



Inventário e aplicativo computacional para avaliação de danos causados por macaco-prego em plantios de pinus

Dieter Liebsch¹
Edilson Batista de Oliveira²
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira³
Sandra Bos Mikich⁴

O descascamento de árvores para o consumo de seiva é um comportamento comum entre primatas. No Sul e parte do Sudeste do Brasil, o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) descasca diversas espécies florestais nativas (p. ex. araucária, bracatinga) e exóticas (p. ex. pinus e eucalipto) para complementar a sua dieta. Isso ocorre principalmente no inverno e primavera, estações em que os frutos nativos - seu principal alimento - são escassos nos remanescentes florestais dessas regiões (LIEBSCH; MIKICH, 2013; MIKICH et al., 2015b; MIKICH; LIEBSCH, 2009). O descascamento é, geralmente, realizado no terço superior de árvores com cinco anos ou mais, provocando perda de qualidade da madeira no segmento lesado e redução do crescimento, além de eventuais quebras do fuste e mortalidade das árvores (LIEBSCH et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015).

O problema é que o descascamento de árvores de algumas espécies de pinus, particularmente de *Pinus taeda* e *P. elliottii*, deixou de ser eventual para ser intensivo em diversos locais do Sul do Brasil, região

onde se concentram os plantios dessas coníferas. Isso comprometeu significativamente a produção dessa cultura, que representou, em 2014, 20,5% da área de florestas plantadas no Brasil, país com a maior produtividade madeireira de coníferas do mundo (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2014).

Há que se considerar a inviabilidade de alternativas que buscam controle populacional de macacos-prego, como a liberação de seu abate, translocação ou esterilização (ROCHA, 2000). Além de ter proteção legal como espécie nativa (BRASIL, 1998), apresenta densidade populacional baixa nas áreas problema (MIKICH; LIEBSCH, 2014) e grande importância ecológica como dispersor de sementes e predador de insetos (GALETTI; PEDRONI, 1994; LUDWIG et al., 2005; MIKICH et al., 2015a).

Uma série de avaliações sobre a perda de produção madeireira por danos causados pelo macaco-prego em *P. taeda* já foram realizadas e apresentadas por Liebsch et al. (2015). Essas avaliações subsidiaram

¹ Biólogo, doutorando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

³ Engenheiro Florestal, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴ Bióloga, doutora em Zoologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

o desenvolvimento de um aplicativo computacional, Macaco-prego Calc (EMBRAPA FLORESTAS, 2016), para estimar perdas na produção de madeira de *P. taeda* provocadas por macaco-prego. O aplicativo possibilita inclusive que o software SisPinus estime o crescimento e a produção de povoamentos em função de diferentes níveis de ataque do macaco-prego e idade de ocorrência dos mesmos (OLIVEIRA et al., 2015). Para se obter essas estimativas, no entanto, é imprescindível a realização de um inventário adequado de danos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo orientar produtores florestais, empresas e equipes de inventário florestal para a correta identificação, qualificação e quantificação das árvores com danos causados por macacos-prego. Além disso, propôs-se apresentar as variáveis que interferem diretamente nas projeções de produção de madeira nos plantios atacados, descrevendo detalhadamente as ferramentas e rotinas para o tratamento e análise desses dados. Tais análises permitirão a avaliação das perdas físicas, bem como prognoses de crescimento e de produção florestal.

Amostragem

Parcelas

A avaliação dos danos causados por macaco-prego deve ser feita durante os inventários de produção madeireira (inventários florestais contínuos - IFC) conduzidos anualmente ou bi-anualmente. Assim, os mesmos indivíduos amostrados para os IFC deverão passar por avaliação da ocorrência quali-quantitativa dos danos. Isso reduz significativamente os custos da amostragem e garante a correta distribuição das parcelas. A distribuição aleatorizada das parcelas é importante, pois os danos tendem a se concentrar inicialmente nas bordas dos talhões, de modo que pode haver superestimativa de danos caso as parcelas se concentrem nesses locais.

