

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME XI



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Ciências agrárias: estudos fundamentais

11^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

11ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238C Ciências agrárias: estudos fundamentais

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

70 f.: il

DOI: 10.37423/2024.edcl1024

ISBN: 978-65-5367-571-1

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrônoma 4. engenharia-de-pesca I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 630

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl1024>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

CAPÍTULO 1	5
DESGASTE DA MADEIRA AMAZÔNICA CEIBA PENTANDRA (L.) GAERTN EM CONTATO COM O SOLO	
RAIMUNDA LIÉGE SOUZA DE ABREU	
ALINE OLIVEIRA DOS SANTOS	
DOI 10.37423/241009378	
CAPÍTULO 2	17
DENSIDADE, COBERTURA E DMV DAS GOTAS NA APLICAÇÃO AÉREA DE FUNGICIDA EM MILHO	
TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA	
Isabela Dias de Souza	
Everton Fulgencio de Oliveira	
Kawanne Neves de Souza	
Ana Paula Batista da Silva	
Maria Cecília Dias Moraes	
Thiago Santana Boaventura	
DOI 10.37423/241009379	
CAPÍTULO 3	23
BURNING REDUCES ANNUAL REESTABLISHMENT CAPABILITY OF BRACHIARIA PASTURE	
Luiz Carlos da Silva	
Francisco de Almeida Lobo	
DOI 10.37423/241009406	
CAPÍTULO 4	42
SEMEADURA MECANIZADA: PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA GRANDES CULTURAS	
Vilnei De Oliveira Dias	
Eracilda Fontanela	
Chaiane Guerra da Conceição	
Vinícius dos Santos Cunha	
Lanes Beatriz Acosta Jaques	
DOI 10.37423/241009420	
CAPÍTULO 5	55
O ESPÓLIO ARQUEOLÓGICO DA LAPA DO CAPÃO GRANDE, SETE LAGOAS-MG	
Cleber Vinicius Akita Vitorio	
Carolina Dias Lelacher	
Josimar Ribeiro de Almeida	
Letícia Cardoso Ferreira	
Patrícia dos Santos Matta	
Raphael do Couto Pereira	
DOI 10.37423/241009428	

Capítulo 1



10.37423/241009378

DESGASTE DA MADEIRA AMAZÔNICA CEIBA PENTANDRA (L.) GAERTN EM CONTATO COM O SOLO

RAIMUNDA LIÉGE SOUZA DE ABREU

*INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA
AMAZÔNIA*

ALINE OLIVEIRA DOS SANTOS

*INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA
AMAZÔNIA*



Resumo: As madeiras são matérias-primas renováveis que quando se encontram em ambientes exteriores estão sujeitas à deterioração causada ou por agentes abióticos, como a lixiviação, secagem e exposição à luz solar, ou por agentes bióticos, onde se enquadram os organismos xilófagos. Toda madeira apresenta durabilidade natural contra agentes deterioradores, que pode ser alta, média ou baixa. Propôs-se, nesta pesquisa, estudar o comprometimento do tecido lenhoso, avaliando e comparando a deterioração, o desgaste e o conteúdo de umidade de estacas de *Ceiba pentandra*, enterradas e em contato com o solo. O experimento foi realizado em um fragmento de floresta secundária no campus do INPA, em uma área de 600 m², no período de agosto de 2013 a maio de 2014, abrangendo a estação seca e a chuvosa. O delineamento experimental foi composto de 10 fileiras com 12 estacas em cada fileira, perfazendo um total de 120 estacas. Destas, 80 foram enterradas verticalmente e 40 foram expostas acima do solo, com espaçamento de 1 m entre elas. As inspeções foram realizadas mensalmente e nesta ocasião foram feitas pesagens e medições das estacas. O desgaste foi mais presente nas estacas enterradas e se acentuando a partir do mês de fevereiro, com o pico de desgaste no mês de maio (19,73%). As estacas enterradas apresentaram maior teor de umidade, com picos em novembro (31,92%) e em fevereiro (30,03%). Nas acima do solo houve perda de umidade com pico em dezembro (-29,32%) e ganho em maio (9,08%). Do total das estacas enterradas, 18 delas tiveram ruptura total das estruturas.

Palavras Chaves: Madeira da Amazônia, deterioração, desgaste, umidade.

INTRODUÇÃO

A madeira é considerada um recurso natural renovável e quando tratada de forma apropriada e usada adequadamente, pode durar por muito tempo. Se ela for usada em ambientes externos ou em contato com o solo, está mais propícia à deterioração. A madeira exposta a chuvas proporciona o aumento do seu teor de umidade e por sua vez ocorre a atração de agentes bióticos como os insetos e os fungos (Moreschi 1996).

Mesmo que os fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação, contribuam com a deterioração, sabemos que os agentes biológicos causam muito mais deterioração das estruturas de madeira, tornando-se assim, os responsáveis pela maior parte das situações de desgastes de ruptura parcial ou até mesmo total das estruturas (Cruz 2001).

A ação de agentes deterioradores diz respeito à fatores de ordem biológica como os insetos e fungos; de ordem física como o calor, cujo aumento de temperatura ocasiona transformações químicas, e a umidade; de ordem química, vindo de alguns produtos que podem levar a uma redução das propriedades físico-químicas da madeira. A resistência a todos esses fatores constitui a durabilidade natural. Por consequência a madeira pode apresentar alta, média ou baixa resistência à ação desses agentes (Gomes e Ferreira 2002). Para Botelho *et al.* (2000), esse tipo de resistência varia entre as espécies e até mesmo dentro de uma mesma árvore, podendo estar ligada ao material genético do indivíduo (Scheffer 1973; Panshin e Zeeuw 1980).

Testes em campo, sobre a deterioração da madeira, consistem numa simulação das situações de uso da madeira com ou sem a utilização de tratamento químico. Madeiras nessas situações estão expostas a períodos bastante irregulares de lixiviação, secagem, exposição à luz solar, agentes químicos que estão presentes no solo e vários organismos xilófagos, podendo tudo isso atuar em conjunto. Estes testes consistem no soterramento parcial de amostras de madeira seguido de inspeções periódicas, objetivando assim avaliar o seu estado de sanidade (Costa *et al.* 2005).

Como a madeira é utilizada para vários fins, é de suma importância para seu uso adequado, o conhecimento de seu desgaste natural, ou seja, de quanto tempo ela pode durar no ambiente, de sua resistência, quando em contato com o solo, tanto pela ação dos organismos biológicos, xilófagos, como pela ação dos agentes abióticos. A partir desses subsídios podem-se fazer recomendações sobre a utilização adequada, podendo-se evitar o maior custo de reposição e por consequência de maior exploração dos recursos florestais (Farias Sobrinho *et al.* 2005).

A espécie florestal *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (sumaúma) é nativa de florestas úmidas com distribuição pantropical. No Brasil ocorre de forma nativa na Amazônia, sendo amplamente cultivada e utilizada em arborização urbana em várias regiões do país. Árvore de crescimento rápido, atingindo muitas vezes porte gigantesco; quando em terra firme, de menor porte, embora volumosa, nos terrenos de várzea inundáveis. Podendo atingir até 50 m de altura e 2 m de diâmetro, com amplas sapopemas basais ao redor. O uso principal da sumaúma é a madeira considerada leve e macia, além de usos secundários no aproveitamento da paina (pluma) e usos medicinais. Sua madeira é usada em caixotes para embalagem, brinquedos, barris de pouca duração, embarcações, miolo de compensado e pasta para celulose (Santos, 2002).

Em função do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar o comprometimento do tecido lenhoso da espécie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (sumaúma), quando em contato com o solo, em ambiente de floresta urbana, avaliando a sua deterioração, a área de desgaste e seu conteúdo de umidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA EXPERIMENTAL

Este estudo foi realizado no campus do INPA, localizado na zona centro sul da cidade de Manaus. Segundo Prance, (1975), a vegetação é caracterizada por um fragmento de floresta secundária, com um número grande de árvores jovens e espécies de trepadeiras de floresta primária e representa um estágio de regeneração de uma floresta que foi cortada, mas não queimada.



Figura 1. Área do experimento, localizada no campus do INPA.

2.2. METODOLOGIA

Na área em estudo, durante 10 meses (de agosto de 2013 a maio de 2014), foi avaliada a deterioração e o desgaste parcial de estacas de *Ceiba pentandra* (sumaúma) nas dimensões de 22 cm x 22 cm por 50 cm, adaptado de Dawes-Gromadzki (2003a; 2003b).



Figura 2 – Estacas da madeira *Ceiba pentandra* (sumaúma).

O delineamento experimental foi composto por 10 fileiras com 12 estacas em cada fileira, totalizando 120 estacas. Deste total, 80 foram enterradas verticalmente a 40 cm de profundidade e 40 dispostas sobre o solo em uma área de 600 m² (100 m x 6 m). O espaçamento entre elas foi de 1 m e foi utilizada uma fita de sinalização em cada uma das estacas para demarcação do local. Nos dois primeiros meses do experimento, em agosto e setembro, foram retiradas do campo, aleatoriamente, 10 estacas, sendo cinco das enterradas e cinco das que se encontravam acima do solo. Nos meses seguintes, a partir de novembro, foram retiradas todas as 120 estacas do campo, tanto as que se encontravam enterradas quanto as acima do solo no solo.

Todas foram analisadas quanto ao nível de deterioração e ao desgaste, e calculado o conteúdo de umidade. O nível de desgaste foi calculado conforme a fórmula abaixo (Brischke e Rolf-Kiel, 2010):

$$A_{\text{desgastada}}(\%) = \frac{A_{\text{final}} - A_{\text{inicial}}}{A_{\text{inicial}}} * 100 \text{ onde,}$$

A = área da estaca

Já no caso de deterioração foi feita a análise por meio da observação visual conforme a classificação da ASTM D-3345 (1994), onde se faz a classificação da madeira, variando da nota dez, que é indicativo de uma madeira sadia, até a nota zero, que indica a quebra e ruptura das estacas, ou seja, sua deterioração total, conforme Tabela 1.

Tabela 1- Classificação do nível de deterioração das estacas de madeira

Tipo de Deterioração	Nota
Sadio, permitindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intenso	4
Quebra, havendo ruptura das estacas	0

Para determinar o conteúdo de umidade das estacas foram feitas pesagens das mesmas e relacionados ao peso inicial. O cálculo foi feito pela fórmula abaixo:

$$H(\%) = \frac{CP_u - CP_s}{CP_s} * 100 \quad \text{onde,}$$

H = Umidade das estacas

CP_u = Peso corpo de prova úmido (Corpo de prova final)

CP_s = Peso corpo de prova seco (Corpo de prova inicial)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação do desgaste das estacas só foi realizada a partir do mês de novembro de 2013 a maio de 2014 (Tabela 2), uma vez que, nos três meses primeiros do experimento (agosto a outubro), os desgastes não foram significativos.

O desgaste ocorreu em maiores proporções nas estacas de madeiras que se encontravam enterradas do que as que estavam dispostas sobre solo. Começou-se a observar esta diferença a partir do mês de novembro, onde houve uma variação da média do desgaste das madeiras, de 1,14% a 6,82% e os maiores valores foram observados nas estacas das fileiras 7 e 8. No mês de dezembro houve aumento do desgaste das estacas acima do solo, variando de 1,14% a 5,68%, mas ainda assim não superou as madeiras enterradas, nas quais se obteve valores maiores nas fileiras 9 e 10, variando de 11,42% e 11,43%, respectivamente. Em janeiro houve certa estabilidade dos desgastes tanto nas enterradas como nas acima do solo.

