico Vasconcelos; WANDELLI, Elisa Vieira. Castanheira (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais implantadas em áreas de pastagens degradadas na Amazônia Ocidental. In: Anais. Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais, 4., 2002, Ilhéus. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida**. Ilhéus: Ceplac: Uesc, 2002. v. 4, p. 41 - 43.

RIVERO, Sérgio; ALMEIDA, Oriana; ÁVILA, Saulo; OLIVEIRA, Wesley. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 41-66, Apr. 2009.

ROSAS, Greyce Kelly Cordeiro; DRUMOND, Patrícia Maria. **Mamíferos Encontrados em Dois Castanhais Localizados ao Sudoeste do Estado do Acre, Brasil**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2009. 23 p.

SALOMÃO, Rafael de Paiva. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. e B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências naturais**, Belém, v. 4, n. 1, p.11-25, jan. 2009.

SALOMÃO, Rafael de Paiva. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H. e B. ("castanheira") nas regiões de Carajás e Marabá, Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Botânica**, Belém, v. 7, n. 1, 1991.

SALOMÃO, Rafael de Paiva; SANTANA, Antonio Cordeiro de; BRIENZA JÚNIOR, Silvio. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p.139-151, jan. 2013.

SALOMÃO, Rafael de Paiva; SOUZA, Vanessa Gomes de. **Relatório técnico científico**: Plantio de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) e restauração florestal em áreas degradadas no Mosaico de Unidades de Conservação de Carajás. 2. ed. Belém: Vale Salobo / Icmbio, 2016. 97 p.

SALOMAO, Rafael de Paiva; ROSA, Néelson Araújo; CASTILHO, Alexandre e MORAIS, Kácio Andrey. Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi Cienc. Nat.**, Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78, ago. 2006.

SANTANA, Antônio Cordeiro de; SANTANA, Ádina Lima de; SALOMÃO, Rafael de Paiva; SANTANA, Ádamo Lima de; COSTA, Nilson Luiz; SANTOS, Marcos Antônio Souza dos. O custo socioambiental da destruição de castanheiras (*Bertholletia excelsa*) no estado do Pará. **Revista de Estudos Sociais**, [s.l.], v. 18, n. 37, p.3-21, 2016.

SANTOS, Gedália Cruz. Variación de daños provocados por ratas en arrozales del Bajo San Francisco Sergipano (BSFS). **Revista Digital de Medio Ambiente "ojeando La Agenda"**, [s.l.], v. 1, n. 23, p.2-25, maio 2013.

SCOLES, Ricardo; CANTO, Marcelo Serrão; ALMEIDA, Renato Glauber; VIEIRA, Dayanne Pinheiro. Sobrevivência e Frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em Áreas Desmatadas em Oriximiná, Pará. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], v. 23, n. 4, p.555-564, dez. 2016.

SCOLES, Ricardo; GRIBEL, Rogério; KLEIN, Gilmar Nicolau. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências naturais**, Belém, v. 6, n. 3, p.273-293, set. 2011.

SILVEIRA, Éliton Rodrigo da; MELO, Antônio Carlos Galvão de; CONTIÉRI, Wilson Aparecido; DURIGAN, Giselda. Controle de gramíneas exóticas em plantio de restauração do Cerrado. In: DURIGAN, Giselda; RAMOS, Viviane Soares (Org.). **Manejo**

**adaptativo:** primeiras experiências na restauração de ecossistemas. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2013. p. 5-8.

SOUZA, Cintia Rodrigues de; LIMA, Roberval Monteiro Bezerra de; AZEVEDO, Celso Paulo de; ROSSI, Luiz Marcelo Brum. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p.7-14, mar. 2008.

Society for Ecological Restoration (SER), 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** Disponível em :<[www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser\\_publications/ser\\_primer.pdf](http://www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf)>. Acesso em: 15 de agosto de 2017.

THOMAS, Evert; CAICEDO, Carolina Alcázar; LOO, Judy; KINDT, Roeland. The distribution of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) through time: from range contraction in glacial refugia, over human-mediated expansion, to anthropogenic climate change. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências naturais**, Belém, v. 9, n. 2, p.267-292, maio 2014.

VIEIRA, Ima Célia Guimarães, VEIGA, Jonas Bastos da; YARED, Jorge Alberto Gazel; SALOMÃO, Rafael de Paiva; OHASHI, Selma Toyoko; BRIENZA JUNIOR, Silvio; TENÓRIO, César; SILVEIRA, Ericeli; BIAZZATTI, Marcos. **Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará:** Um bilhão de árvores para a Amazônia. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará: Belém, 2008. 103p.

WINGCHING-JONES, Rodolfo; MONGE-MEZA, Javier; PÉREZ-SALAS, Ricardo. Roedores pequeños en un sistema de producción de ganado lechero. **Agronomía Mesoamericana**, Costa Rica, v. 20, n. 2, p.127-133, jan. 2009.



## PREDACÃO DE MUDAS DE CASTANHEIRA (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) EM PASTAGEM ABANDONADA SOB RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA

### RESUMO

A taxa de sobrevivência de mudas de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl), pode ser fortemente ameaçada pela predação de roedores em áreas alteradas. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a predação de mudas de castanheira por roedores em pastagem abandonada sob processo de restauração florestal e sua relação com os tratos silviculturais. Foram realizados três tratamentos: tratamento 1- com tratos silviculturais físicos; tratamento 2 – com tratos silviculturais físicos e químico; tratamento 3 – com realização de tratos silviculturais físicos e químicos e uso de protetor de mudas. Foram identificados e contabilizados em planilha o número de plantas danificadas e mortas por roedores silvestres e também por outros fatores. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e Kruskal Wallis a 1% para comparação de médias entre as áreas. Houveram diferenças significativas entre todas as áreas para os dois períodos avaliados. A mortalidade por roedores no tratamento 1 foi de 29,69% e por outros fatores chegou a 27,81%. Nos tratamentos 2 e 3 não houve ataque de roedores, sendo a mortalidade por outros fatores de 4,37% e 16,56% respectivamente. Verificou-se que a alta taxa de predação no tratamento 1 está diretamente associada ao crescimento do capim forrageiro, que proporcionou ambiente mais protegido para a alimentação dos roedores correndo riscos menores de serem caçados por outros animais. Verificou-se que a realização apenas de tratos silviculturais físicos não foi suficiente para controlar o crescimento das gramíneas, proporcionando um ambiente favorável para a predação de mudas por roedores silvestres, porém a partir da incorporação da capina química aos tratos silviculturais as condições para a sobrevivência de mudas melhoraram significativamente, anulando a mortalidade ocasionada por roedores. Para evitar o ataque de roedores é necessário a utilização de mudas com endosperma lignificado ou a utilização de tratos silviculturais que controlem intensamente o crescimento do capim.

**Palavras-chave:** restauração ecológica, tratos silviculturais, herbicida, castanha do brasil, predadores.

### 2.1. Introdução

As mudanças de uso da terra em áreas de florestas tropicais, têm ocasionado fortes alterações em seu funcionamento, composição e estrutura vegetal, afetando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Artaxo *et al.* 2014; Berenguer *et al.* 2014; Guerra *et al.* 2015). Especialmente na bacia Amazônica, estas mudanças vêm ocorrendo de modo acelerado nas últimas décadas, tendo como principais causas do desmatamento na região a exploração madeireira ilegal e predatória, a implantação de pastagens, a agricultura de corte e queima e mais recentemente a agricultura de grãos (Laurance e Vasconcelos 2009; Toledo *et al.* 2015; Mello e Artaxo 2017).