Identificação de plantios com danos

A comprovação da existência de áreas de plantios com danos é o primeiro passo para iniciar a avaliação qualitativa e quantitativa. Os indícios mais fortes da ocorrência de danos, além da observação direta das

lesões no fuste, são a presença de copas amareladas ou marrons (secas) (Figura 1A) e de lascas de cascas caídas no chão da floresta (Figuras 1C e 1D). Estas apresentam diferentes tonalidades e texturas: as mais claras (amareladas), moles e úmidas indicam danos recentes e as mais escuras (amarronzadas), rígidas e secas indicam danos mais antigos. Assim, nas estradas e interior dos talhões, os danos podem ser visualizados indiretamente. É importante, no entanto, não confundir os danos causados pelos macacos-prego com copas amareladas em reboleiras, geralmente relacionadas com restrições do solo (Figura 1B).

Tipos de danos

Os danos provocados pelos macacos-prego são evidenciados pela retirada de longas tiras de casca (ritidoma) da porção superior do tronco (raramente podem atingir porções inferiores) de árvores adultas (MIKICH; LIEBSCH, 2009). Podem ser classificados em dois tipos básicos: anelamento (Figuras 2A e 2B) e janelamento (Figuras 2C e 2D) (LIEBSCH et al., 2015; MIKICH; LIEBSCH, 2014). No anelamento, a lesão atinge toda a circunferência do caule, enquanto no janelamento apenas uma face do fuste é descascada. Dessa forma, o anelamento é o tipo mais grave, provocando seca e queda das ponteiros na maioria dos casos. Pode haver o desenvolvimento de ramos laterais logo abaixo da lesão (Figura 3A) e, em alguns casos, a formação de um calo acima do dano (Figura 3B), o que pode retardar a queda da ponteira.

É fundamental identificar o tipo de dano durante o inventário, pois seus efeitos sobre a perda de incremento e volume diferem significativamente. Árvores de *P. taeda* aneladas entre as idades de 5,5 e 7 anos, por exemplo, perderam de 25% a 45% de volume quando comparadas com árvores sadias do mesmo talhão. Já as árvores janeladas na mesma idade perderam entre 3,5% e 7,0% nas mesmas condições (LIEBSCH et al., 2015).

Uma mesma árvore, no entanto, pode sofrer múltiplos danos, inclusive de tipos diferentes. Nesses casos, é importante o registro do dano mais grave, o anelamento. Assim, se uma árvore tem dois janelamentos e um anelamento, ela deve ser registrada como uma árvore anelada, já que é esse dano que vai afetar de maneira significativa o seu crescimento.



A) Copas indicando danos por macacos.



B) Copas indicando restrições do solo.



C) Descascamento recente.

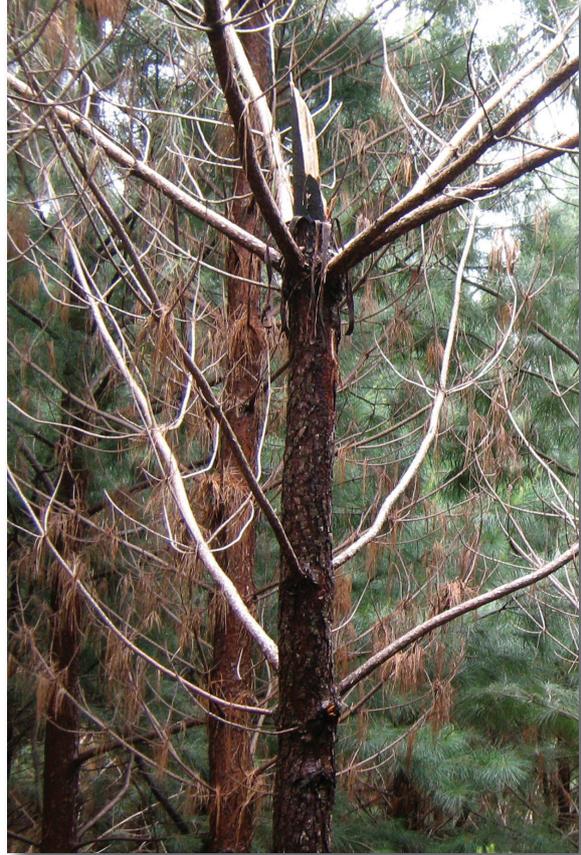


D) Descascamento antigo.