Nos meses seguintes houve aumento significativo do desgaste das estacas que se encontravam enterradas no solo, com um maior pico de média de 21,29%, 31,35%, 31,35% e 37,19% nos meses de fevereiro, março, abril e maio, respectivamente. Estes picos ocorreram em grande escala na fileira 6. Nas demais houve valores altos também, mas menores, porém em relação as madeiras acima do solo não houve tanta diferença entre estes meses. Os maiores picos foram no mês de fevereiro, com média de desgaste de 7,95% nas fileiras 3 e 6, que se repetiu nos meses de março e abril. Em maio foi de 9,09% na fileira 7, como registrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Média do desgaste das estacas de *Ceiba pentandra* (sumauma) por fileira, enterradas e em contato com o solo em floresta secundária na área urbana de Manaus.

Disposição das estacas/Meses	Fileiras									
NOVEMBRO	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
ENTERRADAS	3,25	3,64	1,70	1,70	4,83	1,14	6,82	6,82	6,27	5,95
ACIMA DO SOLO	0,00	2,27	2,27	0,00	5,68	1,14	4,55	3,41	0,00	1,14
DEZEMBRO										
ENTERRADAS	3,25	3,64	5,68	3,98	6,25	2,84	8,52	7,39	11,42	11,43
ACIMA DO SOLO	2,27	3,41	5,68	1,14	5,68	2,27	5,68	5,11	2,27	3,98
JANEIRO										
ENTERRADAS	2,60	4,20	5,68	3,98	6,25	2,84	7,95	7,39	11,42	11,43
ACIMA DO SOLO	2,27	3,41	5,68	1,14	5,68	2,27	5,68	5,11	2,27	3,98
FEVEREIRO										
ENTERRADAS	19,81	5,63	13,57	15,00	9,09	21,29	11,36	16,36	22,8	20,45
ACIMA DO SOLO	2,27	4,55	7,95	4,55	6,82	7,95	6,25	6,25	4,55	4,55
MARÇO										
ENTERRADAS	19,81	5,63	13,78	15,22	9,09	31,35	11,36	16,36	24,41	21,91
ACIMA DO SOLO	2,27	4,55	7,95	4,55	6,82	7,95	6,25	6,25	4,55	4,55
ABRIL										
ENTERRADAS	27,53	6,48	13,78	15,22	9,09	31,35	11,36	16,36	24,41	21,91
ACIMA DO SOLO	4,55	7,39	7,95	4,55	6,82	7,95	6,25	6,25	4,55	4,55
MAIO										
ENTERRADAS	20,30	6,82	16,47	13,15	15,74	37,19	10,51	24,58	30,75	21,82
ACIMA DO SOLO	4,55	6,25	3,98	5,98	6,25	6,82	9,09	3,41	3,41	3,98

Na avaliação do desgaste total de todas as fileiras no decorrer dos dez meses do experimento, as estacas enterradas foram as que apresentarem os maiores desgastes, tendo seu pico no mês de maio. Para as acima do solo esse comportamento deu-se no mês de abril (Figura 2).

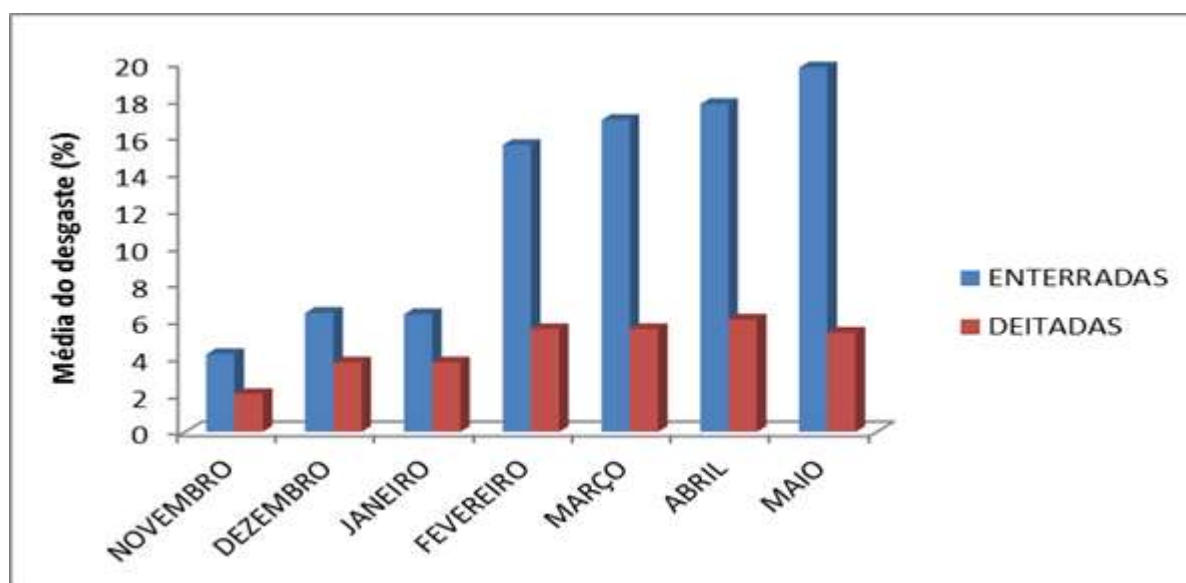


Figura 3 – Média do desgaste (%) de todas as estacas de madeira de Ceiba pentandra (sumáúma), enterradas e acima do solo em ambiente de floresta secundária na área urbana de Manaus, no período de novembro de 2013 a maio de 2014

De acordo com os dados registrados na Tabela 3 pode-se observar que as estacas enterradas apresentaram maior ganho de umidade. Isto já era esperado, pois as estacas enterradas estavam privadas da exposição à luz solar e ao vento quando comparadas as estacas acima do solo. No mês de agosto e setembro foram feitas medições aleatórias das estacas, sendo que em agosto foi observada bastante umidade nas estacas enterradas, portanto estas estavam mais pesadas. Nas acima do solo houve bastante perda de umidade, pois estava no período de seca. Como consequência as mesmas estavam mais leves.

Nos meses seguintes as estacas enterradas apresentaram redução da umidade e as acima do solo começaram a ganhar umidade. Entre os meses de novembro e janeiro, época chuvosa, notou-se estabilidade por parte tanto das enterradas quanto das acima do solo, apresentando valores variando de 14,94% a 45,83% nas enterradas. Nas estacas acima do solo, os valores médios de cada fileira variaram de -2,06% em novembro a -39,09% em dezembro.

No mês de fevereiro percebeu-se um aumento significativo do conteúdo de umidade das estacas acima do solo. Estas começaram a ganhar bastante umidade, tudo em decorrência das chuvas que estavam começando a ser mais frequentes. A partir de fevereiro até maio observou-se que enquanto a minoria das acima do solo ainda perdia umidade, uma grande parte estava ganhando. Nestas não estava havendo tanta incidência da luz solar e do vento como em outras.

Nas estacas enterradas havia mais ganho de umidade, em outras perdas, mas não houve tanta variação. As fileiras que apresentaram maior ganho de umidade de fevereiro a maio, foram as fileiras 2 e 3, sendo 50,66% em fevereiro na fileira 2 e 59,75% na fileira 3 no mês de abril, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Média do conteúdo de umidade das estacas de *Ceiba pentandra* (sumauma) enterradas e acima do solo em floresta secundária na área urbana de Manaus, no período de agosto de 2013 a maio de 2014.

Disposição das estacas	Fileiras									
AGOSTO	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
ENTERRADAS	40,21	23,78	39,16	26,46	36,19	37,40	20,24	51,52	52,74	22,27
ACIMA DO SOLO	-29,80	-44,07	-29,28	-43,24	13,85	-47,23	-22,21	-40,91	-37,78	-25,79
SETEMBRO										
ENTERRADAS	7,16	10,13	8,17	9,33	-5,66	2,00	11,43	13,32	56,08	-7,95
ACIMA DO SOLO	-21,7	-35,13	-25,34	-34,66	-13,25	-34,73	-17,07	-28,56	-19,92	-17,34
OUTUBRO										
ENTERRADAS	5,16	8,13	6,17	7,33	-8,66	1,00	9,43	11,32	41,08	-5,95
ACIMA DO SOLO	-17,7	-28,13	-23,34	-29,66	-13,25	-27,73	-15,07	-22,56	-16,92	-11,34
NOVEMBRO										
ENTERRADAS	29,29	29,34	42,16	35,42	37,66	30,75	24,37	32,74	34,79	22,65
ACIMA DO SOLO	-13,60	-26,19	-21,39	-26,07	-12,64	-22,23	-11,92	-16,20	-2,06	-8,88
DEZEMBRO										
ENTERRADAS	28,54	27,43	44,08	30,58	31,46	31,66	5,40	21,20	19,71	14,94
ACIMA DO SOLO	-12,41	-26,07	-39,09	-38,26	-10,08	-29,13	-34,15	-38,38	-36,89	-28,74
JANEIRO										
ENTERRADAS	30,41	29,19	45,83	32,33	33,15	33,62	6,98	23,15	21,69	16,76
ACIMA DO SOLO	-11,7	-25,50	-38,5	-37,80	-9,58	-28,50	-33,48	-37,7	-36,1	-28,2
FEVEREIRO										
ENTERRADAS	42,40	50,66	49,19	33,74	46,37	-8,85	19,99	27,96	16,43	22,37
ACIMA DO SOLO	10,16	7,68	2,85	4,35	33,91	-6,35	-13,63	-7,38	9,69	24,53
MARÇO										
ENTERRADAS	27,36	43,10	51,0	32,50	42,50	-29,10	14,31	13,87	14,02	22,32
ACIMA DO SOLO	-6,16	-9,14	-2,90	-5,95	26,84	-12,06	-13,98	-5,64	7,82	17,91
ABRIL										
ENTERRADAS	27,77	47,10	59,75	39,78	47,89	-20,89	22,87	23,69	17,83	25,46
ACIMA DO SOLO	-0,11	15,14	7,87	3,50	33,22	-6,58	-9,05	-1,74	14,05	22,50
MAIO										
ENTERRADAS	34,41	46,25	40,01	32,99	33,15	-26,69	14,17	12,92	11,03	21,88

ACIMA DO SOLO	0,51	21,97	0,06	-1,85	34,27	-9,22	-1,11	-2,04	18,9	29,27
---------------	------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------

No mês de fevereiro percebeu-se um aumento significativo do conteúdo de umidade das estacas acima do solo. Estas começaram a ganhar bastante umidade, tudo em decorrência das chuvas que estavam começando a ser mais frequentes. A partir de fevereiro até maio observou-se que enquanto a minoria das acima do solo ainda perdia umidade, uma grande parte estava ganhando. Nestas não estava havendo tanta incidência da luz solar e do vento como em outras.

Como se pode notar as enterradas obtiveram maior umidade em todos os meses, porém nos meses de agosto e novembro houve um maior pico de ganho de umidade em todas as estacas enterradas do experimento, ficando com 35% e 31,92% de ganho nos meses de agosto e novembro, respectivamente. Quanto às estacas acima do solo, a maior perda de umidade deu-se no mês de agosto com -30,65% e houve um ganho de umidade no mês de maio de 9,08%, como demonstrado na figura 4.