Como consequência direta do processo de desmatamento, surge a fragmentação florestal, na qual se tem a floresta dividida em pedaços remanescentes, isolados uns dos outros e inseridos em um mosaico de paisagens, sendo uma das principais ameaças à biodiversidade (Pires *et al.* 2006; Jesus *et al.* 2015; Schaadt e Vibrans 2015).

Neste mosaico, existem diversas áreas desmatadas em algum estágio de degradação, seja ecológica ou do ecossistema assim como da capacidade produtiva do solo (Scoles *et al.* 2014), como por exemplo as áreas de pasto, que ocupam 9,57% da Amazônia e possuem 6.0258,38km<sup>2</sup> de pastagem degradada e 41.706,41km<sup>2</sup> de pastagem abandonada com regeneração (Terraclass, 2014). Destacam-se nessa região por possuírem as maiores extensões de pastagem e taxas de desmatamento, os estados do Pará, Maranhão, Mato Grosso, e Rondônia, compondo o chamado “arco do desmatamento”.

Esforços têm sido feitos pela pesquisa para indicação de métodos e estratégias de recuperação dessas áreas antropizadas. A reincorporação das áreas degradadas ao processo produtivo, através do reflorestamento com espécies nativas de alto valor comercial, é apontada como uma das alternativas para reverter o atual cenário de degradação (Brienza Junior *et al.* 2008; Artaxo *et al.* 2014; Ferreira *et al.* 2015; Lucena *et al.* 2016; Santos e Maneschy 2016).

Diversos trabalhos têm realizado a indicação de espécies nativas de valor comercial para reflorestamento na Amazônia (Souza *et al.* 2008; Souza *et al.* 2010; Salomão *et al.* 2014; Vale *et al.* 2014; Nogueira *et al.* 2015). Neste contexto, a castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl) é destacada como uma das espécies mais importantes para tal (Costa *et al.* 2009; Condé *et al.* 2013; Salomão *et al.* 2013; Locatelli *et al.* 2016). Conhecida também como castanha-do-brasil, e castanha do pará, este ícone da floresta amazônica, apresenta porte imponente chegando a 50m de altura e mais de 400cm de DAP (Salomão 1991). Em seu fruto denominado de ouriço, encontram-se as castanhas/amêndoas, internacionalmente conhecidas como brazil nuts, sendo um produto florestal não madeireiro explorado há séculos em sistemas extrativistas, servindo

como uma das principais fontes de renda para comunidades na Amazônia (Santos *et al.* 2013; Salomão *et al.* 2006). Segundo o IBGE (2018), o fruto da castanheira é o segundo produto florestal não madeireiro de maior importância comercial na Região Norte do Brasil, atingindo valores acima de cem mil reais ao ano desde 2015, com pico de quatro mil reais a tonelada em 2017.

Além dos fatores socioeconômicos que envolvem a espécie, existem vários outros aspectos silviculturais favoráveis, tais como: bom desempenho de crescimento em condições edafo-climáticas adversas, ausência de problemas fitossanitários, ampla base genética para o estabelecimento de plantios, alta longevidade, altas taxas de sobrevivência de mudas, resistência ao déficit hídrico, capacidade de rebrotação após perturbação por fogo e bom desempenho em plantios a pleno sol (Salomão *et al.* 2014; Scoles *et al.* 2014).

Embora a espécie apresente aspectos silviculturais e socioeconômicos favoráveis para a recuperação de áreas degradadas, a sobrevivência de mudas no campo pode ser comprometida pelo ataque de animais generalistas de pequeno porte, que se tornaram pragas agrícolas ou florestais devido as alterações ambientais ligadas à redução da biomassa e da diversidade de fauna silvestre (Rosas e Drumond 2009; Coghetto *et al.* 2014).

Especialmente no caso da castanheira, diversos animais silvestres, principalmente roedores, se alimentam das sementes e do endosperma de suas mudas também chamado hipocotiledone (parte integrante do caule advindo da semente), que são reservas ricas em nutrientes, sendo bastante atrativas aos animais (Scoles *et al.* 2011; Scoles *et al.* 2016). Estes predadores podem exercer forte influência no declínio de população de plantas, já que a predação de sementes de espécies arbóreas tropicais varia de 75% a 90%, podendo acarretar na baixa sobrevivência de mudas nos estádios iniciais de vida (Maran *et al.* 2016).

Em áreas alteradas, a sobrevivência de mudas de castanheira pode ser comprometida pelo desequilíbrio na população de roedores; nestas áreas há uma maior probabilidade de



aumento significativo na população desses animais, tanto pela falta de inimigos naturais, quanto pela capacidade de ocupação (Andreiv e Firkowski 2006).

Por décadas, trabalhos alertaram quanto aos danos ocasionados por roedores em reflorestamentos nas regiões sul e sudeste do Brasil e o quanto esses danos vêm aumentando de proporção (Müller e Macedo 1980; Andreiv e Firkowski 2006; Arruda *et al.* 2007; Maran *et al.* 2016). No entanto, na região norte do Brasil nenhum estudo foi ainda realizado sobre os danos, efeitos e controle desses predadores em plantios florestais heterogêneos com inclusão *B. excelsa* plantada em alta densidade (69 mudas ha<sup>-1</sup>).