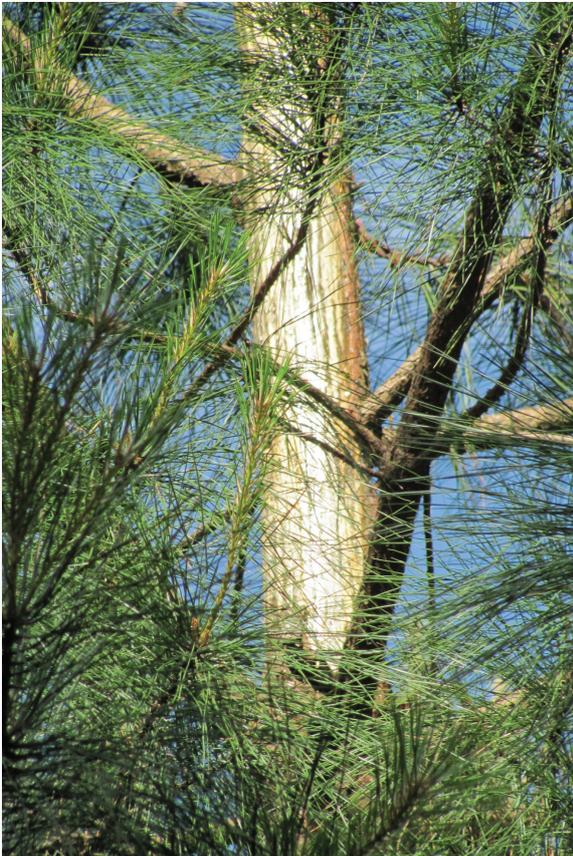
Figura 1. Indícios da presença de danos causados por macacos-prego em talhões de pinus. A) Ponteiros amarelados e marrons esparsos; B) Reboleiras de árvores amareladas e secas em locais com restrições pedológicas, não relacionadas com danos por macacos; C) Lascas de cascas frescas no solo, indicando danos recentes; D) Lascas de cascas secas, indicando danos mais antigos (pelo menos há um mês).



A) Anelamento recente.



B) Anelamento antigo.



C) Janelamento recente.



D) Janelamento antigo.

Figura 2. Tipos e idades de danos provocados por macacos-prego em árvores de pínus.



A) Anelamento com múltiplas copas.

B) Anelamento com formação de calo.

Figura 3. Efeitos do anelamento realizado por macacos-prego em árvores de pinus.

Altura e comprimento do dano

O registro da altura do dano no fuste, variável fortemente relacionada à idade da árvore, é fundamental para a realização das prognoses de perda de incremento e cálculos volumétricos de porções danificadas. Nesse caso, registra-se o limite inferior da altura do dano. Adicionalmente, deve ser registrado o comprimento (extensão) do dano, a altura e o DAP da árvore. Essas variáveis são usadas para diversos cálculos, como volume danificado e perdas de madeira por classe de DAP.

Usando o software SisPinus

Foi incorporado ao software SisPinus (OLIVEIRA, 2011) o aplicativo Macaco-prego Calc (EMBRAPA FLORESTAS, 2016), para calcular as perdas de incremento e volume de madeira em decorrência dos danos provocados por esse primata aos plantios de *Pinus taeda*. A fundamentação técnica dessa ferramenta, detalhes sobre a base de dados utilizada para o seu desenvolvimento e explicações sobre as equações utilizadas e outras estão descritas

em Oliveira et al. (2015). Os dados solicitados ao usuário para o cálculo das perdas são: altura total da árvore, diâmetro à altura do peito (DAP), tipo de dano (janelamento ou anelamento), idade em que o dano ocorreu, altura inferior e comprimento do dano.

O aplicativo pode ser acessado a partir do SisPinus, no menu inicial, item "OUTROS". Clicando na opção "5. Equações de sortimento – Macaco-prego", será aberta uma planilha em Excel contendo quatro abas.

A primeira aba, denominada "Função e Integral", permite ao usuário entrar com funções de afilamento, que descrevem o perfil longitudinal do tronco das árvores e que permitirão os cálculos de volume por segmentos do mesmo.

