

SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA REVEGETAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR EXPLORAÇÃO DE AREIA¹

José Augusto da Silva Santana¹
Eriberto da Silva Dias²
Juliana Lorensi do Canto³
Fernanda Moura Fonseca Lucas⁴
Adriana Figueiredo da Silva Zaccharias⁵

RESUMO: A indústria mineradora, apesar de sua importância econômica é considerada como uma atividade causadora de degradação ambiental, necessitando, quase sempre, da introdução de espécies vegetais para recomposição das áreas exploradas. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore, *Anacardium occidentale* L., *Inga vera* Willd., *Annona squamosa* L., *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex D. C.) Mattos, *Psidium guajava* L., e *Malpighiae emarginata* D. C. 17 meses após o plantio, em uma área no município de Macaíba-RN, onde houve exploração de areia, usando como parâmetro de análise a sobrevivência, a altura e o diâmetro da base. Nas covas foi aplicado 2 L de adubo orgânico e 120 g de NPK, tendo sido realizado combate as formigas e irrigação nos dois primeiros meses. As espécies *I. vera*, *T. aurea* e *A. squamosa* obtiveram os maiores valores de altura enquanto em relação ao diâmetro se destacaram *T. aurea*, *I. vera* e *H. impetiginosus*. O índice médio de sobrevivência do plantio atingiu 67,40%, se destacando *H. impetiginosus* e *P. echinata* com 100% de plantas vivas, enquanto *A. squamosa* e *P. guajava* apresentaram as maiores mortalidades, com 19% e 20%, respectivamente. Assim, as espécies *H. impetiginosus*, *P. echinata*, *I. vera* e *T. aurea* foram as que melhor se adaptaram ao ambiente degradado da área estudada e tem potencial para serem utilizadas na recomposição de áreas degradadas por exploração mineral.

Palavras-chave: Espécies florestais, Altura, Diâmetro, Sobrevivência.

SELECTION OF SPECIES FOR REVEGETATION OF DEGRADED AREA BY SAND EXPLORATION

ABSTRACT: The mining industry, despite its economic importance, is considered an activity that causes environmental degradation, requiring, usually, the introduction of forest species to recompose exploited areas. Thus, the present work aimed to evaluate the development of *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore, *Anacardium occidentale* L., *Inga vera* Willd., *Annona squamosa* L., *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex D. C.) Mattos, *Psidium guajava* L., e *Malpighiae emarginata* D. C. Seventeen months after planting in an area at in an area in the municipality of Macaíba-RN, where there was sand exploration, using survival, height and base diameter as an analysis parameter. In the holes of planting were applied 2 L of organic fertilizer and 120 g of NPK, with constant combat the ants and irrigation were carried in the first two months. The species *I. vera*, *T. aurea* and *A. squamosa* obtained the highest values of height, while in relation to the diameter were distinguished *T. aurea*, *I. vera* and *H. impetiginosus*. The plant survival rate reached 67.40%, with *H. impetiginosus* and *P. echinata* standing out with 100% of live plants, while *A. squamosa* and *P. guajava* showed the highest mortalities, with 81% and 80%, respectively. Thus, the species *H. impetiginosus*, *P. echinata*, *I. vera* and *T. aurea* were the best adapted to the degraded environment of the studied area.

Keywords: Forest species, height, diameter, survival.

¹Engenheiro Florestal, Professor, Doutor em Agronomia, Laboratório de Ecologia Florestal-UFRN, Campus de Macaíba, Macaíba-RN. augusto@ufrnet.br

²Engenheiro Florestal, Laboratório de Ecologia Florestal, UFRN, Campus de Macaíba, Macaíba-RN. eribertodias@yahoo.com.br

³Engenheira Florestal, Professora, Doutora em Ciência Florestal, Laboratório de Ecologia Florestal, UFRN, Campus de Macaíba, Macaíba-RN. julianalorensidocanto@gmail.com

⁴Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciências Florestais-UFES, Jerônimo Monteiro-ES. fernanda-fonseca@hotmail.com

⁵Engenheira Florestal, Laboratório de Ecologia Florestal, UFRN, Campus de Macaíba, Macaíba-RN. adriana.figueiredos@gmail.com

INTRODUÇÃO

A mineração pode ser descrita como a extração de minerais presentes nas rochas e, ou no solo, sendo vista como um ramo economicamente importante, e vem sendo exercida pelo homem desde épocas passadas, retirando materiais como argila, areia e rochas para confecção de diversos produtos.