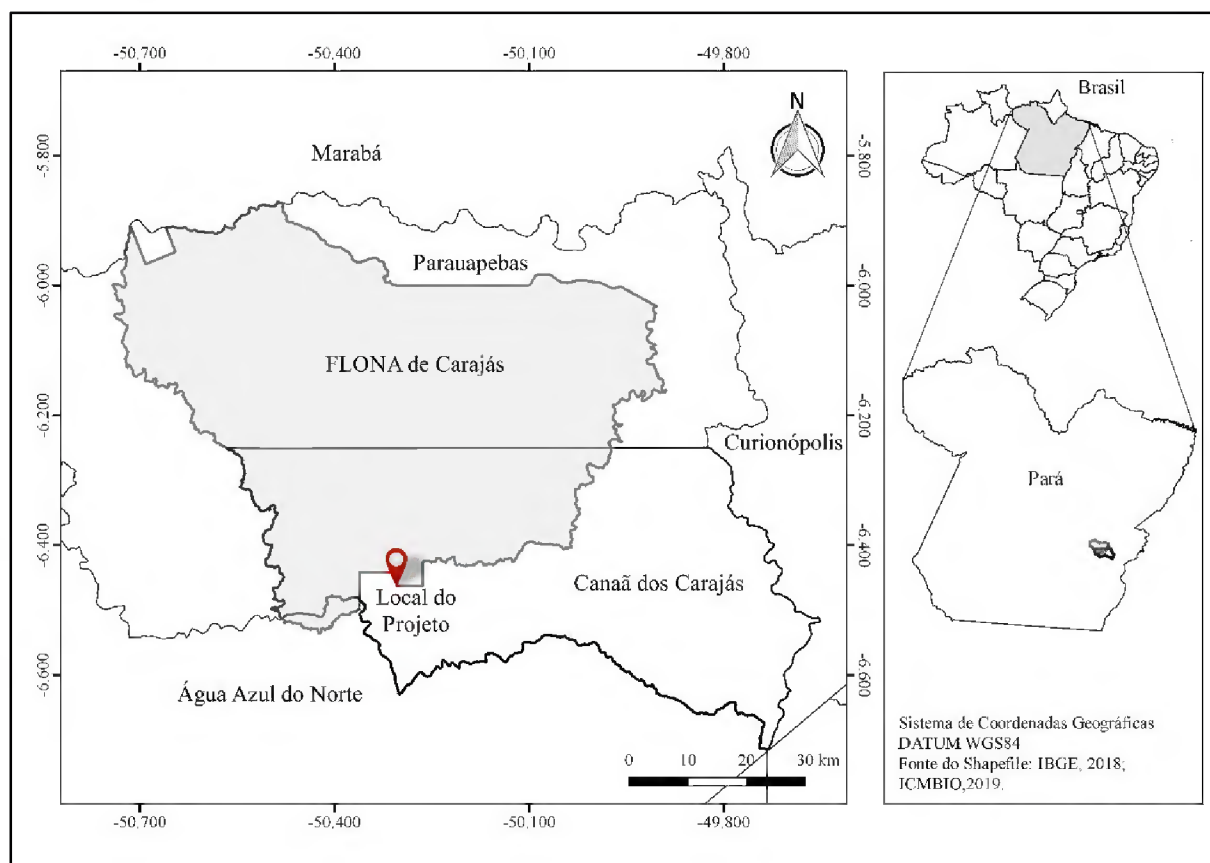
A realização de pesquisas e monitoramento de técnicas de manejo que evitem ou reduzam os possíveis danos ocasionados por populações de roedores em áreas sob restauração florestal com castanheira tornam-se importantes, tendo em vista a relevância da espécie para os programas de reflorestamento na Amazônia e a melhoria da relação custo-benefício nos projetos de restauração evitando que os recursos e tempo investidos sejam desperdiçados em curto prazo.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a predação de mudas de castanheira por roedores, em pastagem abandonada sob processo de restauração florestal, com diferentes níveis de tratos silviculturais.

## **2.2. Material e Métodos**

### **2.2.1. Área de estudo**

O estudo foi conduzido na fazenda Santa Rita, município de Canãa dos Carajás, Estado do Pará (Figura 1). A área foi desmatada a mais de 30 anos para implantação de pastagem com plantio dos capins *Megathyrsus maximus* sinônimo de *Panicum maximum* (colonião ou mombaça) e *Urochloa spp* (braquiária). A partir de 2015, teve início a restauração florestal desta área para atender as condicionantes legais relativas aos passivos ambientais.



**Figura 1.** Mapa de localização da fazenda Santa Rita, em Canaã dos Carajás – PA.

O local encontra-se sob as coordenadas  $6^{\circ} 30' S$  -  $49^{\circ} 53' W$ , com altitude média de 286m. O solo é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo (IBGE 2018). O tipo climático pela classificação de Koppen é o Am, que caracteriza regiões tropicais úmidas ou subúmidas, precipitação média anual de 2.200mm, temperatura média de  $26,5^{\circ}C$  e estação seca e chuvosa distribuídas respectivamente nos meses de maio a outubro e de novembro a abril (Alvares 2013).

#### 2.2.2. Preparo da área, plantio e tratos silviculturais

O método de restauração adotado foi o semi-intensivo com plantio de  $625$  mudas/ $ha^{-1}$ , sendo  $556$  mudas/ $ha^{-1}$  de várias espécies florestais nativas dispostas no espaçamento de  $4m \times 4m$  e  $69$  mudas/ $ha^{-1}$  de castanheira plantadas no espaçamento de  $12m \times 12m$  - densidade considerada alta para a espécie.

Cada tratamento foi implantado em uma área de  $5ha^{-1}$ , onde foram instaladas 8 parcelas fixas de  $48m \times 84m$  contendo 40 mudas de castanheira, totalizando 320 plantas por tratamento.

Os tratamentos realizados foram: tratamento 1- somente tratos silviculturais físicos; tratamento 2 – tratos silviculturais físicos e químico; tratamento 3 – tratos silviculturais físicos e químico mais uso de protetor de muda. As etapas de cada tratamento são detalhadas a seguir:

a) Tratamento 1: no início de dezembro de 2015, foi feita a roçagem mecânica com um trator de pneus em toda a área e em janeiro de 2016 realizou-se o plantio das castanheiras. Seis meses após o plantio, foi feita a roçagem semi-mecanizada com roçadeira costal e o coroamento das mudas.

b) Tratamento 2: na 1ª quinzena de outubro de 2016, fez-se a roçagem mecânica com um trator de pneus em toda a área e após 30 dias aplicou-se o herbicida glifosato Roundup Original 480 g/l (360 g/l equivalente ácido), a 1%, ou seja, 1 litro do produto para 100 litros de água limpa na vazão aproximada de 200 litros/ha. Em janeiro de 2017, efetuou-se o plantio. Seis meses após o plantio, realizou-se a roçagem semi-mecanizada com roçadeira costal e o coroamento das mudas; após 45 dias fez-se a segunda aplicação do herbicida na mesma concentração e vazão da primeira aplicação.

c) Tratamento 3: preparo da área e tratos silviculturais e de manutenção idênticos ao tratamento 2, todavia, no momento do plantio as mudas receberam protetor do tipo barreira física, para impedir o acesso dos roedores ao endosperma da muda. Os protetores empregados consistiam em garrafas plásticas de 2 litros de polietileno tereftalato (PET). Para o seu uso, removeu-se o fundo da garrafa e realizou-se um corte lateral na mesma. Após a muda ser centralizada na cova, inseriu-se o protetor envolvendo a muda e complementando com solo o fechamento da cova, uma abraçadeira plástica promoveu o fechamento da garrafa na altura do início gargalo; cerca de aproximadamente 10cm da garrafa ficava acima do nível do solo (Figura 2).



**Figura 2.** Muda de castanheira plantada com o uso de protetor feito de garrafa PET.

A adubação de plantio para todos os tratamentos consistiu de uma mistura de 300g de superfosfato simples e uma pá de esterco bovino curtido, este composto orgânico contém em média 57% de matéria orgânica, 1,7% de nitrogênio, 0,9% de  $P_2O_5$  e 1,4% de  $K_2O$  (Ribeiro *et al.* 1999). Após o plantio foi feita adubação por cobertura com 260 g de NPK 4-14-8 dividido em três aplicações: 60 g aos 15 dias, 100g aos 45 dias e 100 g aos 90 dias. Foi também utilizada a aplicação de hidrogel na cova de plantio, na profundidade de 30-40cm, na dosagem de 5 g/2 litros de água limpa.

### 2.2.3. Coleta e análise de dados

Todas as mudas tiveram sua localização determinada com o uso de GPS e foram identificadas com a fixação de placa de alumínio, contendo número da planta e linha de plantio.

As coletas de dados foram realizadas aos três meses e aos nove meses após o plantio de cada tratamento, nos quais foram registrados o número de plantas mortas predadas por roedores e mortas por outros fatores.