Na segunda aba, "Macaco-prego-Perdas em árvores", é possível efetuar os cálculos para uma única árvore com danos. Nesse caso, tem-se como produto o diâmetro nas partes inferior e superior do dano e quatro volumes: total, danificado, abaixo e acima do dano. A Figura 4 apresenta uma simulação para uma árvore janelada, com DAP de 25 cm, 15 m

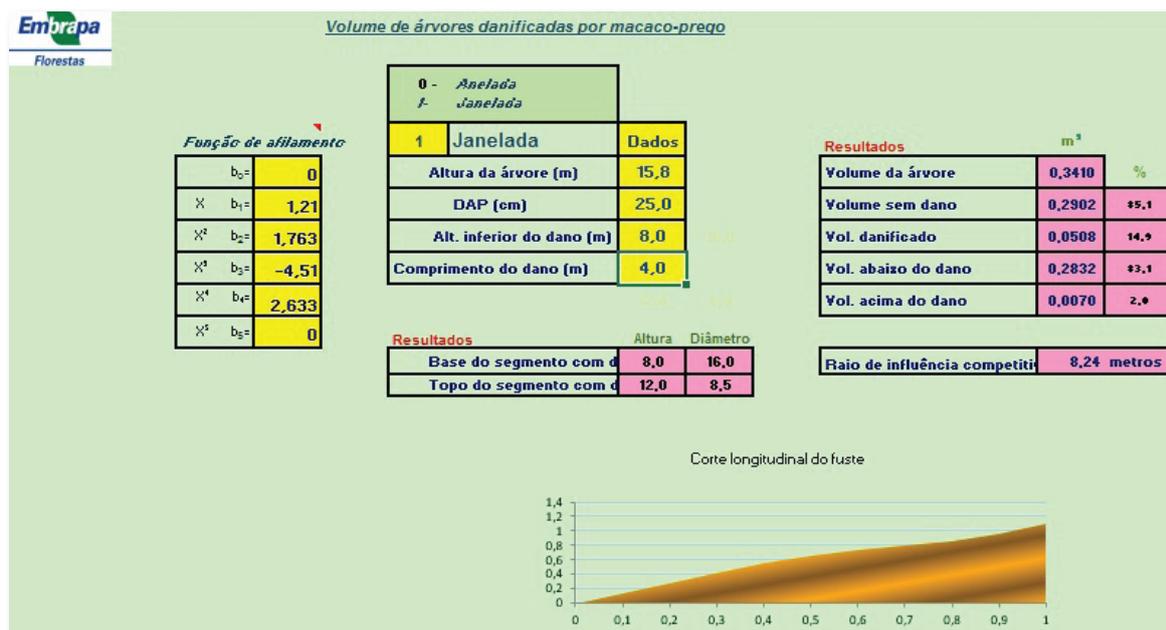


Figura 4. Aba “Macaco-prego-Perda em árvore” com análises de fustes individuais para árvores janeladas.

de altura e dano iniciado aos 8 m de altura e com 4 m de comprimento. O aplicativo calcula (células cor de rosa): diâmetro na porção inferior (15,4 cm) e superior (7,0 cm) do dano e o volume previsto com a ausência de danos (0,3237 m³), do segmento danificado (0,0433 m³ = 13,4%), abaixo do dano (0,2767 m³ = 85,5%) e acima do dano (0,0037 m³ = 1,2%). A mesma análise pode ser feita para uma árvore anelada (Figura 5). Nesse caso, no entanto, o volume perdido (0,0470 m³) refere-se à porção anelada e deve ser descartado do somatório da produção esperada. De fato, no exemplo da Figura

5, o volume a ser considerado é apenas o volume abaixo do dano (0,2767 m³).