Conforme comenta Santos (2015), a exploração mineral por si mesma é uma atividade não sustentável, ou seja, o que foi extraído nunca mais será repostado, e existem procedimentos que têm que ser utilizados para minimizar o impacto ambiental da atividade, como cobertura vegetal, preservação de cursos d'água e da paisagem cênica, manutenção da flora e da fauna da região, controle sobre poluição sonora e disposição de rejeitos, etc.

O aparecimento de áreas degradadas no Brasil tem crescido notadamente ao longo dos anos, originando inúmeros prejuízos ao meio ambiente como o desmatamento e voçorocas, sendo em sua maioria vinculado às atividades antrópicas, como construção de estradas, barragens e mineração (BEZERRA et al., 2006).

A mineração de areia ocorre em locais onde houve a deposição de material sedimentar erodido ao longo das eras geológicas, e normalmente esses locais estão próximos à fundo de vales e aos rios, coincidindo muitas vezes com as matas ciliares, consideradas áreas de preservação permanente (APP) (STEINER e VASCONCELOS, 2011).

Em vários locais do Rio Grande do Norte a extração de minerais, como a areia, vem sendo realizada muitas vezes nas margens e leitos secos dos rios, e em fragmentos de elevada importância ecológica, havendo, portanto, necessidade de realizar plantios com espécies dos mais variados hábitos, especialmente frutíferas para atrair a fauna.

Dentre as espécies frutíferas que vem sendo plantadas com grande sucesso de desenvolvimento em Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas destacam-se *Psidium guajava* L. (goiabeira), *Annona squamosa* (pinha), *Anacardium occidentale* (cajuero) e *Malpighia marginata* (acerola), todas apresentando bons índices de sobrevivência em solos fortemente degradados (POTT e POTT, 2002).

Muitas plantas têm sido usadas com a finalidade de fornecer proteção ao solo descoberto, em sua maioria Leguminosas, pois proporcionaram fixação biológica do nitrogênio, que lhes dá vantagem para seu estabelecimento, mesmo em áreas degradadas e inóspitas para outras plantas (PEREIRA, 2006).

Assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o desenvolvimento de espécies florestais e frutíferas, 17 meses após o plantio em uma área de 1,6 hectares, degradada por mineração de areia no município de Macaíba-RN.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Macaíba, onde foi realizado o estudo, está localizado na zona metropolitana de Natal/RN, próximo da região costeira, tendo como coordenada, latitude 5° 51' 30" Sul e longitude: 35° 21' 14" Oeste, com uma área de 510,8 km² (IDEMA, 2013).

O solo da parcela plantada com *Paubrasilia echinata* (pau brasil), localizada próximo da área degradada estudada (Tabela 1) é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e ácido, profundo, com relevo levemente ondulado, pH ácido e pobre em nutrientes (SANTANA, 2015).

TABELA 1 - Caracterização química do solo da parcela de *Paubrasilia echinata* (pau brasil), na Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba-RN.

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Na	Ca	Mg	Al	Al + H
		-----mg/dm ³ -----			-----cmol _c /dm ³ -----			
0-20	5,32	2,0	97	15	0,84	0,36	0,00	0,35
20-40	5,16	1,5	90	19	0,59	0,26	0,04	0,46
40-60	5,06	1,0	88	20	0,77	0,32	0,07	0,59

Contudo, a área degradada em análise apresenta Neossolo Quartzarênico fortemente compactado em vários trechos e lixiviado, em virtude da movimentação de máquinas e exposição às chuvas, com declividade de, aproximadamente, 10° do lado leste para oeste.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical do tipo As, caracterizado por verão seco, com precipitação média anual variando entre 700 e 1.300 mm por ano e temperatura média anual entre 24 °C e 26 °C (ALVARES et al., 2013). Registros climáticos no município indicaram temperatura média anual de 25,7 °C, com máxima média de 27 °C e mínima média de 24 °C, pluviosidade média anual de 1.107 mm, sendo novembro considerado o mês mais seco, com 12 mm de precipitação, e com registro de 183 mm de chuva em abril, enquanto o tempo aproximado de insolação é de 2.700 h ano⁻¹ e a umidade relativa do ar média atinge 74% (CLIMATE-DATA, 2021).