A identificação das plantas mortas por roedores foi realizada com base nas características de danos ocasionados por estes animais, citados na literatura, tais como, escavação e marcas dos dentes incisivos em estruturas da planta.

Para identificação de outros fatores que pudessem interferir no pleno desenvolvimento das plantas levando-as à morte foram registradas características visuais do estado da planta, como injúrias ocasionadas por insetos ou tratos silviculturais, características de deficiência nutricional, estresse hídrico e manejo inadequado no momento do plantio.

Com o uso do programa estatístico R 3.4.0, os dados de mortalidade foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk a 5% e posteriormente ao teste de Kruskal-Wallis a 1% de probabilidade.

### 2.3. Resultados

Durante todo o período avaliado, a taxa de mortalidade de mudas mostrou-se mais elevada no tratamento 1, seguida dos tratamentos 3 e 2 (Tabela 1). A mortalidade ocasionada pelos roedores no tratamento 1 foi de 1,56% até três meses após o plantio e de 29,69% após nove meses. Enquanto que nos tratamentos 2 e 3 não houveram plantas predadas por estes animais durante a pesquisa.

	<b>3 meses após o plantio</b>	<b>9 meses após o plantio</b>
<b>Tratamento</b>	Mortalidade (%)	Mortalidade (%)
<b>1 - Tratos silviculturais físicos</b>	5,62 a	57,50 a
<b>2 - Tratos silviculturais físicos e químico</b>	0,31 c	4,37 c
<b>3 - Tratos silviculturais físicos, químico + protetor de muda</b>	0,94 b	16,56 b

Quanto a mortalidade não ocasionada pelos roedores, percebe-se que houveram diferenças significativas entre os três tratamentos nos dois períodos, com maiores mortalidades nos tratamentos 1 e 3 respectivamente e menor mortalidade no tratamento 2 (Tabela 2).

	<b>3 meses após o plantio</b>	<b>9 meses após o plantio</b>
<b>Tratamento</b>	Mortalidade (%)	Mortalidade (%)
<b>1 - Tratos silviculturais físicos</b>	4,06 a	27,81 a



2 - Tratos silviculturais físicos e químico	0,31 c	4,37 c
3 - Tratos silviculturais físicos, químico + protetor de muda	0,94 b	16,56 b

O ataque de roedores consistiu na escavação das covas das mudas até a profundidade na qual encontrava-se o endosperma, consumindo-o total ou parcialmente e conseqüentemente levando a planta à morte (Figura 3).



**Figura 3.** Danos ocasionados por roedores em mudas de castanheira no tratamento 1. A: cova escavada por roedor para predação do endosperma. B: muda com endosperma consumido por roedor. C: muda morta pela predação de roedor. D: muda ainda viva com endosperma consumido parcialmente.

As plantas contabilizadas como mortas por outros fatores no tratamento 1, foram identificadas com algumas alterações sendo estas: injúrias ocasionadas pela capina, ponteiro seco, folhas ausentes, coleto exposto, cova funda, e muda enterrada. Apesar da ocorrência destas alterações, estas ocorreram em um número reduzido do total de plantas mortas por outros fatores, o que levanta algumas hipóteses da causa da morte, tais como: destorroamento das

mudas no momento do plantio; mudas plantadas sem prévia aclimação; competição por recursos das mudas com o capim muito intensa.

#### 2.4. Discussão

Verificou-se que a predação está diretamente relacionada à presença do endosperma em estágio de palatabilidade para os roedores.

No tratamento 1 a capina semi-mecanizada foi insuficiente para controlar as gramíneas, estas por sua vez proporcionaram um ambiente mais protegido para a alimentação dos roedores que corriam riscos menores de predação por outros animais. Picinatto Filho (2014) avaliando danos causados por roedores em populações de *Pinus taeda* L. também verificou ataques significativos em áreas em que a mato-competição estava vigorosa. Chazdon (2012) relata que em pastagens as taxas de predação de sementes são elevadas, podendo ultrapassar 50%; as sementes pequenas são predadas geralmente por formigas e sementes de tamanho médio (0,2-4,0 g) são consumidas por roedores.

Nos tratamentos 2 e 3, onde houveram tratos silviculturais mais completos, os capins foram controlados e os roedores passaram a ficar muito expostos aos predadores, que por sua vez mantiveram a população da praga virtualmente ausente durante o período analisado. Almeida (1996), destaca que quando os ambientes são simplificados, os animais gastam muito mais energia na procura por seus alimentos e também ficam mais expostos ao ataque de predadores, colocando em risco toda a prole.

Mendes-Oliveira *et al* (2012) estudando roedores na Amazônia, verificou que abundância e riqueza de espécies são superiores no interior de fragmentos florestais em comparação a áreas abertas, como pastagens e cultivo de soja. Resultados semelhantes também foram obtidos por Rech *et al* (2009), comparando abundância e diversidade de roedores em monocultivo de soja em relação a policultivos e a um fragmento florestal. De modo geral isto ocorre porque a transformação de florestas em paisagens homogêneas como pastagens e

cultivos, desestruturam as comunidades de pequenos mamíferos, extinguindo espécies mais exigentes e favorecendo outras com maior plasticidade ao novo tipo de habitat (Almeida 1996; Coelho *et al.* 2010).

Algumas espécies de roedores da família Cricetidae tais como *Hylaeamys mecacephalus* Fischer, *Necomys lasiurus* Lund e *Oligoryzomys microtis* J.A Allen, já registrados na região de Carajás e em área de castanhais, possivelmente podem ter ocasionado os ataques (Bonvicino *et al.* 2008; Rosas e Drumond 2009; Gettinger *et al.* 2012), pois se adaptam bem a habitats diversos e possuem alimentação variada sendo considerados animais generalistas.

Uma outra possível explicação para o dano ocorrido em 2016 é o “Efeito de Allee”, em que populações pequenas podem apresentar picos de crescimento de acordo com a disponibilidade de alimento (neste caso, com o plantio de castanheiras no tratamento 1), sendo limitadas posteriormente pela diminuição do número de mudas na área e a lignificação do endosperma das mudas restantes com o passar do tempo, após o 2º ano de plantio (Gotteli 2007). No caso das demais áreas esse pico populacional de roedores foi evitado devido a simplificação do ambiente com o controle químico e físico das poáceas.

Não ficou evidenciado nenhum benefício do uso do protetor de mudas no tratamento 3, não podendo então ser afirmada a sua eficiência no controle de predadores, sendo necessária a realização de novos testes com seu uso. O incremento na mortalidade com o uso de garrafa pet, possivelmente pode ser explicado pelo estresse ocasionado às mudas pelo excesso de água na cova em contato direto com as raízes, pois devido à barreira física que envolvia o torrão da muda, o crescimento do sistema radicular foi conduzido para o fundo da cova onde se encontrava o hidrogel, este fato ficou evidenciado a partir da visualização do sistema radicular de plantas que morreram após terem sido diagnosticadas com folhas amareladas no monitoramento anterior.