Na terceira aba, chamada “Macaco-prego-Perda em várias árvores”, é possível realizar os mesmos cálculos com grupos de até 2.500 árvores. Assim, além dos resultados das árvores individuais, são apresentados no cabeçalho os valores somados para o conjunto de árvores analisado e respectivo percentual. No exemplo apresentado na Figura 6, podem ser visualizados os valores hipotéticos para 14 árvores com danos, individualmente e em

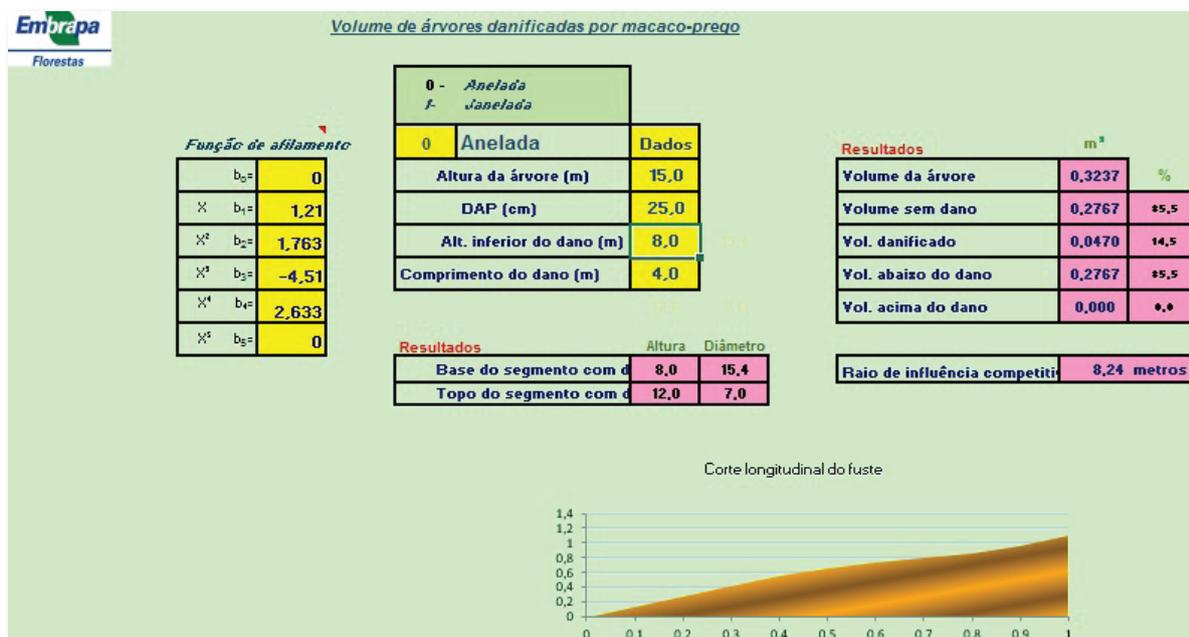


Figura 5. Aba “Macaco-prego-Perda em árvore” com análises de fustes individuais para árvores aneladas.

Volume de árvores danificadas por macaco-prego							Porcentagens					79,2	20,8	73,0	6,2	Raio de Influência Competitiva da Árvore (m)
Entrada de dados							Totais			7,0875	5,6129	1,4746	5,1730	0,4399		
Árvore N°	0 = Anelada	1 = Janelada	Altura (m)	DAP (cm)	Altura inferior do dano (m)	Comprimento do dano (m)	Alt. Superior do dano (m)	Diâm. Inferior do dano (cm)	Diâm. Sup. do dano (cm)	Volume da Árvore	Volume Sadio	Volume danificado	Vol. Abaixo do Dano	Vol. Acima do Dano		
1	1	J	20,0	28,0	15,0	2,0	17,0	9,9	5,8	0,5414	0,5315	0,0099	0,5290	0,0025	9,2	
2	0	A	20,0	28,0	15,0	2,0	17,0	9,9	5,8	0,5414	0,5290	0,0124	0,5290	0,0000	9,2	
3	1	J	21,0	19,0	12,0	3,0	15,0	11,0	7,6	0,2618	0,2409	0,0209	0,2318	0,0090	6,3	
4	0	A	21,0	19,0	12,0	3,0	15,0	11,0	7,6	0,2618	0,2318	0,0299	0,2318	0,0000	6,3	
5	1	J	19,0	22,0	11,0	2,5	13,5	12,5	9,0	0,3175	0,2944	0,0231	0,2830	0,0114	7,3	
6	0	A	19,0	22,0	11,0	2,5	13,5	12,5	9,0	0,3175	0,2830	0,0345	0,2830	0,0000	7,3	
7	1	J	23,0	26,0	9,0	3,0	12,0	19,1	16,3	0,5369	0,4624	0,0745	0,3790	0,0834	8,6	
8	0	A	23,0	26,0	9,0	3,0	12,0	19,1	16,3	0,5369	0,3790	0,1579	0,3790	0,0000	8,6	
9	1	J	19,0	21,0	8,0	4,0	12,0	15,0	10,7	0,2893	0,2359	0,0534	0,2145	0,0214	6,9	
10	0	A	19,0	21,0	8,0	4,0	12,0	15,0	10,7	0,2893	0,2145	0,0748	0,2145	0,0000	6,9	
11	1	J	22,0	29,0	11,0	6,0	17,0	18,8	9,3	0,6389	0,5378	0,1011	0,5268	0,0109	9,6	
12	0	A	22,0	29,0	11,0	6,0	17,0	18,8	9,3	0,6389	0,5268	0,1120	0,5268	0,0000	9,6	
13	1	J	24,0	34,0	5,0	4,0	9,0	29,3	25,4	0,9580	0,7236	0,2344	0,4224	0,3012	11,2	
14	0	A	24,0	34,0	5,0	4,0	9,0	29,3	25,4	0,9580	0,4224	0,5356	0,4224	0,0000	11,2	