A vegetação do entorno da área degradada foi caracterizada por Gomes Neto (2016) como de Tabuleiro Costeiro e as principais famílias ocorrentes foram Fabaceae, Rubiaceae e Myrtaceae, destacando-se as espécies com maior representatividade *Hancornia speciosa*, *Byrsonima* spp., *Curatella americana* e *Andira laurifolia* no estrato lenhoso, enquanto no estrato gramíneo as espécies do gênero *Paspalum* são as mais distribuídas no entorno da área de estudo.

Na preparação da área foi utilizado um trator com grade aradora leve para escarificar superficialmente o solo. Foi realizado também combate às formigas cortadeiras usando isca granulada em todas as fases antes e após o plantio.

Em seguida ao primeiro combate às formigas, com o objetivo de recobrir a área e fornecer matéria orgânica, além de fixar e disponibilizar N, foi efetuado o plantio a lanço de sementes pré-geminadas de *Crotalaria juncea*, uma Fabaceae oriunda da Índia, que pode atingir porte de até 2 metros de altura, e que pode produzir até 30 toneladas por ha de biomassa, com tempo de formação na faixa de 60 a 90 dias, como observado por Cavallari et al. (2016), os quais concluíram que para a produção de massa verde e massa seca destacou-se o corte realizado aos 75 DAE, com produção de 28,04 t ha⁻¹ e 7,33 t ha⁻¹, respectivamente. Foloni (2006) acrescenta que a produção de matéria seca da parte aérea da espécie não é prejudicada pela compactação do solo em subsuperfície e apresenta boa formação de bioporos nas camadas do solo.

Posteriormente fez-se o plantio das mudas no espaçamento de 3 m x 3 m e uma semana depois foi feito o replantio com mudas das mesmas espécies. Para o plantio das mudas foram abertas covas com 30 cm x 30 cm x 30 cm, as quais foram adubadas com 120 g de adubo químico (NPK) e 2 litros de adubo orgânico, sendo em seguida irrigadas e instalados tutores com aproximadamente 150 cm de altura.

Na coleta dos dados usou-se paquímetro digital para a mensuração do diâmetro da base das mudas e trena métrica de 4 metros para a altura ao nível do solo, com as mensurações sendo realizadas aos 17 meses após o plantio.

As análises dos dados foram executadas com auxílio do programa Bioestat®, sendo feitos os testes de normalidade e em sequência, foram realizadas a análise de variância para os dados paramétricos e o teste de Kruskal Wallis para os dados não paramétricos, ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 observa-se que, após 17 meses, as mudas de *Inga vera*, *Tabebuia áurea* e *Annona squamosa* se destacaram, mostrando maior crescimento em altura, enquanto *Malpighia emarginata*, *Psidium guajava* e *Anacardium occidentale* apresentaram menor altura.

TABELA 2 – Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão (DP) da altura e diâmetro da base das espécies plantadas na área degradada da Escola Agrícola de Jundiáí, Macaíba/RN, 17 meses após plantio.

Espécie	Altura (cm)				Diâmetro na base (mm)			
	Min	Max	Média	DP	Min	Max	Média	DP
<i>I. vera</i>	92	187	142,62 a	26,91	15,07	72,70	41,89 a	19,08
<i>M. emarginata</i>	29	97	73,16 b	21,38	7,90	27,40	20,46 b	5,84
<i>P. guajava</i>	44	77	57,75 b	15,31	7,00	15,00	11,63 b	3,36
<i>A. squamosa</i>	32	163	97,50 ab	92,63	10,80	40,00	25,40 ab	20,65
<i>P. echinata</i>	14	176	88,50 b	41,73	4,50	26,50	16,96 b	6,81
<i>H. impetiginosus</i>	43	112	83,20 b	27,19	10,80	54,10	38,60 a	13,20
<i>T. aurea</i>	21	195	113,40 a	50,55	25,10	61,80	44,12 a	11,86
<i>A. occidentale</i>	15	59	38,63 b	26,67	13,90	35,60	21,48 ab	10,00

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando comparado com os dados obtidos na primeira medição aos 30 dias após o plantio, observa-se que *Inga vera*, *Annona squamosa* e *Tabebuia aurea* apresentaram incremento médio, em altura, de 191%, 187% e 147%, respectivamente o que evidencia a boa adaptação dessas espécies as restritivas condições do solo da área estudada, especialmente no que se refere a forte compactação e a baixa fertilidade.