Apesar do tratamento 1 ter apresentado custo total mais baixo, o uso da capina semi-mecanizada a cada seis meses, foi insuficiente para controlar o capim, gerando desperdício dos recursos investidos e atraso na restauração. Para que a gramínea fosse controlada seria necessário capinas mensais no período chuvoso, pois em 30 dias o capim cresceu o suficiente para cobrir totalmente as mudas, desta forma este método se torna inviável economicamente para grandes áreas devido ao custo elevado.

No tratamento 2, o uso de herbicida aliado a capina semi-mecanizada, foi o que demonstrou ser mais eficiente, garantindo uma maior sobrevivência de mudas e controle do capim. Segundo Silveira *et al* (2013) o controle com herbicida pode prejudicar a regeneração natural do banco de sementes, porém reduz os custos e tem maior facilidade para atingir grandes áreas, logo o desafio está em balancear os ganhos com o controle da matocompetição e as perdas na regeneração

Combater as poáceas exóticas em áreas abertas sob restauração deve ser priorizado, pois o crescimento do capim acima do nível das árvores dificulta o estabelecimento das mesmas e dos arbustos e ervas da sucessão ecológica, aumentando os riscos de incêndios no período seco, quando a fitomassa torna-se combustível; podem também reinfestar áreas “consolidadas” com baixa cobertura de dossel, sendo bastante comum a reinfestação do capim colônia (Oliveira *et al.* 2011; Torezan e Mantoani 2013).

Diversas espécies de poáceas utilizadas na pecuária brasileira, têm sido observadas como contaminantes biológicos, entre elas estão: *Panicum maximum* Jacq. (capim colônia), *Melinis minutiflora* Beauv. (capim meleiro) e *Pennisetum purpureum* Shumacher (capim napier) (Pivello *et al.* 1999; Espíndola *et al.* 2005; Torezan e Mantoani 2013). Espíndola *et al.* (2005) denominam como contaminantes biológicos, as espécies exóticas que se adaptam aos ecossistemas, disseminando-se e multiplicando-se em altas taxas a ponto de dificultar a

regeneração natural, podendo inclusive invadir os limites de ecossistemas preservados, devido ao seu poder expansivo e degradante de ambientes naturais.

Alguns trabalhos reforçam os efeitos negativos de poáceas exóticas sob o crescimento e desenvolvimento de espécies cultivadas e florestais como o eucalipto (*Eucalyptus grandis*), pois além de possuírem crescimento rápido, competem por água, luz e nutrientes, além do fato de que algumas são alelopáticas como é o caso da braquiária (*Brachiaria decumbens* Sin. *Urochloa decumbens*) (Dinardo *et al.* 2003; Souza *et al.* 2003; Souza *et al.* 2006; Cruz *et al.* 2010).

Embora haja perdas iniciais na regeneração natural com o uso de herbicidas, os efeitos negativos do capim sobre a regeneração natural e sobre as espécies nativas plantadas são mais severos (Fragoso *et al.* 2017). O controle do capim favorece o crescimento das nativas em altura e diâmetro de copa, acelerando o fechamento de dossel e consequentemente, inibindo o crescimento e desenvolvimento do capim progressivamente, podendo ser dispensado os tratos de controle quando houver um quase total sombreamento da área (Silveira *et al.* 2013).

Uma outra alternativa para a restauração com castanheira em área de pastagem, é a adoção de mudas mais velhas de aproximadamente dois anos, que já possuam endosperma lignificado, não sendo mais palatável aos roedores. Esta opção pode reduzir ou até mesmo dispensar o uso de herbicidas do processo de restauração, tendo em vista que as mudas mais velhas teriam maior capacidade competitiva por recursos com as gramíneas, no entanto é algo que ainda precisa ser testado e avaliado, tanto em relação a sua eficiência quanto em relação aos custos.

Sugere-se que para os plantios envolvendo a castanheira em áreas de pastagem abandonada/degradada sejam realizados um adequado controle das poáceas exóticas, com o uso de herbicida e demais tratos silviculturais para evitar o ataque de roedores e a matocompetição, pois a castanheira tem seu pleno desenvolvimento em condições de alta luminosidade, não

sendo favorável deixá-la em condições de sombreamento em sua fase inicial (Scoles *et al.* 2014).

#### **2.4. Conclusão**

Verificou-se que a realização apenas de tratos silviculturais físicos não foi suficiente para controlar o crescimento das gramíneas, proporcionando um ambiente favorável para a predação de mudas por roedores silvestres, porém a partir da incorporação da capina química aos tratos silviculturais as condições para a sobrevivência de mudas melhoraram significativamente, anulando a mortalidade ocasionada por roedores.

#### **Agradecimentos**

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

#### **REFERÊNCIAS**

- Almeida, A.F. 1996. Interdependência das florestas plantadas com a fauna silvestre. *Série Técnica IPEF* 10: 36-44.
- Almeida, E.; Sabogal, C.; Brienza Júnior, S. 2006. *Recuperação de áreas alteradas na Amazônia Brasileira: Experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 206p.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Andreiv, J. 2002. *Danos causados por roedores em povoamentos de pinus e técnicas de redução de danos*. 2002. 85 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 85p.
- Andreiv, J.; Firkowski, C. 2006. Técnicas de redução de danos causados por roedores em povoamentos de pinus. *Floresta* 36: 305-310.

Arruda, G.O.S.F.; Fleig, F.D.; Casa, R.T. 2007. Tratamento de Sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze com substâncias potencialmente repelentes à fauna consumidora. *Ciência Florestal* 17: 279-287.

Artaxo, P.; Dias, M.A.F.S.; Nagy, L.L.F.J.; Cunha, H.B.; Quesada, C.A.N.; Marengo, J.A.; Krusche, A. 2014. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. *Ciência e Cultura* 66: 41-46.

Berenguer, E.; Ferreira, J.; Gardner, T.A.; Aragão, L.E.O.C.; Camargo, PB; Cerri, CE; Durigan, M.; *et al.* 2014 A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Global Change Biology* 20: 3713-3726.

Bonvicino, C.R.; Oliveira, J.A.; D'Andrea, P.S. 2008. *Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos*. Centro Pan-americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, Rio de Janeiro, 120 p.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística - IBGE. 2018. Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>). Accessed on 28/12/2018.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2018. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2017>). Accessed on 28/12/2018.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2018 Instrução Normativa nº6, de 23 de setembro de 2008 ([http://www.mma.gov.br/estruturas/179/\\_arquivos/179\\_05122008033615.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf)). Accessed on 28/12/2018.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2017. *Planaveg: Plano nacional de recuperação da vegetação nativa*. Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação, Brasília, Distrito Federal, 73p.

Brienza Junior, S.; Pereira, J.F.; Yared, J.A.G.; Mourão Júnior, M.; Gonçalves, D.A.; Galeão, R.R. 2008. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. *Amazônia: ciência e desenvolvimento* 4: 197-219.

Chazdon, R. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 7: 195-218.

Coelho, A.G.A.; Antunes, P.C.; Oliveira-Santos, L.G.R.; Tomás, W.M.; Bordignon, M.O. 2010. Comunidade de Pequenos Mamíferos de Paisagens Nativas e Pastagens Cultivadas no Pantanal da Nhecolândia. In: *Anais do simpósio sobre recurso naturais e socioeconômicos do pantanal*. v.5. SIMPAN, Corumbá, p.1-5.