Figura 6. Aba “Macaco-prego-Árvores” com análises para um conjunto de árvores aneladas ou janeladas.

conjunto. Assim, no somatório tem-se um volume total previsto, caso as árvores não apresentassem danos causados pelo macaco-prego, de 7,0875 m³, sendo 1,4746 m³ de volume danificado (janeladas) ou perdido (aneladas), 5,1730 m³ de volume abaixo do dano e 0,4399 m³ de volume acima do dano.

E, finalmente, a quarta aba, “Macaco-prego-PerdaCrescimento”, possibilita que o SisPinus calcule a prognose do crescimento e a produção dos povoamentos, considerando os danos por macaco-prego. Para isto, tendo por base a evolução da incidência, os tipos de danos e seu efeito sobre o crescimento em diâmetro das árvores, o aplicativo ajusta o Índice de Sítio para considerar o nível de ataque e a idade das árvores por ocasião dos danos na produtividade dos povoamentos (Figura 7). Nas células em amarelo, constam as quatro informações solicitadas ao usuário: índice de sítio do povoamento, idade do povoamento quando sofreu o dano, percentual de indivíduos com danos e percentual de anelamentos do total de árvores danificadas. Tomando-se como exemplo um Índice de Sítio de 16 m, para um ataque de 40% aos nove anos, sendo

30% de anelamentos, o Índice de Sítio Ajustado para os trabalhos com o SisPinus será de 15,4 m.

Considerações

A eficiente avaliação física dos danos provocados por macacos-prego em plantios de pinus é fundamental para a correta quantificação das perdas de produção e tomada de decisões a respeito da condução dos povoamentos. As ferramentas aqui apresentadas subsidiam equipes de inventário e planejamento florestal, no sentido de coletar as informações de campo e proceder ao adequado tratamento dos dados.

A Embrapa Florestas criou, em 2003, o Programa Macaco-Prego, envolvendo pesquisadores e produtores (pequenos, médios e grandes, associados ou não) em ações de pesquisa e transferência de tecnologia, com o objetivo de buscar alternativas que reduzissem os danos provocados pelo macaco-prego, assim como o conflito entre a produção

Cálculo da perda de produção em talhões atacados por macaco-prego, usando o software SISPINUS	
1. Informe os valores solicitados nas células amarelas	
2. Aplique o Índice de Sítio Corrigido no SISPINUS	
3. Use no SISPINUS DAP e Árv.ha na idade do inventário de danos	
	Informe
Índice de Sítio (Alt. Dominante aos 15 anos - metros)	16,0
Idade do ataque (7 a 12 anos)	9
Porcentagem de árvores atacadas (0 a 80%)	40,0
Das atacadas, qual a % de aneladas (0 a 100%)	30,0
Índice de Sítio Corrigido (metros)	15,7

Figura 7. Aba “Macaco-prego-PerdaCrescimento” para ajustes no Índice de Sítio em povoamentos com danos de macacos-prego.

florestal e a conservação desse primata. Detalhes do Programa Macaco-Prego, seus avanços e perspectivas estão disponibilizados no site em <http://www.embrapa.br/florestas/programa-macaco-prego> (em constante atualização) ou no trabalho de Mikich et al. (2015b).