Evidenciando o significativo potencial de *Inga vera* para uso em projetos de recomposição florestal, Feitosa (2017) observou que a mesma apresentou os maiores valores para mediana de DAP, nas idades de seis e sete anos, com aproximadamente nove centímetros, e quanto à altura total na idade de sete anos, a espécie alcançou o maior valor de mediana com aproximadamente sete metros.

Campos e Laurenti (1998) encontraram diferença entre a primeira e terceira medição de 85 cm para o crescimento em diâmetro e de 1,19 m na altura dos valores médios nas mudas de *Inga vera*, enquanto Melo et al. (2004) por outro lado observaram que *Inga vera* não apresentou diferença estatística em um período de um ano de avaliação, quando comparadas com *Plathymenia reticulata*, *Anadenanthera falcata* e *Inga laurina*.

O bom desempenho de *Inga vera* tanto em diâmetro quanto em altura também pôde ser verificado por Marcuzzo et al. (2014), os quais comentaram que a espécie é ideal para compor o grupo de preenchimento em áreas restauradas por possuir rápido crescimento e densa cobertura de copa, e sugerem também que a espécie pode apresentar a formação de um sistema radicular mais amplo, capaz de explorar maior volume de solo. Já Melo et al. (2004), ao analisar o comportamento desta espécie no Cerrado, em um plantio puro em duas ocasiões com um e seis anos de idade, verificou um bom crescimento em altura no primeiro ano, mas ao sexto ano foi verificado incremento negativo em altura, o que indica a alta competitividade da espécie entre si.

Tabebuia aurea foi a espécie que mostrou a segunda maior altura aos 17 meses, com um incremento médio mensal de 3,97 cm. Em estudo realizado avaliando o crescimento de plantas de *Tabebuia aurea* sob estresse hídrico, Cabral et al. (2004) observaram que não houve diferença estatística para o crescimento em altura nos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias.

Um dos problemas mais restritivos ao desenvolvimento das plantas em áreas após a exploração mineral é a compactação do solo, causada pelo intenso fluxo de máquinas durante a exploração, mas esse efeito é variável entre as espécies.

Neste estudo, *Inga vera*, *Tabebuia áurea* e *Annona squamosa*, apresentaram bons resultados de crescimento e se assemelham ao encontrado por Silva et al. (2012) para as espécies *Jatropha curcas* e *Crambe abyssinica*. Segundo os autores, o impedimento físico ocasionado na camada subsuperficial, não foi o suficiente para limitar o crescimento radicular verticalmente. Entretanto, Bellote & Dedecek (2006) observaram que o crescimento de florestas de pinus no estado do Paraná, por exemplo, foi principalmente influenciado pela água disponível e pela resistência à penetração das raízes.

A espécie *Anacardium occidentale* apresentou o menor incremento mensal médio, mostrando baixa adaptação ao ambiente degradado, visto que é uma espécie típica de solos arenosos, podendo ser encontrada em diversos ecossistemas, principalmente nas zonas costeiras nordestinas, fazendo parte da vegetação de praias, dunas e nas formações de restinga.

Em termos de diâmetro na base (DB), destacaram-se *Tabebuia áurea*, *Inga vera* e *Handroanthus impetiginosus*, enquanto *Psidium guajava*, *Paubrasilia echinata* e *Malpighiae emarginata* mostraram menores valores e foram estatisticamente iguais.

Esses resultados indicam que algumas espécies, como *Psidium guajava*, *Paubrasilia echinata* e *Malpighiae emarginata* são mais sensíveis aos efeitos da compactação do solo, como também verificaram Silva et al. (2002), os quais observaram que a compactação do solo restringiu o crescimento e aumentou o diâmetro médio de raízes de eucalipto, bem como reduziu o acúmulo de K na planta, diminuindo a eficiência de utilização do nutriente e a eficiência da adubação, influenciando assim no diâmetro do coleto e altura das plantas.

Hakansson et al. (1998) afirmam que, em solos compactados, o menor desenvolvimento do sistema radicular resulta em menor volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, em menor absorção de água e nutrientes, resultando em menor crescimento ou até mesmo mortalidade da planta. Segundo Pabin et al. (1998), a redução de 40% no comprimento radicular é crítica à produtividade das plantas em solos arenosos.

A taxa de sobrevivência das mudas é um parâmetro de relevante importância na avaliação da capacidade de uma espécie suportar as condições adversas de áreas degradadas. Neste estudo em Macaíba, na avaliação após 17 meses de plantio observou-se a taxa média de 64% de sobrevivência (Tabela 3), destacando-se *Paubrasilia echinata* e *Handroanthus impetiginosus* com 100% de sobrevivência, enquanto *Annona squamosa* e *Psidium guajava* apresentaram elevada mortalidade, com 19% e 20% das mudas ainda vivas.