Coghetto, F.; Rigo, F.; Hummel, R.B.; Toso, L.D.; Piazza, E.M.; Marinho, J.R. 2014. Distribuição espaço-temporal de roedores silvestres na floresta nacional de Passo Fundo/RS. *Caderno de Pesquisa: série biologia* 26: 6-15.

Condé, T.M.; Lima, M.L.M.; Lima Neto, E.M.; Tonini, H. 2013. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. *Revista Agro@mbiente On-line* 7: 18-27.

Costa, J.R.; Wandelli, E.V.; Castro, A.B.C. 2009. *Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 21p.

Cruz, M.B.; Alves, P.L.C.A.; Karam, D.; Ferraudó, A.S. 2010. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus x urograndis*. *Ciência Florestal* 20: 391-401.

Dinardo, W.; Toledo, R.E.B.; Alves, P.L.C.A.; Pitelli, R.A. 2003. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. Sobre o crescimento inicial de *Euclyptus grandis* W.Hill ex Maiden. *Scientia Forestalis* 1: 59-68.

Espíndola, M.B.; Bechara, F.C.; Bazzo, M.S.; Reis, A. 2005. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. *Biotemas* 18: 27-38.

Ferreira, M.J.; Gonçalves, J.F.C.; Ferraz, J.B.S.; Corrêa, V.M. 2015. Características nutricionais de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. Sob tratamentos de fertilização em área degradada na Amazônia. *Scientia Forestalis* 43: 863-872.

Fragoso, R.O.; Carpanezzi, A.A.; Koehler, H.S.; Zuffellato-Ribas, K.C. 2017. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciência Florestal* 27: 1451-1464.

Freitas, G.K.; Pivello, V.R. 2005. A ameaça das gramíneas exóticas a biodiversidade. In: Pivello, V.R.; Varanda, E.M. (Ed.). *O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação - Parque Estadual de Vassunguá*. SMA, São Paulo, p.233-348.

Gettinger, D.; Ardente, N.; Martins-Hatano, F. 2012. Pequenos mamíferos não-voadores (roedores e marsupiais). In: Martins, F.D. Castilho, A.; Campos, J.; Martins-Hatano, F.; Rolim, S.G. (Ed.). *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. Nitro Imagens, São Paulo, p.145-159.

Gotelli, N.J. 2007. Crescimento logístico de populações. In: Gotelli, N.J. (Ed.). *Ecologia*. Planta, Londrina, p.25-48.

Guerra, M.P.; Rocha, F.S.; Odari, R.O. 2015. Biodiversidade, Recursos genéticos vegetais e segurança alimentar em um cenário de ameaças e mudanças. In: Veiga, R.F.A.; Queiroz, M.A. (Ed.). *Recursos fitogenéticos: a base da agricultura sustentável no Brasil*. UFV, Viçosa, p.32-40.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Shapefile de mapas do Brasil. (<http://portaldemapas.ibge.gov.br/>). Accessed on 15/10/2017.

Jesus, E.N.; Ferreira, R.A.; Aragão, A.G.; Santos, T.I. S.; Rocha, S.L. 2015. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. *Revista Árvore* 39: 467-474.

Laurance, W.F.; Vasconcelos, H.L. 2009. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13: 434-451.

Locatelli, M.; Marcante, P.H.; Martins, E.P.; Vieira, A.H.; Cipriani, H.N. 2016. Desenvolvimento silvicultural de castanheira-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em dois sistemas de cultivo, Machadinho d'Oeste, Rondônia. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, v.10*, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

Lucena, H.D.; Paraense, V.C.; Mancebo, C.H.A. 2016. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com cacau e essências florestais de alto valor comercial em Altamira-PA. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia* 8: 75-84.

Maran, J.C.; Rosot, M.A.D.; Radomski, M.I.; Kellermann, B. 2016. Análise de sobrevivência e germinação em plantios de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes. *Ciência Florestal* 26: 1349-1360.

Mello, N.G.R.; Artaxo, P. 2017. Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. *Revista do Instituto de Estudos Brasileiros* 66:108-129.

Mendes-Oliveira, A.C.; Santos, P.G.P.; Carvalho-Júnior, O.; Montag, L.F.A.; Lima, R.C.S.; Maria, S.L.S.; Rossi, R.V. 2012. Edge effects and the impact of wildfires on populations of small non-volant mammals in the forest-savanna transition zone in Southern Amazonia. *Biota Neotropica* 12: 57-63.

Müller, J.A.; Macedo, J.H.P. 1980. Notas preliminares sobre danos causados por animais silvestres em pinhões. *Revista Floresta* 1: 35-41.

Nogueira, W.L.P.; Ferreira, M.J.; Martins, N.O.A. 2015. Estabelecimento inicial de espécies florestais em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences* 58: 365-371.

Oliveira, M.C.; Júnior, M.C.S.; Ribeiro, J.F. 2011. Perturbações e invasões biológicas: ameaças para a biodiversidade nativa?. *CEPPG* 1: 166-183.



Picinatto Filho, V. 2014. Avaliação de danos causados por roedores silvestres em *Pinus taeda* L. como subsídio ao manejo de pragas florestais, Santa Catarina/Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 75p.

Pires, A.S.; Fernandez, F.A.S.; Barros, C.S. 2006. Vivendo em um mundo em pedaços: Efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações de animais. In. Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G.; Van-Sluys, M.; Alves, M.A.S. (Ed.). *Biologia da conservação: essências*. Rima Editora, São Carlos, p.231-260.

Pivello, V.R.; Shida, C.N.; Meirelles, S.T. 1999. Alien grasses in Brazilian savanas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and conservation* 8: 1281-1294.

Rech, M.; Pacheco, S.M.; Sartori, V.C.; Schafer, A.E. 2009. Avaliação da ocorrência de pequenos mamíferos em diferentes sistemas de manejo agrícola no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia* 4: 1588-1591.

Rosas, G.K.C.; Drumond, P.M. 2009. *Mamíferos Encontrados em dois castanhais localizados ao sudoeste do estado do Acre, Brasil*. Embrapa Acre, Rio Branco, 23p.

Salomão, R.P.; Santana, A.C.; Brienza Junior, S.; Rosa, N.A.; Precinoto, R.S. 2014. Crescimento de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanheira) na Amazônia trinta anos após a mineração de bauxita. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi: Ciências naturais* 9: 307-320.

Salomão, R.P. 1991. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H. E B. (“castanheira”) nas regiões de Carajás e Marabá, Estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi: Série Botânica* 7.

Salomão, R.P.; Rosa, N.A.; Castilho, A.; Moraes, K.A.C. 2006. Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi: Ciências naturais* 1: 65-78.



Salomão, R.P.; Santana, A.C.; Brienza Júnior, S. 2013. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. *Ciência Florestal* 23: 139-151.

Salomão, R.P.; Brienza Junior, S.; Rosa, N.A. 2014. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. *Revista Árvore* 38: 1-24.

Santos, N.K.F.; Maneschy, R.Q. 2016. Avaliação de espécies madeireiras em sistemas agroflorestais familiares. *Cadernos de Agroecologia* 10.

Santos, S.C.; Venturin, N.; Teixeira, G.C.; Carlos, L.; Macedo, R.L.G. 2013. Avaliação da qualidade de mudas de castanha do brasil submetidas à ausência de nutrientes. *Enciclopédia Biosfera* 9: 439-450.