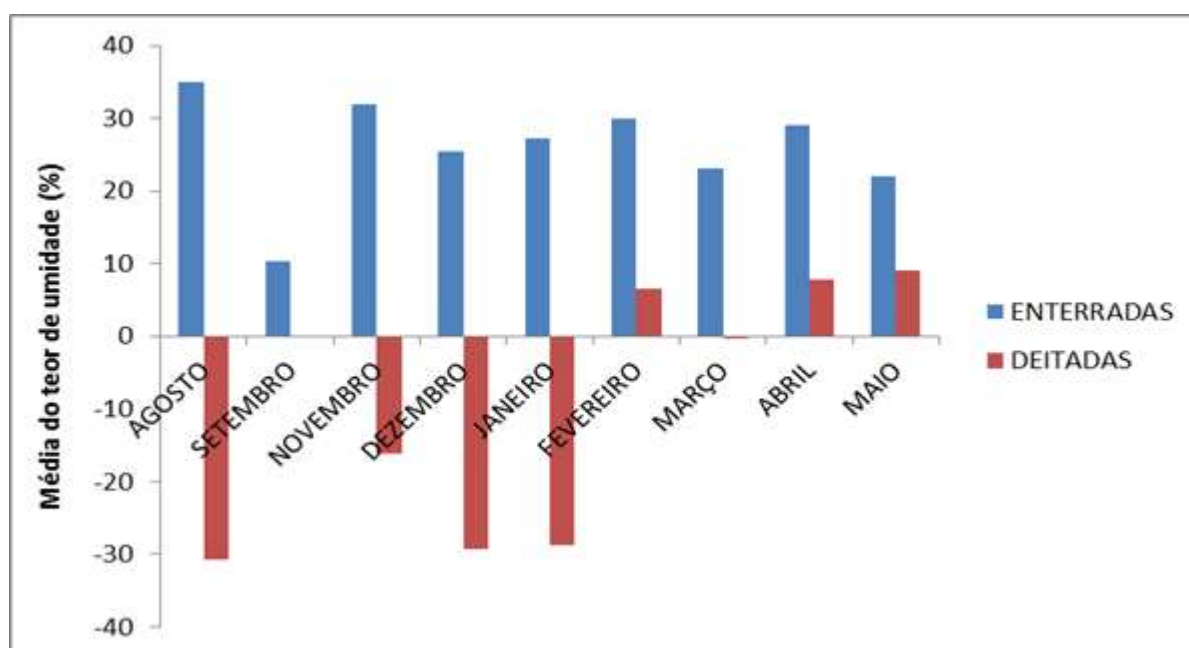


Figura 4 – Média do conteúdo de umidade (%) de todas as estacas de *Ceiba pentandra* (sumaúma), divididas em enterradas e acima do solo em floresta secundária na área urbana de Manaus, no período de agosto de 2013 a maio de 2014.

Quanto a avaliação com relação à deterioração das estacas de madeira, houve em algumas, ruptura total das suas estruturas. Em todas as fileiras tiveram estacas quebradas, somente na fileira 2 e 7 as madeiras continuaram intactas. Nas fileiras onde houve ruptura, foram madeiras que se encontravam enterradas no solo, as estacas 13, 107, 14, 84, 63, 4, 111, 71, 78, 82, 89, 93, 29, 92, 109, 44, 85 e 116

obtiveram, portanto, a nota zero. Apenas uma das estacas, a de número 53, teve uma pequena quebra, não afetando em muito o seu tamanho. Quando comparadas às outras estacas de madeira, em uma classificação visual, algumas, apresentaram apenas escarificações parciais, mas em sua grande maioria foram ataques moderados a ataques intensos numa classificação com nota 7 e nota 4, respectivamente.

A fileira que apresentou maior quantidade de estacas com ruptura total das estruturas foi a fileira 6, com incidência de ruptura em 5 madeiras.

A estaca de número 85 (Figura 5) da fileira 10 foi a mais deteriorada pela ação, tanto de agentes abióticos como por agentes bióticos, sendo observado que o seu desgaste foi altamente significativo, pois sua largura e espessura diminuíram consideravelmente. Nesta estaca, já nos primeiros meses foi observado ataques moderados a intensos de cupins, que causaram sua deterioração. Foi observada também a presença de outros organismos, como coleópteros da família Passalidae, que conforme observações, atacaram a estaca em estágio avançado de deterioração.



Figura 5 – Amostra da estaca de nº 85, de *Ceiba pentandra* deteriorada, ao término do experimento.

CONCLUSÃO

Neste trabalho conclui-se que as madeiras enterradas e dispostas sobre o solo estão mais sujeitas a deterioração e que o desgaste das estacas enterradas é mais evidente do que as acima do solo.

Na época seca a deterioração é provocada mais por agentes bióticos, sendo observada nesta época a presença de insetos e fungos xilófagos, embora estes não tenham sido objetos desse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials – ASTM D – 3345. 1994. Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, ASTM 3345, p.439-441
- Botelho, G.M.L.; Santana, M.A.E.; Alves, M.V.S. 2000. Caracterização química, durabilidade natural e tratabilidade da madeira de seis espécies de Eucalyptus plantadas no Distrito Federal. Revista Árvore, 24(1): 115-121
- Brischke. C.; Rolf-Kiel, H. 2010. Durability of European oak (Quercus spp.) in ground contact – A case study on fence posts in service. European Journal of Wood and Wood Products, 68: 129-137
- Costa, A.F.; Valle, A.R.; Gonzalez, J.C. 2005. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. Floresta e Ambiente, 12(1): 7-14
- Cruz, H. 2001. Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira. In: II Curso Livre Internacional de Patrimônio. Associação Portuguesa dos Municípios com centro histórico; Forum UNESCO Portugal. 9pp
- Dawes-Gromadzki T.Z. 2003a. Sampling subterranean termite species diversity and activity in tropical savannas: an assessment of different bait choices. Ecological Entomology, 28: 397-404
- Dawes-Gromadzki T.Z. 2003b. Soggy rolls and stakes: a recipe for the rapid assessment of subterranean wood-feeding termites (Isoptera) in a tropical savanna. Records of the South Australian Museum Monograph, 7: 311-318
- Farias Sobrinho, D.W.; Paes, J.B.; Furtado, D.A. 2005. Tratamento preservativo de madeira de algaroba (Prosopis juliflora), pelo método de substituição de seiva, Cerne, 11(3): 225-236
- Gomes, J.I.; Ferreira, G.C. 2002. Durabilidade natural de quatro madeiras amazônicas em contato com o solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 6 p. (Comunicado Técnico v. 66)
- Moreschi, J.C. 1996. Preservação da Madeira: Benefícios ou Prejuízos? Revista da Madeira, 5(27):10-13
- Panshin, A. J.; Zeeuw, C. 1980. Text book of wood technology. 4. ed. New York: Mc Graw Hill, 722p
- Prance, G.T. 1975. The history of the INPA capoeira based on ecological studies of Lecythidaceae. Acta Amazonica, 5(3): 261-263.
- Santos, S.H.M. 2002. Sumaúma Ceiba pentandra (L.) Gaertn Família Bombacaceae. Recomendações Técnicas. Embrapa. Amazônia Ocidental. MAPA. 4p.
- Scheffer, T. C. 1973. Microbiological deterioration and its causal organisms. In: Nicholas, D. D. (ed.). Wood deterioration and its prevention treatments: degradation and protection of wood. Syracuse: Syracuse University, p. 31-106.

Capítulo 2



10.37423/241009379

DENSIDADE, COBERTURA E DMV DAS GOTAS NA APLICAÇÃO AÉREA DE FUNGICIDA EM MILHO

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Isabela Dias de Souza

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Everton Fulgencio de Oliveira

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Kawanne Neves de Souza

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Ana Paula Batista da Silva

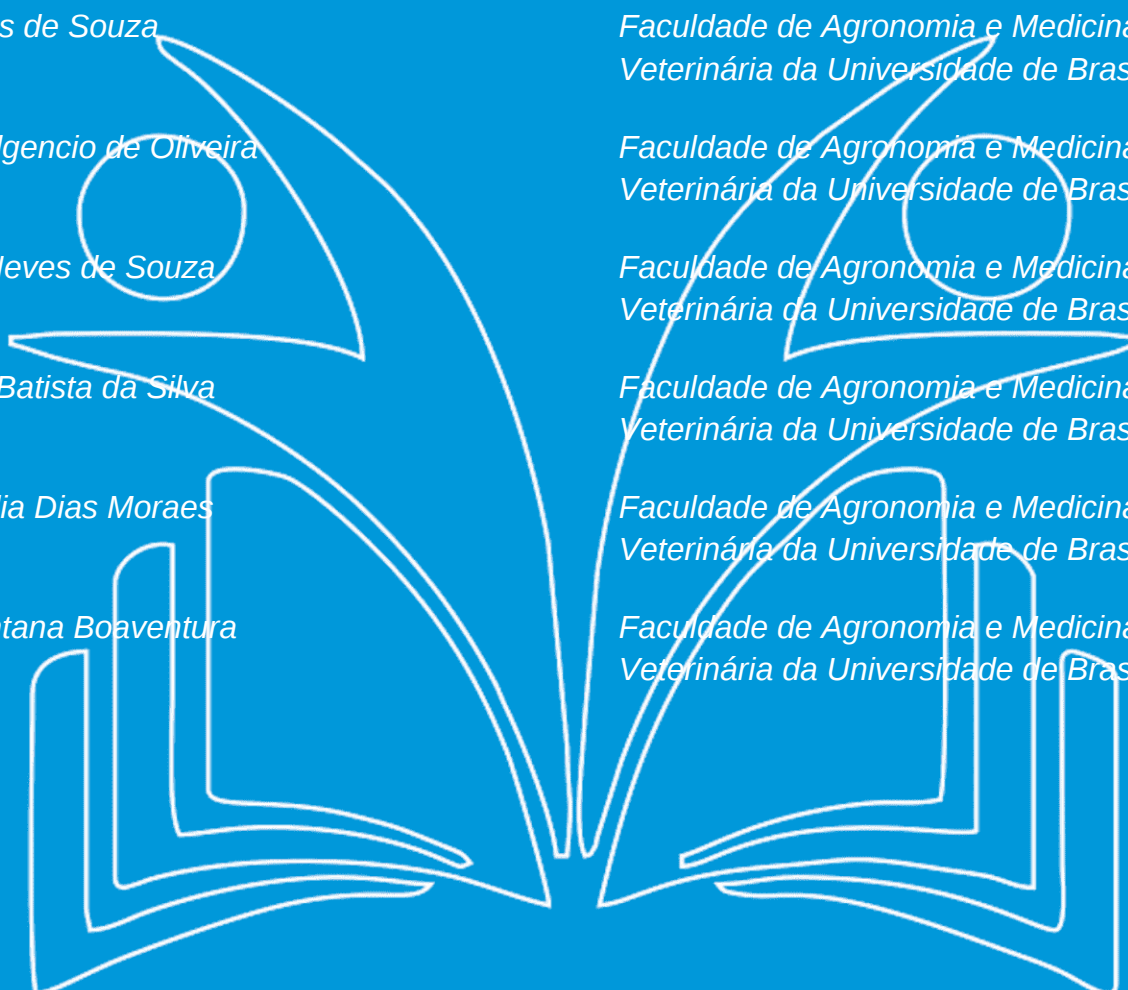
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Maria Cecília Dias Moraes

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Thiago Santana Boaventura

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília



Dentre as diversas operações mecanizadas necessárias aos sistemas de produção de grãos, a aplicação de defensivos agrícolas para proteção fitossanitária das plantas é uma das mais importantes e indispensáveis. Na cultura do milho, sobretudo em estágios de desenvolvimento reprodutivos, é recorrente e expressiva a incidência de doenças fúngicas na parte aérea das plantas, e que, se não corretamente tratadas, podem limitar a produtividade de grãos.

A partir do estágio de desenvolvimento V6, a altura das plantas de milho inviabilizam pulverizações tratorizadas, sendo necessária a adoção de aeronaves agrícolas. Sendo assim, Carvalho et al. (2021) indicam que a tecnologia de aplicação deve proporcionar a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo risco de deriva para áreas sensíveis. Segundo BOLLER (2008) e CANOVA (2015), a tecnologia de aplicação deve, entre outros, privilegiar o momento adequado de pulverização, com mínimo desperdício e máxima segurança ao homem e ao meio ambiente.