TABELA 3 - Taxa de sobrevivência (%) das mudas aos 30 dias e aos 17 meses após o plantio em área degradada por extração de areia em Macaíba-RN.

Espécie	30 dias	17 meses
<i>Inga vera</i>	95	67
<i>Psidium guajava</i>	95	20
<i>Malpighiae emarginata</i>	100	71
<i>Annona squamosa</i>	100	19
<i>Paubrasilia echinata</i>	100	100
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	100	100
<i>Anacardium occidentale</i>	91	41
<i>Tabebuia aurea</i>	100	94
Média	97,62	64

Pott e Pott (2002) comentam que espécie *Psidium guajava* (goiabeira), embora seja uma frutadeira cultivada, não nativa, também é uma alternativa válida para estimular a revegetação

natural, porque atrai muitas aves, que trazem sementes, funcionando como planta-núcleo de pequenos capões iniciais, definindo depois, sob sombreamento, entretanto, é uma espécie que prefere solos férteis. Essa exigência nutricional pode ter contribuído para a alta mortalidade na área degradada, caracterizada como de solo ácido e pobre em nutrientes.

Do mesmo modo, Faria et al. (1997), avaliando o comportamento de nove espécies florestais até os 36 meses em uma área degradada observaram que *Psidium guajava* apresentou, em todas as avaliações, as menores alturas dentre as espécies testadas, com ritmo constante de crescimento e sem seca de ponteiros, o que a qualifica, segundo os autores, como uma boa opção para plantios nas condições estudadas, porém em espaçamentos menores (plantios puros) ou apenas nas bordas (plantios mistos), para que não seja sombreada e suprimida.

Almeida et al. (2016) avaliaram o comportamento de cinco espécies nativas do Cerrado na recuperação de uma cascalheira, sob a influência de combinações de adubação, e concluíram que *Tibouchina candolleana* e *Hymenaea courbaril* obtiveram os melhores índices de sobrevivência, sendo respectivamente de 98,61% e 97,22%, enquanto, por outro lado, observou-se que *Eremanthus erythropappus* obteve o menor índice, atingindo apenas 20,83%.

Segundo Collares et al. (2008), a resposta das principais culturas à compactação ainda não é completamente conhecida. Sabe-se que o aumento na compactação reduz o crescimento de raízes devido ao aumento na resistência do solo à penetração, podendo ocasionar perdas de produtividade nos cultivos agrícolas, por restringir o reservatório de água e nutrientes às raízes (CLARK et al., 2003).

Avaliando a sobrevivência e o crescimento de sete espécies arbóreas nativas em uma área degradada de floresta estacional decidual, no norte de Minas Gerais, Nunes et al. (2015) concluíram que as espécies arbóreas consideradas pioneiras, que são heliófitas (de grandes clareiras), de crescimento rápido e de pouca exigência de solo, demonstraram maior aptidão a locais degradados, como é o caso de *Tabebuia aurea* e *Handroanthus impetiginosus* que alcançaram sobrevivência de 94% e 100%, respectivamente, nesse estudo em Macaíba.

Paubrasilia echinata, apesar de não ter se sobressaído em altura e diâmetro, foi outra espécie que mostrou 100% de sobrevivência em plantio a pleno sol, mesmo sendo considerada por Mengarda et al. (2009) como uma espécie intermediária entre plantas tolerantes a altas intensidades luminosas e plantas com tolerância a ambientes sombreados, ocorrendo dentro de uma sucessão ecológica entre as espécies pioneiras e as espécies clímax, evidenciando assim que tem grande potencial para ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas.

CONCLUSÕES

Após 17 meses, as espécies com as melhores taxas de sobrevivência foram *Paubrasilia echinata* e *Handroanthus impetiginosus*, ambas com 100% de sobrevivência, enquanto as espécies que obtiveram as menores taxas de sobrevivência, com 19% e 20%, respectivamente, foram *Annona squamosa* e *Psidium guajava*.