Schaadt, S.S.; Vibrans, A.C. 2015. O uso da terra no entorno de fragmentos florestais influencia a sua composição e estrutura. *Floresta e Ambiente* 22: 437-445.

Scoles, R.; Canto, M.S.; Almeida, R.G.; Vieira, D.P. 2016. Sobrevivência e frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em áreas desmatadas em Oriximiná, Pará. *Floresta e Ambiente* 23: 555-564.

Scoles, R.; Gribel, R.; Klein, G.N. 2011. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi: Ciências naturais* 6: 273-293.

SCOLES, R.; KLEIN, G.N.; GRIBEL, R. 2014. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) plantada em diferentes condições de luminosidade após seis anos de plantio na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi: Ciências naturais* 9: 321-336.

Silveira, E.R.; Melo, A.C.G.; Contiéri, W.A.; Durigan, G. 2013. Controle de gramíneas exóticas em plantio de restauração do Cerrado. In: DURIGAN, G.; RAMOS, V.S. (Ed.). *Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas*. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo, p. 5-8.

Souza, C.R.; Lima, R.M.; Azevedo, C.P.; Rossi, L.M.B. 2008. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Forestalis* 36: 7-14.

Luiz Marcelo Brum. Souza, C.R.; Azevedo, C.P.; Lima, R.M.; Rossi, L.M.B. 2010. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. *Acta Amazônica* 40: 127-134.

Souza, L.S.; Velini, E.D.; Maiomoni-Rodella, R.C.S. 2003. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) do desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). *Planta Daninha* 21: 343-354.

Souza, L.S.; Velini, E.D.; Martins, D.; Rosolem, C.A. 2006. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. *Planta Daninha* 24: 657-668.

TerraClass. 2014. Resultados do mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal. ([http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/terraclass2014.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2014.php)). Accessed on 10/11/2018.

Toledo, P.M.; Vieira, I.C.G.; Jardim, M.A.G.; Rocha, E.J.P.; Coelho, A.S. 2015. A Amazônia em tempo de transformações e desafios: uma visão a partir da Pós-Graduação em Ciências Ambientais. In: Vieira, I.C.G.; Jardim, M.A.G.; Rocha, E.J.P. (Ed.). *Amazônia em tempo: estudos climáticos e socioambientais*. Ufpa/ppgca, Belém, p.9-20.

Torezan, J.M.D.; Mantoani, M.C. Controle de gramíneas no subosque de florestas em restauração. In: Durigan, G.; Ramos, V.S. (Ed.). *Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas*. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo, p.1-4.

Vale, I.; Costa, L.G.S.; Miranda, I.S. 2014. Espécies indicadas para a recomposição da floresta ciliar da sub-bacia do rio Peixe-Boi, Pará. *Ciência Florestal* 24: 573-582.

## CONCLUSÕES GERAIS

A presente pesquisa, conseguiu, a partir do monitoramento de áreas de pastagem, sob restauração florestal com castanheira, avaliar a predação de mudas por roedores e sua alteração com a realização de níveis diferentes de tratos silviculturais.

Observou-se que a predação de mudas está intimamente ligada à presença da pastagem formada por gramíneas exóticas, que fornece aos pequenos roedores abrigo e proteção contra predadores, quando estas gramíneas foram controladas a predação de mudas não ocorreu. Com base na literatura foram identificadas as espécies: *Hylaeamys mecacephalus* Fischer, *Necomys lasiurus* Lund e *Oligoryzomys microtis* J.A Allen, como as possíveis causadoras de danos.

Analisando os custos envolvidos com os diferentes tratamentos, ficou evidenciado que a maior parte dos custos de restauração em área de pastagem, está associada ao controle do capim, que deve ocorrer durante os anos iniciais, afim de evitar a predação de mudas e a competição desigual que ocorre entre o capim e as mudas plantadas.

Quanto aos tratamentos aplicados, observou-se que o uso isolado da capina semi-mecanizada como trato silvicultural, utilizada em uma frequência de duas vezes ao ano é muito baixa, não sendo capaz de manter o capim controlado, já o aumento de sua frequência acaba tornando a atividade muito onerosa para uso em grandes áreas. A combinação de capina semi-mecanizada e capina química demonstrou-se como o método mais eficaz para o controle do capim e conseqüentemente não houveram ataques de roedores. Por sua vez, o uso de garrafas PET como barreira física para a proteção de mudas não teve sua eficácia atestada, pois no tratamento utilizado, o capim foi controlado e não houve ataque de roedores, desta forma o desejável é que se teste o uso da PET sem a realização do controle total do capim.

Apesar do uso de capina química poder prejudicar inicialmente a regeneração natural do banco de sementes, sua utilização traz benefícios maiores, pois é capaz de controlar as gramíneas exóticas que além de servirem de abrigo aos roedores, competem por recursos com as mudas plantadas e ainda podem exercer efeito alelopático, ocasionar incêndios, invadir fragmentos florestais próximos e inibir o recrutamento de novas plantas da regeneração natural.

A partir do controle do capim nos anos iniciais da restauração, o crescimento das espécies nativas é favorecido, tanto em altura com em diâmetro de copa, acelerando o fechamento do dossel. Conforme a área passa a ficar sombreada pelas árvores, o crescimento e desenvolvimento do capim é inibido e conseqüentemente a realização de tratos silviculturais de limpeza é progressivamente reduzido.

Espera-se que a partir das informações obtidas, seja possível evitar a predação de mudas de castanheira em projetos de restauração florestal sob pastagem e realizar planejamentos orçamentários que levem em consideração os custos necessários para o controle de gramíneas exóticas.

## ANEXO

### Normas para a elaboração de manuscritos – Revista Acta Amazônica

O manuscrito deve ser preparado com um editor de texto (por ex. Doc ou docx), digitado com fonte Times New Roman de 12 pontos. Deve ser espaço duplo com margens de 3 cm; páginas e linhas numeradas consecutivamente.

**Título.** Ajuste para a esquerda e coloque em maiúscula a primeira letra da frase. Evite usar nomes científicos.

**Resumo:** Deve ter até 250 palavras (150 para comunicações curtas). Inicie o resumo com algumas linhas (lógica), e depois disso, indique claramente os objetivos. O resumo deve conter sucintamente a metodologia, os resultados e as conclusões, enfatizando aspectos importantes do estudo. Deve ser inteligível por si mesmo. Nomes científicos de espécies e outros termos latinos devem estar em *itálico*. Evite siglas, mas se elas forem necessárias, dê o seu significado. Não use referências nesta seção.

**Palavras-chave.** Eles devem consistir em quatro ou cinco termos. Cada termo de palavra-chave pode consistir em duas ou mais palavras. No entanto, as palavras usadas no título não podem ser repetidas como palavras-chave.

**Introdução.** Esta seção deve enfatizar o objetivo do estudo. Deve transmitir uma visão geral dos estudos relevantes anteriores, bem como indicar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testadas. Espera-se que esta seção não exceda 35 linhas. Não antecipe dados ou conclusões do manuscrito e NÃO inclua legendas nesta seção. Termine a introdução com os objetivos.