Dentre muitos fatores que condicionam boas práticas agrícolas em tecnologia de aplicação, como condições climáticas, ambiente, formulações de calda, adjuvantes, alvos, recurso humano, tecnologia da informação e ferramentas, o volume de calda é um que deve ser sempre discutido (Antuniassi et al., 2022). Na demanda por maior rendimento operacional a taxa de aplicação da calda de pulverização sofre forte tendência a ser reduzida, entretanto, deve-se sempre conjuga-la a qualidade obtida do espectro de gotas aplicadas, atendendo, sobretudo, satisfatória densidade de gotas e cobertura do alvo.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o espectro de gotas na pulverização aérea de fungicida sobre milho utilizando diferentes taxas de aplicação.

O ensaio foi realizado em campo de produção de milho durante a safra 2022/2023, na Fazenda Onça, situada em Luziânia–GO sobre as coordenadas 16°23'26''S e 47°39'58''W. A condução e avaliações do ensaio foram realizadas pela equipe do Laboratório de Mecanização Agrícola da Fazenda Água Limpa – LAMAGRI/FAL, pertencente a Universidade de Brasília.

As condições meteorológicas durante a realização do ensaio foram monitoradas com um termohigro-anemômetro digital, sendo obtidas médias de 18 °C de temperatura, 8 km h⁻¹ de velocidade do vento e 79% de umidade relativa do ar no início das avaliações, às 8:00, e 22,3 °C, 10,1 km h⁻¹ e 67% no término das avaliações, às 9:30.

O campo de milho encontrava-se em estágio fenológico 5.1 e com altura média de plantas de 2,1 m. O avião agrícola utilizado foi um CESSNA A-188 AG WHEGON, equipado com atomizadores rotativos de telas Travicar D14. A aeronave agrícola pulverizou calda constituída por água + fungicida (Piraclostrobina 81 g.i.a L⁻¹ + Epoxiconazole 50 g.i.a L⁻¹ + Fluxapiroxade 50 g.i.a L⁻¹) na dose de 0,8 L ha⁻¹ + adjuvante Ochima na dosagem de 0,25 L ha⁻¹ + óleo mineral Agefix na dosagem de 0,5 L ha⁻¹. O voo de aplicação foi realizado com velocidade média de 190 km h⁻¹ e a sete metros de altura da cultura.

O delineamento experimental utilizou três tratamentos com seis repetições cada, sendo taxas de aplicação de 10 L ha⁻¹, 20 L ha⁻¹ e 30 L ha⁻¹ de calda. Cada repetição foi aplicada em faixa de aplicação de 16 m de largura, sendo as gotas de pulverização coletadas em papéis hidrosensíveis SYN7626, distribuídos no terço superior e inferior das plantas de milho, a 1,9 m e 0,5 m do solo respectivamente.

As variáveis de espectro de gotas avaliadas foram: Diâmetro mediano volumétrico de gotas (DMV) em µm, densidade de gotas sobre o alvo (gotas cm⁻²) e porcentagem de cobertura do alvo. Os dados das variáveis foram obtidos a partir do escaneamento e análise de imagens dos papéis hidrosensíveis com DropScan®. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os resultados de DMV, densidade de gotas e cobertura do alvo por gotas de pulverização no terço superior e inferior das plantas de milho são apresentados nas Figura 1, 2 e 3 respectivamente.

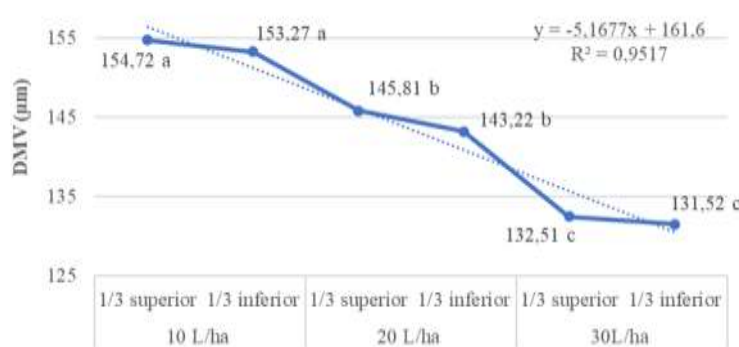


Figura 1. Diâmetro mediano volumétrico (DMV) na aplicação aérea com diferentes taxas de aplicação (L/ha), no terço superior e inferior de plantas de milho.

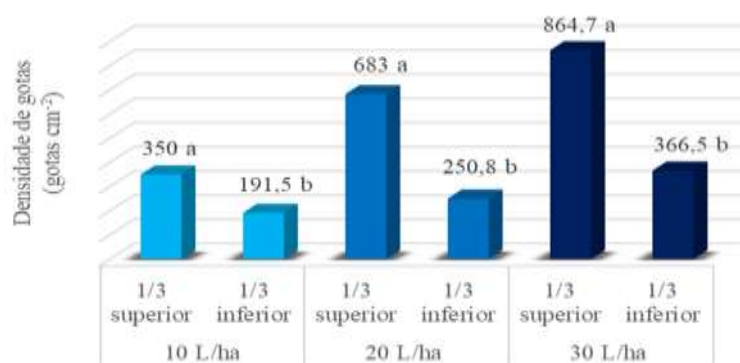


Figura 2. Densidade de gotas na aplicação aérea com diferentes taxas de aplicação (L/ha), no terço superior e inferior de plantas de milho.

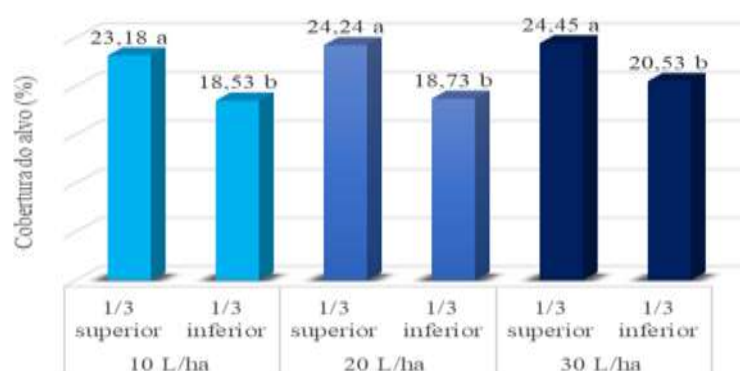


Figura 3. Cobertura do alvo por gotas de pulverização na aplicação aérea com diferentes taxas de aplicação (L/ha), no terço superior e inferior de plantas de milho.

O DMV entre terço superior e inferior das plantas não diferiu em nenhuma das taxa de aplicação estudada. Contudo, entre as taxas de aplicação o DMV diferiu apresentando tendência de diminuir quando aumentada a taxa de aplicação. O DMV para 10 L ha⁻¹ foi de 153,99 µm, sendo 6,1% e 14,2% maior que o DMV para 20 L ha⁻¹ e 30 L ha⁻¹ respectivamente.

Maior DMV na menor taxa de aplicação ocorre devido a menor pressão do sistema de pulverização, resultando, inclusive, em menor produção de gotas e possível menor densidade e cobertura delas no alvo, conforme indica resultados das Figuras 3 e 4.

Os resultados da Figura 3 indicaram que independente da taxa de aplicação estudada, a densidade de gotas diferiu entre o terço superior e inferior das plantas, sendo sempre maior no terço superior. Para 10, 20 e 30 L ha⁻¹ de taxa de aplicação, a cobertura do alvo foi respectivamente 45,2%, 63,2% e 57,6% maior no terço superior das plantas de milho.

Os resultados da Figura 4 indicaram que para todas as taxas de aplicação estudadas a cobertura do alvo foi maior no terço superior, seguindo a logica de resultados da Figura 3. Na taxa de aplicação de 10 L ha^{-1} , 20 L ha^{-1} e 30 L ha^{-1} , a cobertura do alvo foi 20%, 22,7% e 16% maior no terço superior respectivamente.

Os resultados do trabalho corroboram com Cunha et al. (2010), em que identificam maior densidade de gotas e cobertura do alvo no topo das plantas de milho, devendo-se levar em consideração o efeito guarda-chuva proporcionado pelas folhas dos terços superior e médio para compreensão dos resultados. Diversos trabalhos envolvendo tecnologia de aplicação demonstram que, quanto menor o DMV de gotas maior a penetração no interior da cultura e, conseqüentemente, maior a tendência de densidade e cobertura de gotas na superfície do alvo. Os autores obtiveram também maiores valores de DMV no terço superior, com declínio para o terço médio e inferior.

Para as condições de realização do trabalho conclui-se que: O aumento da taxa de aplicação reduz significativamente o DMV das gotas; independente da taxa da aplicação o DMV não difere entre terço superior e inferior das plantas de milho; redução da taxa de aplicação proporciona significativa diminuição da densidade e cobertura de gotas no terço inferior das plantas de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLLER, W; FORCELINI, C. A; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas – parte I. Revisão Anual de Patologia de plantas - RAPP. v. 15, 2007. p. 243-276.

CANOVA, E. Tecnologia de aplicação de fungicidas no patossistema *Triticum aestivum* – *Puccinia triticina*. Dissertação. UFSM, 103 f., 2015.

CUNHA, J.P.A. et al. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 366-372, 2010.

ANTUNIASI, U. R. et al. Entendendo a tecnologia de aplicação. Botucatu: FEPAF, 2022. 3ª ed. 72 p.

CARVALHO, F.K. et al. Entendendo a tecnologia de aplicação: aviões, helicópteros e drones de pulverização. Botucatu: FEPAF, 2021. 96 p.

Capítulo 3



10.37423/241009406

BURNING REDUCES ANNUAL REESTABLISHMENT CAPABILITY OF BRACHIARIA PASTURE

Luiz Carlos da Silva

Universidade Federal do Amazonas

Francisco de Almeida Lobo

Universidade Federal do Amazonas



Abstract: In this work the reestablishment of unburned *Brachiaria brizantha* submitted to phosphorus fertilization was evaluated in comparison to the burned pasture in the Southwestern Amazon. On one main experiment, in the field condition, the seedling emergence was measured: i) from the seed bank in the soil, and; ii) from the basal vegetative buds. Three additional auxiliary experiments were conducted whose results helped to explain the results of the main one experiment. The burning reduces capability for annual reestablishment of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Results showed a 30.76% decrease in the annual reestablishment capacity of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu subjected to burning compared to the pasture not subjected to the effects of fire. Despite that, results from auxiliary experiments corroborates with the fact that there is not a soil seed bank for contributing to the pasture reestablishment under the both burned or unburned conditions. Then we conclude, additionally, that the only mechanism for persistence, also in both pasture conditions, it is by mid of basilar vegetative buds.

Keywords: Persistence; Seed bank; Vegetative buds; Seedling; Emergence.

INTRODUCTION

Brachiaria brizantha (Cv. Marandú) is the most used species on Brazilian pasture-based systems (Silva et al., 2016b). However, the overgrazing and no nutrient replenishment to the soils emerge as the main reasons for the degradation status of these pastures (Dias-Filho, 2014b) since the 70's. The periodical burnings are also responsible for notorious negative impacts on pastures in the Amazon region from both environmental and agronomic point of views (Rumpel et al., 2015; Luizão et al., 2013). Agronomically, the improvement on the soil fertility attributes occurs just in a short period after the fire application (Dick et al., 2008). The literature indicates that the pasture burning also alters the soil P availability (Tomasi et al., 2012) that remains high for longer periods (Faria et al., 2011).

Regarding the effects of fire on the annual regrowth of *Brachiaria brizantha*, it is widely accepted on a practical scope that species becomes its persistence possible by means of basal vegetative buds (Costa et al., 2013). That fact occurs precisely because the overgrazed pastures, not deferred and that vegetate in fertilized soils, do not reach to their reproductive stage. Researches whose objectives are evaluate pasture regrowth on the scope of unburned pastures compared to burned pastures are rare.