As espécies *Paubrasilia echinata*, *Tabebuia aurea*, *Handroanthus impetiginosus* e *Inga vera* obtiveram os melhores índices de sobrevivência e desenvolvimento em altura e diâmetro, evidenciando potencial para ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas por exploração de areia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C.; PEREIRA, I. M.; SILVA M. A. P.; CARLOS, L.; SOUZA, F. M. Sobrevivência e crescimento de cinco espécies do cerrado em diferentes adubações na recuperação de uma cascalheira, Diamantina-MG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p. 1705–1716, 2016.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A. Atributos físicos e químicos do solo e suas relações com o crescimento e a produtividade do *Pinus taeda*. **Boletim Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 21-38, 2006.
- BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 469-476, 2006.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2004.
- CAMPOS, J. C.; LAURENTI, M. Comportamento do ingá (*Ingá uruguensis*), em diversas fases de desenvolvimento em mata nativa. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 4, p. 3-6, 1998.
- CAVALLARI, L. A.; SOARES, C. M. J.; OLIVEIRA, M. S.; RAMBO, J. R. Produção de fitomassa e cobertura do Solo de *Crotalaria juncea*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.
- CLARK, L. J.; WHALLEY, W. R.; BARRACLOUGH, P. B. How do roots penetrate strong soil. **Plant and Soil**, v. 255, n. 1, p. 93-104, 2003.
- CLIMATE-DATA. **Clima: Macaíba (RN)**. 2021. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/880407/> Acesso em: 02 ago. 2022.
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 933-942, 2008.
- FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Ceres**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 1997.
- FEITOSA, S. F. **Crescimento de espécies nativas em área de recomposição florestal no Complexo Naval Guandu do Sapê**. 2017. 28 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.
- FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 49-57, 2006.

GOMES NETO, L. A. **Composição florística e espectro biológico em região de Tabuleiro Costeiro no Rio Grande do Norte**. 2016. 41 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2016.

HAKANSSON, I.; STENBERG, M.; RYDBERG, T. Long-term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden. **Soil and Tillage Research**, v. 46, p. 209-22, 1998.

IDEMA. **Perfil do seu Município: Macaíba**. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte. 2013. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016679.PDF>>. Acesso em: out. 2021.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em Unidades de Conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 129-140, 2015.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G.; KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de Cerrado. In: BOAS, O. V.; DURIGAN, G. **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista**. São Paulo: Instituto Florestal, 2004. p. 447-456.

MENGARDA, L. H. G.; SOUZA, R. L. F.; CAMPOSTRINI, E.; REIS, F. O.; VENDRAME, W. A.; CUZZUOI, G. R. F. Light as an indicator of ecological succession in brazilwood (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, p. 55-64, 2009.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, N. C. A.; VELOSO, M. D. M.; GONZAGA, A. P. D.; DOMINGUES, E. B. S.; ALMEIDA, H. S.; CASTRO, G. C.; SANTOS, R. M. Sobrevivência e crescimento de sete espécies arbóreas nativas em uma área degradada de Floresta Estacional Decidual, norte de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 801-810, 2015.

PABIN, J.; LIPIEC, J.; WODEK, S. Critical soil bulk density and strength for pea seedling root growth as related to other soil factors. **Soil and Tillage Research**, v. 19, p. 131-143, 1998.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2ª ed. Belo Horizonte: FAPI, 2006, 23p. Disponível em: <<http://deflor.com.br/pdf/LivroSEAD.pdf>>. Acesso: out.2021.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas nativas para recuperação de áreas degradadas e reposição de vegetação e Mato Grosso do Sul**. Comunicado Técnico 75. 6 f. Campo Grande, 2002.

SANTANA, J. A. S. **Levantamento do estado de conservação, análise da variabilidade e cultivo experimental de *Paubrasilia echinata* Lam., em três estados do nordeste do Brasil**. APNE. Associação Plantas do Nordeste. Relatório de Implantação. Natal-RN, 8 f. 2015.

SANTOS, A. Extração mineral de areias e seus impactos na territorialidade socioambiental: O caso de Feira de Santana–BA. In: **VII Seminário Internacional Dinâmica Territorial e Desenvolvimento Socioambiental: Terra em Transe**. Universidade Católica de Salvador, p. 1-20, 2015.

SILVA, S. D.; ALVES, J. M.; MESQUITA, G. M.; LEANDRO, W. M. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). **Global Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 87–97, 2012.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1001-1010, 2002.

STEINER, F. A.; VASCONCELOS, V. V. Delimitação e proteção das Áreas de Preservação Permanente de Chapadas: Estudo de caso da mineração de areia em encostas no norte de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 40, p. 189-204, 2011.