**Materiais e Métodos.** Esta seção deve conter informações suficientes, organizadas cronologicamente para explicar os procedimentos realizados, de modo que outras pesquisas possam repetir o estudo. Tratamentos estatísticos dos dados devem ser descritos. Técnicas padrão só precisam ser referenciadas. As unidades de medida e suas abreviaturas devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, incluir uma lista das abreviaturas utilizadas. Instrumentos específicos utilizados no estudo devem ser descritos (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese foi determinada usando um sistema de troca de gás portátil (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, EUA)". O material do comprovante (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. NÃO use sub-legendas nesta seção. Use **negrito**, mas não em *itálico* ou letras maiúsculas para legendas.

**Ética e aspectos legais:** Para estudos que requeiram permissões especiais (ex. Comitê de Ética / Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, SISBIO, CNPq, CNTBio, INCRA / FUNAI, EIA / RIMA, outros) o número de registro / aprovação (e data de publicação) devem ser informados. Os autores são responsáveis por seguir todos os regulamentos específicos sobre esta questão.

**Resultados.** Esta seção deve apresentar uma descrição concisa das informações obtidas, com um mínimo de julgamento pessoal. Não repita no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações. Não apresente as mesmas informações (dados) em tabelas e figuras simultaneamente. Não use sub-legendas nesta seção. Numeral deve ser um espaço separado das unidades. Por exemplo, 60 ° C e NÃO 60 ° C, exceto porcentagens (por exemplo, 5% e NÃO 5%).

Unidades : Use unidades e símbolos do Sistema Internacional. Use expoentes negativos em vez de barra (/). Por exemplo:  $\text{cmol kg}^{-1}$  em vez de  $\text{meq} / 100\text{g}$ ;  $\text{ms}^{-1}$  em vez de  $\text{m} / \text{s}$ . Use espaço em vez de ponto entre os símbolos:

$\text{ms}^{-1}$  em vez de  $\text{ms} - 1$ . Use um traço (NÃO é um hífen) para indicar números negativos. Por exemplo:  $-2$ , em vez de  $-2$ . Use  $\text{kg}$  em vez de  $\text{Kg}$  e  $\text{km}$  em vez de  $\text{Km}$ .

Discussão. A discussão deve se concentrar nos resultados obtidos. Evite a mera especulação. No entanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Somente referências relevantes devem ser incluídas.

Conclusões. Esta seção deve conter uma interpretação concisa dos resultados principais e uma mensagem final, que deve destacar as implicações científicas do estudo. Escreva as conclusões em uma seção separada (um parágrafo).

Os agradecimentos devem ser breves e concisos. Inclua agência de financiamento. NÃO abrevie nomes de instituições.

Referências. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de revistas científicas. As citações devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos. Sugere-se não exceder 40 referências. Eles devem ser citados em ordem alfabética de nomes de autores e devem ser restritos à citação incluída no texto. Se uma referência tiver mais de dez autores, use apenas os seis primeiros nomes e et. al. Nesta seção, o título da revista NÃO é abreviado. Veja os exemplos abaixo:

a) Artigos de periódicos:

Villa Nova, N.A.; Salati, E.; Matsui, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. *Acta Amazonica* 6: 215-228.

Artigos de periódicos que não seguem paginação tradicional:

Ozanne, C.M.P.; Cabral, C.; Shaw, P.J. 2014. Variation in indigenous forest resource use in Central Guyana. *PLoS ONE* 9: e102952.

b) Dissertações e teses:

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

c) Livros:

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2nd ed. McGraw-Hill, New York, 633p.

d) Capítulos de livros:

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

e) Citação de fonte eletrônica:

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 ([www.cptec.inpe.br/products/climanalise](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise)). Accessed on 19/05/1999.



f) Citações com mais de dez autores:

Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, T.J.; Huang, T.L.; Winnay, J.N.; Taniguchi, C.M.; *et al.* 2008. New role of bone morphogenetic protein 7 in brown adipogenesis and energy expenditure. *Nature* 454: 1000-1004.

Citações no texto. Citações de referências seguem uma ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano, citar de acordo com a ordem alfabética. Por favor, veja os seguintes exemplos.

a) Um autor:

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

b) Dois autores:

Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

c) Três ou mais autores:

Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

d) Citações de diferentes anos (ordem cronológica):

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):

Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

## FIGURAS

Fotografias, desenhos e gráficos devem ter alta definição, com alto contraste preto e branco. NÃO use tons de cinza em gráficos de dispersão ou gráficos de barras. Nos gráficos de dispersão, use linhas pretas (sólidas, pontilhadas ou tracejadas) e símbolos abertos ou sólidos (círculo, quadrado, triângulo ou losango). Para gráficos de barras, barras pretas, brancas, despojadas ou pontilhadas podem ser usadas. Limite a área de plotagem com uma linha sólida fina, mas NÃO use uma linha de borda na área gráfica. Rotule cada painel de uma figura composta (vários painéis) com uma letra maiúscula dentro da área de plotagem, no canto superior direito.

Evite legendas desnecessárias na área de plotagem. NÃO use letras muito pequenas (<tamanho 10) nas figuras (nos eixos do título ou dentro da área de plotagem). Nos eixos, use marcas orientadas para dentro em divisões de escala. NÃO use linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações semelhantes. Cada eixo do gráfico deve ter um título e uma unidade. Evite muitas subdivisões na escala do eixo (cinco a seis devem ser suficientes). Nos mapas incluem uma barra de escala e pelo menos um ponto cardinal.

As figuras devem ser formatadas para caber dentro das dimensões da página do Jornal, ou seja, dentro de uma coluna (8 cm) ou a largura da página inteira (17 cm), e permitindo espaço para a legenda da figura (legenda). As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para otimizar o espaço no Jornal. As escalas devem ser indicadas por uma barra (horizontal) na figura e, se necessário, referenciadas na legenda da figura. Por exemplo, barra de escala = 1 mm.

Figuras no texto: Os números podem ser citados direta ou indiretamente (entre parênteses), com a letra inicial em maiúscula. Por exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, o número da figura deve ser seguido por um período. Por exemplo: "Figura 1. Análise ...". O significado dos símbolos e acrônimos usados nas figuras deve ser definido na legenda da figura. Figuras devem ser auto-explicativas.

Para os números que foram publicados anteriormente, os autores devem declarar claramente no manuscrito que uma permissão para a reprodução foi concedida. O documento que concedeu tal autorização deve ser enviado (não para revisão) no sistema do Jornal.

## TABELAS

As tabelas devem ser bem organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. A numeração e o título da tabela (legenda) devem estar no topo da tabela. Uma tabela pode ter notas de rodapé. O significado dos símbolos e acrônimos usados na tabela (por exemplo, colunas principais, etc.) DEVE ser definido no título da tabela. Use linhas horizontais acima e abaixo da tabela e para separar o título do corpo principal da tabela. NÃO use linhas verticais.

As tabelas devem ser geradas usando um editor de texto (por exemplo, doc ou docx), e NÃO devem ser inseridas no manuscrito como uma imagem (por exemplo, no formato JPG).

As citações de tabela no texto podem ser feitas direta ou indiretamente (entre parênteses), com a letra inicial em maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda da tabela, o número da tabela deve ser seguido por um período, por exemplo: "Tabela 1. Análise ...". Tabelas devem ser auto-explicativas.