In this context, the benefits of using fire on pasture management have been contested by several authors. This practice promotes nutrient and biomass losses and suppress soil cover, exposing it and unprotected it (Rumpel et al., 2015; Dias-Filho, 2014b; Luizão et al., 2013; Jacques, 2003) and harming the vegetative buds which are responsible by regrowth of the pasture and formation of the seed bank, reducing its viability. According to Jacques (2003), it's not necessary to eliminate the pasture remaining dry mass on the soil surface if the vegetation management is correctly carried out. This author still highlights that this surface dry matter works as a protection for the new emerged buds, which promotes pasture renovation. Results published by Salomão et al. (2019) indicate that the effects of fire on the emergence of *Brachiaria decumbens* caused about 21.62% decrease in the number of seedlings emerging after the pasture burning application.

Therefore, studies that indicate the fire as a harmful practice to the pastures regrowth capacity are essential compared to another soil fertility management that sustain these agroecosystems. Based in these information, the reestablishment of unburned *Brachiaria brizantha* (Cv. Marandú) submitted to phosphorus fertilization was evaluated in comparison to the burned pasture in the Southwestern Amazon.

METHODS

Reestablishment of unburned *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu was investigated comparatively to the pasture burned. For that, four experiments were carried out from September to October 2015 whose specific objectives and methodologies are described below.

MAIN EXPERIMENT: SEEDLING EMERGENCY IN FIELD CONDITION

This first and main experiment was conducted in the field condition in which the pasture reestablishment was quantified by seedling emergency from the seed bank and from the basal vegetative buds in unburned *Brachiaria brizantha* cv. Marandu compared to the burned pasture.

The field experiment was comprised by unburned *B. brizantha* fertilized with four doses of P compared to the pasture burning was performed from September to November 2015 at the Vanazzi's Cattle Farm, BR 319, km 12, on a transition Amazon forest-natural fields in Humaitá (7°35' S and 63°6' W, 90 m a.s.l.), southwestern Amazon. The climate of the region is Af (Köppen), with a rainy season from September to July. The mean air temperature is 26.5 °C, total rainfall of 2500 mm and a relative humidity range from 85% to 90% (Vidotto et al., 2007).

The experimental area measured 25.0 m x 45.0 m of an Alic Cambisol (Santos et al., 2018) homogeneously covered by *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu, at the stage II of degradation according to Dias-Filho (2011b). The pasture was not burned or grazed from September 2014 to September 2015. A manual weeding of weeds in September 2014 made that practice unnecessary in 2015, since the rapid pasture growth covered the soil and suppressed a 100% of these spontaneous plants.

For the establishment of blocks and plots, a homogeneous cutting with garden shears levelled the pasture at a 0.20 m height on 07/23/2015, in order to simulate the traditional Amazon grazing of a hundred percent of the pasture leaf area on the experimental area. At 09/12/2015 the blocks were established at the subareas in the experimental area. The plots measured 4.50 m long by 3.50 m wide (15.75 m²) and 0.80 m in the borders (Cayley; Bird, 1996). Plots delimitation were made with nylon threads fixed to the end of iron bars vertically fixed to the ground.

The following treatments were applied: Pnb = *B. brizantha* not burned; Pnb+25 = Pnb + 25.0 kg ha⁻¹ of P; Pnb+100 = Pnb + 100.0 kg ha⁻¹ of P; Pnb+200 = Pnb + 200.0 kg ha⁻¹ of P for comparison to the burned pasture, represented by Pb = burning of *B. brizantha*, with 4 replicates. The chemical and granulometry

characteristics (Brasil, 2014) of the partially acidulated phosphate rock (PPR) used as the P source are in the Table 1.

Table 1 - Chemical characteristics and granulometry of partially acidulated phosphate rock¹.

Source	Total phosphorus content				Granulometric fractions retention (mm) ⁶							
	TP ²	TP ₂ O ₅ ³	P ₂ O ₅ (CNA+H ₂ O) ⁴	P ₂ O ₅ (H ₂ O) ⁵								
	----- g kg ⁻¹ -----				0.075	0.10	0.25	0.50	1.0	2.0	4.0	
					----- g kg ⁻¹ -----							
PPR ^A	118.00	270.00	76.30	28.30	64.0	150.70	236.80	300.30	40.60	0.00	0.00	
	Other macronutrients				Micronutrient							
	Ca	Mg	SO ₄		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo		
	----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----							
	141.60	8.60	41.35		0.04	0.09	62.90	5.90	0.20	<0.01		

Source: Prepared by the authors (2024). ¹partially acidulated phosphate rock Alvorada (SOCAL. Registro, SP), ²TP: total phosphorus content. ³TP₂O₅: total P₂O₅ content, ⁴P₂O₅ (CNA+H₂O): total P₂O₅ content in neutral ammonium citrate + water. ⁵P₂O₅ H₂O: P₂O₅ water soluble. ⁶207.4 g kg⁻¹ de PPR passed in the sieve of 0,075 mm.

The doses of P were applied on 09/14/2015, after a rainfall higher than 2.0 mm (Figure 1a) by manual and homogeneously distribution of 0.0, 0.22, 0.88 and 1.76 kg plot⁻¹ of PPR, dry mass, to the surface of the plots for supplying, respectively, the 0, 25, 100 and 200 kg ha⁻¹ of P. The Pb was applied after the removal of the nylon threads that delimited the plots, and after the firebreaks establishment around the area reserved for each plot of this treatment. Firstly, the fire was set in the center of each plot area and controlled with water spray in the boundaries. Then, the plots were delimited again for nylon threads relocated to the end of the vertically fixed iron bars.

Homogenization of the *B. brizantha* plant emergence and physiological development was performed on 09/18/2015 in all experimental plots by desiccation of new emerged tillers by pulverization of 200 L ha⁻¹ of gramoxone 200 syrup. As the C and macronutrients cycles are closely associated in pastures (Soussana; Lemaire, 2014), on 09/19/2015, homogeneous dosis of 120.0 kg ha⁻¹ of N (as urea) plus 29.1 kg ha⁻¹ of K (as KCl), were manual and homogeneously distributed in the soil surface of the plots of Pnb, Pnb+25, Pnb+100 and Pnb+200, after a rain higher than 5.00 mm (Figure 1a). These practices effectively began the experimental trial.

Seedling emergences from the soil seed bank (NPSs) were evaluated within the experimental plots. For this, a useful area of 3.00 m x 3.00 m (9.00 m²) of the pasture was outlined on 09/14/2015 inside each experimental plot. The boundaries of these areas were demarcated with transparent nylon wire fixed to the upper end of 0.15 m vertical iron bars fixed in the ground.

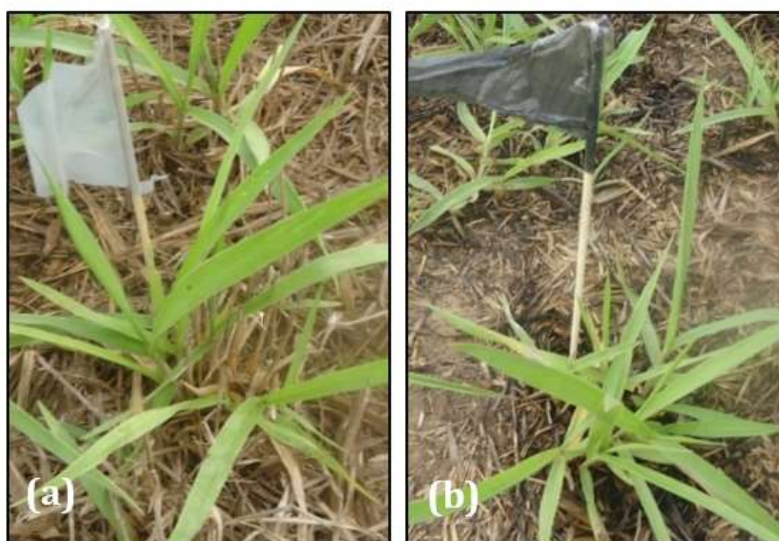
The visual identification and marking of seedlings emerged from the soil seed bank was based on the botanical characteristics of *B. brizantha* cv. Marandu, identified throughout the delimited area with

the aid of a 40X, 25 MM pocket magnifying glass (*Tapcamp, Campinas, Brazil*) according to Embrapa (1984). An auxiliary procedure to the seedling identification was the comparison with seedlings of the species sown next to the main experiment for this specific purpose. Emergence was systematically monitored daily until 10/10/2015, 21 days after the beginning of the experimental period and, on that day, the seedlings were accounted.

Normal seedling (plant) emergence by basilar vegetative buds (NPVe) was recorded within the useful area of the plots at 21 days after the beginning of the experimental period on 10/10/2015. The persistence of emerged seedlings was confirmed on 10/19/2015 (Brasil, 2009). For this purpose, 15 plants with 12 to 15 dry tillers from *B. brizantha* leveled at 0.20 m in height were selected. These plants were identified with a wooden stake containing a flag of a specific color at the top (Figure 1). In the plots treated with burning, this procedure was performed before the fire application and identification stakes were protected with aluminum foil due to the potential for damage by fire.

This experiment was conducted in randomized complete block design. Data of seedling emergence were submitted to the Cochran homoscedasticity test ($p \leq 0.05$) in Excel spreadsheet. Analysis of variance was performed using the F test ($p \leq 0.05$) and the means comparison using the Tukey's test ($p \leq 0.05$) in MstatC software (MSU, USA).

Figure 1 - (a) plant on unburned pasture area and;
(b) plant on burned area on the time of accounting.



Source: Prepared by the authors (2024).

AUXILIARY EXPERIMENT 1: SEEDLING EMERGENCE FROM A SIMULATED SEED BANK

This experiment constitute an auxiliary experiment conducted in the field condition, at the side of the the main experiment. On it, the seedling emergency was evaluated from a simulated seed bank made by the inserption of seeds in the topsoil layer (0.0-0,01 m) based on the procedures for seed analysis according to Brasil (2009).

The experimental plots were delimited and installed in the pasture leveled at 0.20 m in height, next the main experiment on 09/16/2015. Their delimitation was carried out by allocating the upper part of a plastic pot measuring 0.135 m x 0.415 m (0.056 m²), in the form of a flowerpot, against the remaining dry mass on the soil surface (0.82 kg m⁻²). Then, a pressure was exerted with the feet on the bottom of the pot and with the aid of a straight cutting shovel, the surface material of the pasture was cutted around the perimeter of the pot. All material inside the cutted perimeter was collected and packed in identified plastic bags measuring 0.16 m x 0.32 m and taken to the IEAA-UFAM Phytotechnical laboratory.

In the laboratory, the material was transferred to newspaper bags measuring 0.18 m x 0.36 m, previously identified, for drying in a forced circulation oven (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brazil*) at 65 °C for 72 h. Then, in order to homogenize the amounts of the remaining material on the surface of each plot, 34.04 g plot⁻¹, equivalent to 0.82 kg m⁻², it were weighed and repackaged in a newspaper bag with the same dimensions as those used for drying process.

A 0.04 m layer of the topsoil from the plots was collected and packed in plastic bags measuring 0.16 m x 0.32 m and identified. This soil was repackaged in aluminum paper bags that were sealed with a stapler and placed to sterilize on a forced circulation oven (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brazil*) at 180°C for two hours at the IEAA Phytotechnical Laboratory/UFAM. This procedure was necessary to prevent live seeds of other species from germinating and making this evaluation unfeasible.

The sterilized soil was returned to the surface of each experimental plot in the field and leveled with an acrylic ruler. A furrow with 0.40 m long and 0.003 m deep was opened in half the width of the plots (Figure 2a). One hundred seeds of *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) were allocated per furrow (experimental unit) at a distance of about 0.003 m from each other at the bottom of the furrow (Figure 2b).