Agradecimentos

Esse estudo fez parte do projeto intitulado "O macaco-prego (*Cebus nigritus*, Cebidae, Mammalia) e as plantações comerciais de *Pinus* spp.: o problema, suas causas e propostas de manejo", uma parceria entre Embrapa Florestas e Celulose Irani S.A.

Referências

- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Publicado originalmente no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, em 13 fev. 1998 e retificado em 17 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- EMBRAPA FLORESTAS. **Aplicativo para cálculo de perdas por macaco-prego**: Macaco-prego Calc. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/programa-macaco-prego>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- GALETTI, M.; PEDRONI, F. Seasonal diet of capuchin monkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 10, n. 1, p. 27-39, 1994. DOI: 10.1017/S0266467400007689.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. IBÁ: Indústria Brasileira de Árvores. Brasília, DF, 2014. 97 p. Relatório Ibá 2014. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2013. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2015.
- LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. **Descascamento e identificação de danos causados por macacos-prego (*Sapajus nigritus*) a plantios de eucaliptos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 328).
- LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B.; OLIVEIRA, E. B. de; MOREIRA, J. M. M. Á. P. Descascamento de *Pinus taeda* por macacos-prego (*Sapajus nigritus*): tipos e intensidades de danos e seus impactos sobre o crescimento das árvores. *Scientia Forestalis*, v. 43, n. 105, p. 37-49, 2015.
- LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do estado do Paraná. *Neotropical Primates*, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005. DOI: 10.1896/1413-4705.13.3.12.
- MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D.; ALMEIDA, A.; MIYAZAK, R. D. O papel do macaco-prego *Sapajus nigritus* na dispersão de sementes e no controle potencial de insetos-praga em cultivos agrícolas e florestais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Org.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015a. p. 257-265.
- MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D.; ALMEIDA, A. de; OLIVEIRA, E. B. de; MOREIRA, J. M. M. A. P. 2015b. O programa Macaco-prego da Embrapa Florestas: avanços e perspectivas. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Novas tecnologias florestais: anais**. [Curitiba]: Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal, 2015b. 17 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131700/1/2015-SandraB-CFP-OPrograma.pdf>>. Acesso em: 81 ago. 2016.
- MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. Damage to forest plantations by tufted capuchins (*Sapajus nigritus*): too many monkeys or not enough fruits? *Forest Ecology and Management*, v. 314, p. 9-16, 2014. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.11.026.
- MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. **O macaco-prego e os plantios de *Pinus* spp.** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 234).
- OLIVEIRA, E.B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).
- OLIVEIRA, E. B. de; MOREIRA, J. M. M. A. P.; LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Ferramenta computacional para estimar perdas na produção de madeira de *Pinus taeda*, atacadas por macaco-prego (*Sapajus nigritus*). In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Novas tecnologias florestais: anais**. [Curitiba]: Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal, 2015. 10 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131721/1/2015-Edilson-CFP-Ferramenta.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- ROCHA, V. J. Macaco-prego, como controlar esta nova praga florestal? *Floresta*, v. 30, n. 12, p. 95-99, 2000. DOI: 10.5380/rf.v30i12.2329.

Comunicado Técnico, 384

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
CEP 83411-000, Colombo, PR
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão eletrônica (2016)

Comitê de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida
Membros: Elenice Fritzsos, Giselda Maia Rego, Ivar Wendling, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Pentead, Valderes Aparecida de Sousa

Expediente

Supervisão editorial: José Elidney Pinto Júnior
Revisão de texto: José Elidney Pinto Júnior
Normalização bibliográfica: Francisca Rasche
Editoração eletrônica: Neide Makiko Furukawa
Fotos: Dieter Liebsch