Figure 2 - (a) Furrow in the soil; (b) Detail of the seed in the furrow;
(c) Remaining dry mass returned to the soil surface.



Source: Prepared by the authors (2024).

Following, the furrow was closed with an acrylic ruler, providing manually the soil-seed contact necessary for an adequate germination, and the soil surface was homogeneously covered by dry mass (Figure 2c). A seed germinating power of 69% (Brasil, 2009) was determined in the Phytotechnical laboratory of the IEAA/UFAM for the commercial seeds of *B. brizantha* (Batch of 2015, Germipasto, Campo Grande, Brazil) used for this experiment.

Amounts of a partially acidulated phosphate rock (PPR), proportional to doses of 25, 100 and 200 kg ha⁻¹ of P (Table 1), were manually and homogeneously distributed on the soil surface of the plots. These doses composed the treatments 2, 3 and 4. The treatment 1 (T1 = 0 kg ha⁻¹ of P) was considered as applied after returning 34.04 g of the dry material to the surface of each plot. Then, a light manual pressure was applied in order to obtain a height of the material similar to that existing in the field (Figure 3c). Following, proportional doses of 120.0 kg ha⁻¹ of N (as urea) plus 29.1 kg ha⁻¹ of K (as KCl) were manually and homogeneously distributed in the soil surface of the plots.

Treatment 5 (burning) was applied after returning the remaining dry mass to the surface of the plot. To prevent the fire spreading beyond the boundaries of the plots, about 0.10 m from the edges of each plot, in the width and length direction, it were soaked with potable water sprayed with a knapsack sprayer. This wet strip constituted the firebreak of each plot. Once this was made, the fire was lit against the prevailing wind, from its edge, in the direction of its length, leading the fire to the limit of the firebreaks.

Seedling emergence (normal plants = NPBSi) was recorded at 21 days (10/10/2015) after the beginning of the experimental period of the main experiment on 09/19/2015. In order to determine the number of marked plants that effectively persisted, an additional accounting (Brasil, 2009) was performed 45 days (on 03/11/2015) after the beginning of the experimental period of the main experiment.

In this experiment in the field condition, the data were submitted to the maximum tolerance requirements according to Brasil (2009) and, then, they were submitted to the Cochran's test ($p \leq 0.05$) to verify the homoscedasticity of the data in an Excel spreadsheet. Analysis of variance was performed on a randomized complete block design using the F test ($p \leq 0.05$) and the means were compared using the Tukey's test ($p \leq 0.05$) in the MStatC software (MSU, USA).

AUXILIARY EXPERIMENT 2: SEEDLING EMERGENCE IN GREENHOUSE CONDITION

In this experiment the field experimental condition (the main experiment) was proportionally reproduced in vessels in the greenhouse condition to evaluate the seedling emergency from seeds of *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu). It also constitutes an auxiliary experiment and the same P doses applied in the auxiliary experiment under field conditions were calculated and applied to the surface of the pots to evaluate the emergence of seedlings of the pasture via seeds compared to the pasture burning.

The experiment was installed on 09/17/2015 in the IEAA/UFAM greenhouse (7°30'27.46"S and 63°1'31.72"W), in Humaitá, Amazonas. The experimental units consisted of parallelepiped-shaped vessels measuring 0.415 m in length, 0.135 m in width and 0.10 m in height, with a surface area of 0.056 m².

The vessels were placed on 0.90 m high wooden benches. At the bottom of each vessel, a drainage system was built with a layer of medium crushed stone covered by a 0.06 m layer of coarse sand. About 4.0 kg of an Haplic Alitic Cambisol collected in the main experiment area was air-dried and manually broken up. It was then passed through a 6.0 mm sieve and sterilized at 180 °C for 2 h in a

forced circulation oven (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brazil*) at the IEAA/UFAM Phytotechnical Laboratory.

A 0.07 m layer of this sterilized soil was manually added over the sand in the drainage system of the pots and leveled with an acrylic ruler. Then, ten 0.003 m deep furrows were opened (Figure 3a) with an acrylic ruler. Ten seeds were placed in each furrow and covered with soil (Figure 3b), totalizing 100 seeds per experimental unit. Light manual pressure on the furrow provided adequate seed-to-soil contact for germination.

Figure 3 - (a) Leveled and furrowed soil; (b) Seeds on furrow.



Source: Prepared by the authors (2024).

After closing the furrows, the same treatments applied in the main experiment in the field condition (Table 2) were proportionally calculated for the volume of the vessels. The amounts of PPR referring to the treatments 2, 3 and 4, without burning, were weighed on aluminum paper and applied to 0.056 m² of the soil surface of the vessels. Proportional doses to 120.0 kg ha⁻¹ of N (as urea) plus 29.1 kg ha⁻¹ of K (as KCl) were manual and homogeneously distributed in the soil surface of the vessels. About 5.0 kg of remaining dry mass of the pasture were collected in the field, slightly beside the main experiment area. The material was cut with garden shears and dried on a forced circulation oven (*Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brazil*) at 65 °C for 96 h, weighed on a precision scale and packed in paper bags. A layer composed of 34.04 g of this dry mass was allocated to the soil surface of the pots (Figure 3c), simulating the amount of surface dry mass in the field simulation (experiment 1).

To establish the burning simulation, the vessels were wrapped in two layers of aluminum foil (T5, Figure 3d) to prevent the pot from bending due to fire action. For this, 10.0 mL of fuel alcohol (96%) was applied with a manual sprayer along the width of the vessel, on a 3 cm strip covered by dry material in order to obtain the setting and improve the progress of fire in the burning simulation (Figure 3d). Daily irrigations proportional to 4 mm of water depth were always applied between 6:30 am and 7:30 am and between 4:30 pm and 5:30 pm.

Table 2 - Treatment composition.

Treatment	Composition	P	P ₂ O ₅	FPA	FPA
		(g m ⁻²)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(g vessel ⁻²)
Pnb	0,0 kg ha ⁻¹ de P, without burning	0.0	0,00	0,00	0,000
Pnb+25	25,0 kg ha ⁻¹ de P, without burning	2,5	57,25	212,04	0,223
Pnb+100	100,0 kg ha ⁻¹ de P, without burning	10.0	229,0	848,16	0,892
Pnb+200	200,0 kg ha ⁻¹ de P, without burning	20.0	458,0	1696,32	1,784
Pb	Pasture burning ¹	0.0 ⁵	0,00	0,00	0,000

Source: Prepared by the authors (2024). ¹Remaining dry mass of the pasture,

Seedling emergence (normal plants = NP) was accounted at 21 days after the beginning of the experimental period of the main experiment (10/10/2015). Additional counts were made at 28 days (10/13/2015) and 90 days (11/14/2015) to determine seedling persistence. The results were submitted to the maximum tolerance requirements of the seed analysis rules (Brasil, 2009).

In this experiment, in a greenhouse condition, the environment presented heterogeneity of luminosity and there was no fence or doors to prevent different environmental variations. Therefore, the experiment was designed and conducted in randomized blocks on benches, with 5 treatments and 4 repetitions, totalizing 20 experimental units with 100 seeds each. Data homoscedasticity was verified using the Cochran's test ($p \leq 0.05$) in an Excel spreadsheet. Analysis of variance was performed using the F test ($p \leq 0.05$) and comparison of means using the Tukey's test ($p \leq 0.05$). The analysis of variance and the comparison of means of the first three experiments were registered in the MStatC software (MSU, USA).

AUXILIARY EXPERIMENT 3: SEEDLING EMERGENCE IN LABORATORY CONDITION

This experiment was conducted in the laboratory condition, in which seedling emergence of *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu) was evaluated from the seed submitted to different temperatures and times of exposure in order to simulate the temperature condition the seeds are submitted during the pasture

burning. This simulation of seedling emergence via seed subjected to the conditions described above was carried out at the IEAA/UFAM Phytotechnical Laboratory.

The experiment was installed on September 14 and 15, 2015. For this, commercial seeds of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Batch 2015 from Germipasto, Campo Grande, Brazil) were previously subjected to 3 temperatures provided by the flames at the time of burning and 3 exposure times likely to occur in the field during the burning. In this way, the effects of burning fire temperatures were simulated as a function of the time of their maintenance by the flames during the burning of the pasture.

Each experimental unit consisted of 100 commercial seeds of *B. brizantha*(cv. Marandu (germinating power = 69%). On September 18, 2015, the seeds of each experimental unit were allocated in a single layer at the bottom of an aluminum container measuring 0.20 m x 0.10 m x 0.10 m. Then, they were exposed to temperatures of 60, 120 and 180 °C for 1, 2 and 4 minutes in a forced circulation oven (Tecnal TE-394/5-MP, Piracicaba, Brazil) at the Laboratory of Phytotechnical at IEAA/UFAM. A control was constituted by the same seeds submitted to the environmental conditions of the germination chamber (28 °C and RH = 70%), constituting itself a simple germination test. Therefore, each of the ten treatments consisted of an individual germination test (Brasil, 2009) repeated 4 times, totalizing 40 experimental units (Table 3).

After applying the treatments, the seeds were allocated on blotting paper at the bottom of transparent plastic Gerboxes and kept in a germination chamber at 28 °C and 70% RH. The instant the seeds were deposited on the papers, they were homogeneously moistened with distilled water, avoiding the formation of films around the seeds. From that moment on, and whenever necessary, the homogeneous rewetting of the paper in each experimental unit was carried out. Normal (NP) and abnormal (AbNP) seedlings were accounted at 21 days (05/10/2015) after the treatment application (Brasil, 2009). At 28 days (10/12/2015) a new accounting was made to obtain the accumulated value of the total % of seed germination.

Table 3 - Description of the treatments.

Tn ¹	SD ²	Descrição Detalhada
1	T28	Seeds submmited to the temperature of 28 °C ³
2	T60-1	Seeds submmited to the temperature of 60°C by 60 seconds
3	T60-2	Seeds submmited to the temperature of 60°C by 120 seconds
4	T60-4	Seeds submmited to the temperature of 60°C by 240 seconds
5	T120-1	Seeds submmited to the temperature of 120°C by 60 seconds
6	T120-2	Seeds submmited to the temperature of 120°C by 120 seconds
7	T120-4	Seeds submmited to the temperature of 120°C by 240 seconds
8	T180-1	Seeds submmited to the temperature of 180°C by 60 seconds
9	T180-2	Seeds submmited to the temperature of 180°C by 120 seconds

10 T180-4 Seeds submmited to the temperature of 180°C by 240 seconds

Source: Prepared by the authors (2024). ¹Tn: treatments; ²SD: simplified description of the treatments; ³28 °C: germination chamber temperature.

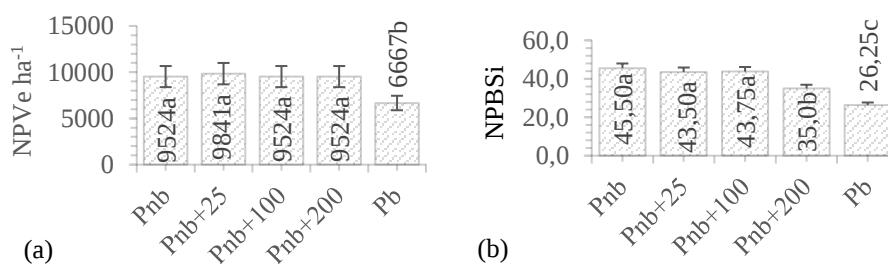
This experiment was conducted in a completely randomized design, under laboratory condition. The data collected were submitted to the maximum tolerance requirements of the seed analysis rules (Brasil, 2009). The original data were submitted to the Cochran's test ($p \leq 0.05$) to verify homoscedasticity in an Excel spreadsheet. The analysis of variance of this experiment was carried out in a completely randomized design using the F test ($p \leq 0.05$) and the comparison of means using the Tukey's test ($p \leq 0.05$) in the MStatC software (MSU, USA).

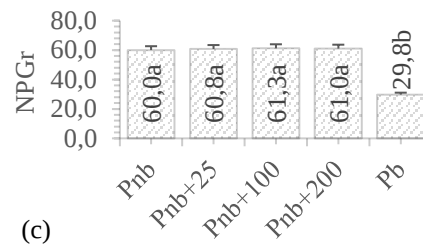
3 RESULTS AND DISCUSSION

The treatments altered the NPVe of *Brachiaria Brizantha*, the NPBSi in the soil of the main experiment and the number of NPGr under greenhouse condition. The Figures 4a, 4b e 4c show show that all treatments containing dry mass on the soil surface in both field condition or in greenhouse condition presented statistically higher values of normal emerged plants compared to Pb.

No emergence of plants via seed bank from the original soil (NPSs) was observed in the main experiment. This fact can be easily identified because there was no weed competition in the areas where the soil was close to 100% bare at the beginning of the annual pasture reestablishment via seed or basal bud. The few invasive plants that emerged among the newly emerged plants by this last emergence route were clearly from different botanical families of the genus *Poaceae* spp to which *B. brizantha* belongs.

Figure 4 - Reestablishment of *B. brizantha* at 21 days by the emergence of: **(a)** normal seedlings (plants) from basilar vegetative buds in the main experiment at the field condition (NPVe); **(b)** normal seedlings in the auxiliary experiment 1 at field condition (NPBSi); **(c)** normal seedlings (plants) in the auxiliary experiment 2 in the greenhouse condition (NPGr).





Source: Prepared by the authors (2024).

Figures b, c: data based on a germinating power = 69%. Means followed by the same letters in the column do not differ between each other by Tukey's test ($p \leq 0.05$).

LSD (Tukey's test): (a) = 2438.4; (b) = 4.83; (c) = 5.48; Residual Mean Square (F-test):

(a) = 1169352.5***; (b) = 4.592***; (c) = 5.908***; CV (%): (a) = 11.99 (b) 4.46;

(c) = 5.52; Cochran's C statistic: (a) = 0.269; (b) = 0.323; (c) = 0.252.

Therefore, these findings support the claim that, at the current stage of degradation, *B. brizantha* does not emerge from the soil seed bank, as this form of plant emergence simply does not exist. In other words, the seed bank was not even formed in the soil, which can be explained by the common overgrazing of pastures in the Amazon, which makes the reproductive phase of the pasture unfeasible (Dias-Filho, 2014b). In the current condition, as reported by (Costa et al., 2013), the pasture does not reach the reproductive stage for many years, or even since its implementation. In conclusion, no seeds are inserted into the soil and this leads *B. brizantha* (Pereira et al., 2016) to reestablish itself only via basal vegetative buds (Costa et al., 2004). According to Embrapa (1991), under certain circumstances, degraded *B. brizantha* (cv. Marandu) plants emit their inflorescences. Therefore, when the soil was collected at a depth of 0.10 m, it presented a seed bank with 380 viable pure seeds per m². Sometimes, unrenovated Marandu grass pastures can produce seeds, but they do not emerge, even in soil conditions favorable to adequate germination.

There was no physical impediment of surface material in the emergence of pasture via simulated seed bank (NPBSi). The treatments without burning showed a global average of NP approximately 30.76% higher than the pasture burning (Pb). Corroborating this result, these same proportional treatments in the greenhouse condition resulted in a global average of NPGr of 60.77 plants, approximately 50.96% higher in relation to the burning. It can be questioned whether or not there was interference of the abundant material remaining on the soil surface during the emergence of seedlings from the seed bank in field conditions. However, a highly significant amount of NPBSi emerged from the seed

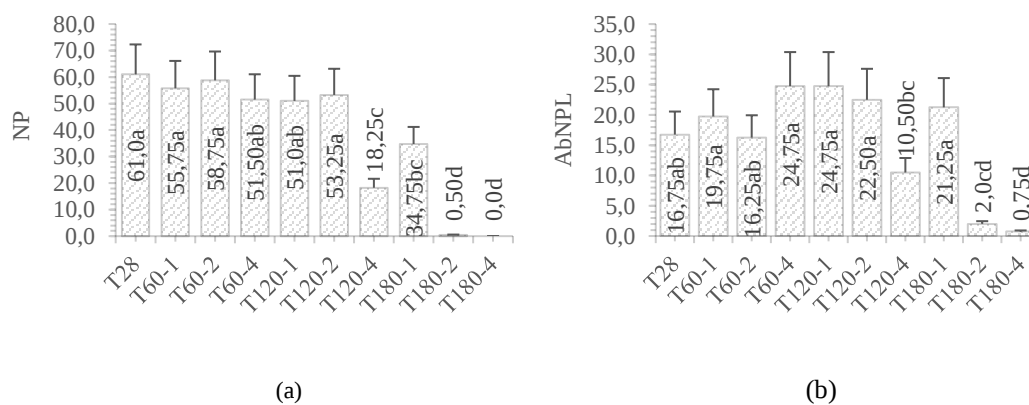
bank of the simulated soil (Figure 4b) at 21 days, under the same conditions of the main experiment, indicates that there really is no longer a seed bank in the soil, or never existed.

These results show the fact that if there was an original seed bank in the soil of the main experiment, seedling emergence should also occur through this specific pathway. However, this was not verified and, for this reason, the absence of a seed bank in the soil is one of the factors responsible for the reduction in the pasture's ability to replenish itself annually, which is now evident.

In turn, the number of NPVe was statistically similar among treatments without burning (Pnb, Pnb+25, Pnb+100 and Pnb+200) and superior to the pasture burned (Figure 4a). The global mean of NPVe (9603.25 plants ha⁻¹) provided by these treatments was about 30.57% higher than the value observed for Pb. Salomão et al. (2019) reported that the fire decrease about 21.62% on the plant emergence after the pasture burning. Costa et al. (2013) reported that pastures under some environmental or management circumstances (like overgrazing and no-nutrient reposition) the plants do not reach to the reproductive stage and, consequently, *B. brizantha* has in the basilar vegetative buds the only one option to its annual reestablishment (and persistence).

The direct contact with high temperatures provided by the flames damage seeds (Neary et al., 1999), leading them to death or producing abnormal seedlings that will do not added to the plant population. That fact was evidenced by the significant effect of higher temperatures on the seedling emergence in the laboratory condition. Higher temperature, similar to those on fire flames allied to longer time of exposure, definitely leads to decrease of the NP emergence (Figure 5a) and increase of AbNPL (Figure 5b) in the laboratory condition temperatures.

Figure 5 - Emergence: (a) of normal plants (NP), and; (b) of abnormal (AbNPL) plants from seeds submitted to different temperatures and time of exposure at 21 days in the laboratory conditions.



Source: Prepared by the authors (2024).
Data based in a germinating power of 69%.

LSD (Tukey's test): (a) = 17.54; (b) = 8.90; Residual Mean Square (F-test):

(a) = 52.99***; (b) = 13.642***; CV (%): (a) = 18.92; (b) 23.19;

Cochran's statistic (C): (a) = 0.324; (b) = 0.293.

These auxiliary information about this common process under temperatures around 60 °C to 120 °C for 2 minutes of exposure contributes to elucidating deleterious effects of periodical burning on reestablishment and persistence of *B. brizantha* under fire effects. According to Neary et al. (1999), on pastures containing high amounts of flammable biomass, the temperatures produced by fire range from 500 to 700°C on the soil surface. However, the authors indicate that temperatures around 40 °C to 70 °C are enough to trigger plant death due to the protein degradation and death of tissues. From the point of view of physiologists, temperatures around 40 °C leave the plants to protein degradation and death (Taiz et al., 2017).

FINAL CONSIDERATIONS

Under these experimental conditions, results showed a 30.76% decrease in the annual reestablishment capacity of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu subjected to burning compared to the pasture not subjected to the effects of fire. Results of the auxiliary experiments confirm that there is no seed bank in the soil that contributes to the annual reestablishment of the pasture, and the only mechanism of pasture persistence occurs from basal vegetative buds for both burned and unburned pasture conditions.

FUNDING

Financial support to the project was provided by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas-FAPEAM. A scholarship was provided for the first author by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES.

REFERENCES

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CAYLEY, J. W. D.; BIRD, P. R. Techniques for measuring pastures. Hamilton: Pastoral and Veterinary Institute. 1996. 62 p.

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AU9206018>

COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, C.R.; PAULINO, V.T. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. Porto Velho, 2004. 27 p. EMBRAPA RONDONIA (Documentos 85).

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916005/1/doc85plantasforrageiras.pdf>

COSTA, J.R.; MITJA, D.; LEAL FILHO, N. Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia Central. Pesq Flor Bras., v. 33, n. 74, p. 115-125, 2013.

https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/431/pdf_40

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2014b. 36 p.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>

DIAS-FILHO M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011b. 215 p.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1070416/1/TC1117CartilhaPastagemV04.pdf>

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2014b. 36 p.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>

DICK, D.P.; MARTINAZZO, R.; DALMOLIN, R.; JACQUES, A.V.A.; MIELNICZUK, J.; ROSA, A.S. Impacto da queima nos atributos químicos e na composição química da matéria orgânica do solo e na vegetação. Pesq Agrop Bras, v. 43, 2008. P. 633-640.

<https://www.scielo.br/j/pab/a/wxL86vcqs4vww8PVJfQZQYw/?format=pdf&lang=pt>

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brachiaria brizantha cv. Marandu. Campo Grande, MS. 1984. 31 p. (EMBRAPA-CNPGC (Documentos 21). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/317899>

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Renovação de pastagens pela rotação com culturas anuais. Campo Grande: EMBRAPA - CNPGC, 1991.

EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. 212 p.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169149/1/Manual-de-metodos-de-analise-de-solo-2-ed-1997.pdf>

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. Brachiaria sustainab cv. Marandú. Campo Grande, CNPGC, 1984. 32 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 21).

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/317899/1/Brachiariabrizantha.pdf>

FARIA, A. B. C.; BLUM, C. T.; CHITSONDZO, C.; LOMBARDI, K. C.; BATISTA, A. C. Efeitos da intensidade da queima controlada sobre o solo e diversidade da vegetação de campo em Irati – PR, Brasil. Em Bras de Ci Agr., v. 6: 2011. P. 489-494.

<https://www.redalyc.org/pdf/1190/119021236017.pdf>

JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais—efeitos sobre o solo e a vegetação. Ciência Rural, v. 33, n. 1, p. 177-181, 2003.

<https://www.scielo.br/j/cr/a/gNbwxwhPCQnxMdctWMQgBmM/?format=pdf&lang=pt>

LUIZÃO, F. J.; FEARNside, P. M.; CERRI, C. E. P.; LEHMANN, J. The maintenance of soil fertility in Amazonian managed systems. P. 311-336. In: KELLER M., BUSTAMANTE, M., GASH J., DA SILVA, P. & DIAS P.S. (Eds.). Amazonia and Global Change. Geophysical Monograph Series, v. 186, Washington: American Geophysical Union (AGU). 2013. 565 p.

<https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35281>

BRASIL. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. MURILO CARLOS MUNIZ VERAS (Org.), Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária/EM/CGAL. 2014. 220 p.

https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/manual_in-5_analiticos-oficiais-para-fertilizantes-e-corretivos_com_capa_final_03.pdf

NEARY, D.G.; KLOPATEKB, C.C; DEBANOC, L.F.; FFOLLIOTTC, P.F. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. For Ecol and Manag., v. 122, p. 51-71, 1999. https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_other/rmrs_1999_neary_d001.pdf

PEREIRA, AV.; PACIULLO, D.S. C.; GOMIDE, C.A.M; LÉDO, F.J.S. Catálogo de forrageiras recomendadas pela Embrapa. EMBRAPA: Brasília, 2016. 76 p.

<https://www.embrapa.br/em/international>

RAIJ, B. Van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC. 2001. 285 p.

RUMPEL, C.; CRÈME, A.; NGO, P. T.; VELÁSQUEZ, G.; MORA, M. L.; CHABBI, A. The impact of grassland management on biogeochemical cycles involving carbon, nitrogen and phosphorus. Journal of Soil Sci and Pl Nutr, v. 15: 2015. P. 353-371.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000034>

SILVA, V.J.; PEDREIRA, L.E.; SOLLENBERGER, L.S.S.; YASUOKA, I.C.L.A. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed 'Mulato II' brachiariagrass pastures. *Crop Sci.* V. 56, p. 2853–2860, 2016b.

<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2016.03.0148>

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/3304968>

SOUSSANA, J.F.; LEMAIRE, G. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 190, 2014. P. 9-170.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6ª ed. Edit. Artmed. 2017. 888 p.

TOMASI, C.A.; INDA, A.V.; DICK, D.P.; BISSANI, J.A.; FINK, J.R. Atributos químicos e área superficial específica em Latossolo subtropical de altitude sob usos e manejos distintos. *Ciência Rural*, v. 42, 2012. p. 2172-2179.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000095>

SALOMÃO, P.E.A.; HIRLE, W.; ROHAK, E. Estudo da influência das queimadas nas propriedades química e banco de sementes dos solos do Vale do Mucuri. *Res Soc Dev*, v. 8, n. 12 e358121799, 2019. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i12.17991>

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; DOS ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 5. ed. rev e ampl, Brasília: Embrapa. 2018. 355 p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>

VIDOTTO, E.; PESSEDA, L. C.R.; RIBEIRO, A.S.; FREITAS, H.A.; BENDASSOLLI, J.A. 2007. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. *Acta Amazonica*, v. 37, p. 385-400. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000300010>

Capítulo 4



10.37423/241009420

SEMEADURA MECANIZADA: PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA GRANDES CULTURAS

Vilnei De Oliveira Dias

Universidade Federal do Pampa

Eracilda Fontanela

Universidade Federal do Pampa

Chaiane Guerra da Conceição

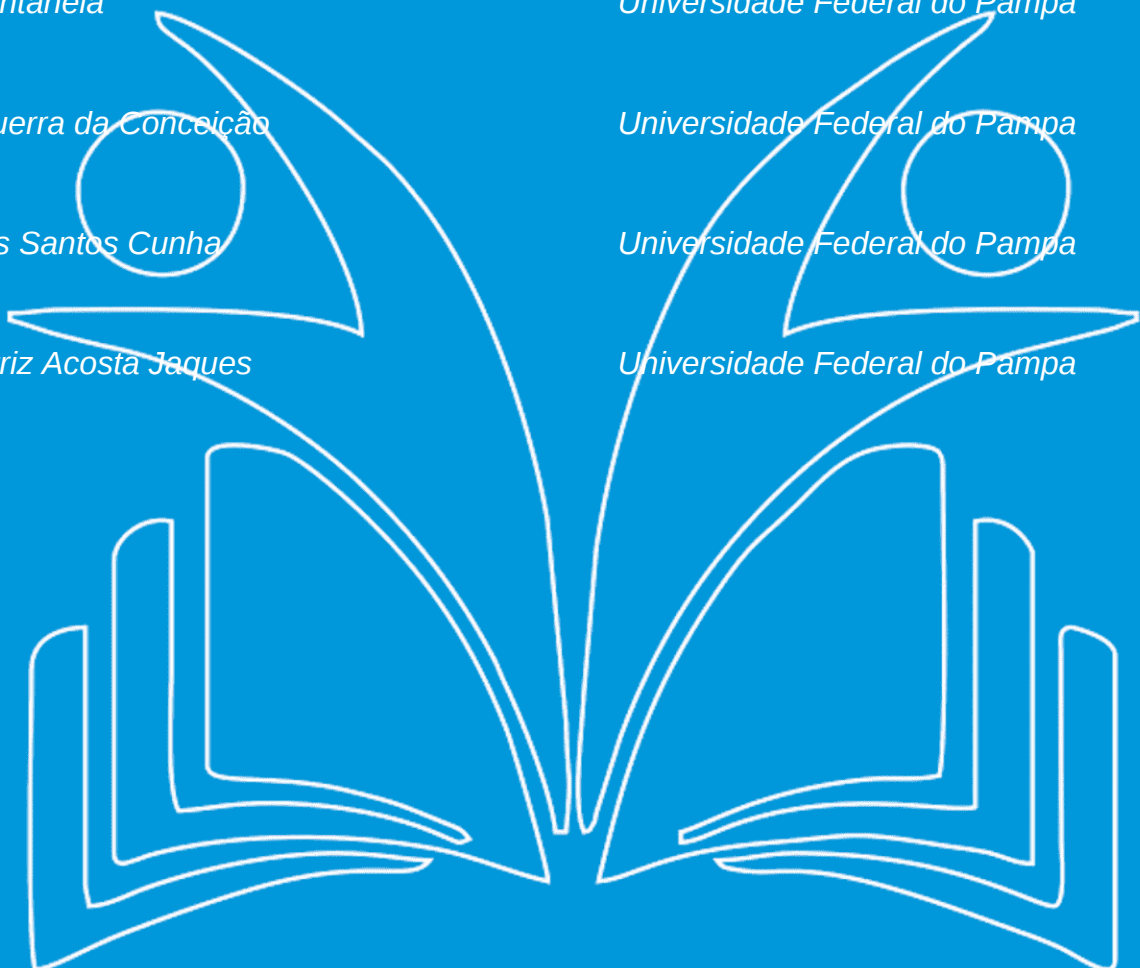
Universidade Federal do Pampa

Vinícius dos Santos Cunha

Universidade Federal do Pampa

Lanes Beatriz Acosta Jaques

Universidade Federal do Pampa



As semeadoras desempenham um papel crucial na agricultura moderna, sendo instrumentos essenciais para a eficiência e a produtividade das culturas. Projetadas para depositar sementes no solo com precisão, essas máquinas têm evoluído significativamente ao longo dos anos, incorporando tecnologias que melhoram o controle de profundidade, a distribuição uniforme e a taxa de semeadura.

A semeadura mecanizada, especialmente quando realizada da maneira correta em grandes culturas, não só otimiza o uso de insumos, mas também minimiza a compactação do solo e maximiza a germinação, resultando no melhor estabelecimento e estande de plantas. Além disso, com a crescente demanda por alimentos e a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis, o desenvolvimento de semeadoras de precisão se torna cada vez mais relevante, garantindo que os agricultores possam enfrentar os desafios contemporâneos de forma eficaz.

Existem atualmente no mercado brasileiro diversas marcas e pelo menos 500 modelos diferentes de semeadoras. As diferenças entre elas dizem respeito a suas propriedades construtivas e operacionais e tais máquinas podem ser classificadas de acordo com estes parâmetros.

De maneira geral, as semeadoras em linha dividem-se em fluxo contínuo, para culturas que são semeadas sem espaçamento pré-determinado (sementes miúdas) e semeadoras de precisão, para culturas que são semeadas obedecendo um espaçamento teórico (sementes graúdas). Para ambos tipos, erros na regulagem (ajustes do equipamento) e calibração (definição de taxas por unidade de área) podem representar perdas importantes e problemas na implantação da cultura. Desta forma, é necessário realizar a utilização e regulagem das semeadoras de maneira adequada para o sucesso do plantio. A seguir, serão apresentados procedimentos no que tange aos processos mencionados e porquê eles são tão importantes.

Regulagem/calibração de semente e fertilizante

Para realizar a calibração das semeadoras é necessário conhecer a semente utilizada e pré-estabelecer a densidade de semeadura (sementes ha^{-1}). No entanto, na hora de calcular a população, deve-se levar em consideração a ocorrência de perdas inerentes ao processo que podem reduzir a população (plantas ha^{-1}), como poder germinativo, ataques de pragas, danos mecânicos, deslizamento de rodas motrizes, etc. Assim, é importante aumentar o número de sementes por metro na semeadura, para garantir o estande final desejado. Uma maneira fácil e eficaz de fazer-se isso é calculando o IAS (Índice

de Aproveitamento de Sementes) que leva em consideração todas as perdas mencionadas anteriormente. Quanto maior for o IAS, menos necessita-se de aumento na densidade para uma mesma população desejada.

A calibração das semeadoras pode ser realizada através de tabelas disponibilizadas pelos fabricantes, onde relaciona a quantidade de semente a ser depositada alterando-se a relação de transmissão através da troca de engrenagens motoras e movidas. No entanto, para certificar-se da correta calibração, podem-se realizar procedimentos, e estes podem ser feitos com a máquina parada ou em movimento.

O processo para a calibração das semeadoras com a máquina parada, compreende suspender a roda acionadora dos dosadores de maneira que se consiga girar livremente. Em seguida, mede-se o perímetro da roda para verificar quantos metros a semeadora se deslocaria a cada volta da roda, sendo necessário girar o pneu uma vez sem coletar as sementes e então faz-se uma marca no pneu com giz. Logo após, coloca-se recipientes coletores sobre as linhas testadas, girando o pneu 10 vezes em velocidade constante tendo como referência a marca do giz, considerando que quanto maior o número de voltas mais precisa será a aferição, posteriormente coletam-se as sementes.

Para semeadoras de fluxo contínuo as sementes coletadas devem ser pesadas, já em semeadoras de precisão é necessário contar as sementes recolhidas, tendo em vista que estas sementes estão em função das 10 voltas do pneu é necessário calcular a quantidade de sementes por metros lineares, levando em consideração de que se o peso ou número das sementes for maior do que o esperado deve-se alterar a engrenagem movida para uma que contenha maior número de dentes.

Para a aferição da calibração das semeadoras com a máquina andando, é necessário marcar uma distância em que a semeadora irá percorrer, sendo que quanto maior a distância melhor será a aferição, após demarcar a área os recipientes coletores são colocados nas linhas testadas e depois a semeadora deve se deslocar em velocidade constante na distância estabelecida. Em seguida as sementes são coletadas, realizando o mesmo processo da aferição com a máquina parada, sendo necessário repetir o método toda vez que as regulagens são alteradas até a obtenção da calibração adequada.

A alteração da dosagem de fertilizante ou da densidade de semeadura é feita da seguinte forma: quando deseja-se reduzir a quantidade de produto que está caindo, aumenta-se a relação de transmissão entre movida e motora. Quando se deseja aumentar a taxa de aplicação, reduz-se a

relação de transmissão. Sendo Z_1 o número de dentes da engrenagem motora e Z_2 o número de dentes da engrenagem movida, temos que:

$$\text{Relação de transmissão} = Z_2/Z_1$$

Logo, as alterações na densidade ou taxa de aplicação podem ser realizadas da seguinte forma:

Aumentar densidade ou taxa de aplicação:	Diminuir densidade ou taxa de aplicação:
• <i>Menor relação de transmissão</i> • <i>Aumentar Z_1 (motora)</i> • <i>Diminuir Z_2 (movida)</i>	• <i>Maior relação de transmissão</i> • <i>Diminuir Z_1 (motora)</i> • <i>Aumentar Z_2 (movida)</i>

Digamos que o produtor tenha feito a aferição e constatou que estão caindo 100 kg/ha de fertilizante e a dosagem desejada seja de 130 kg ha⁻¹. Fazendo-se 100/130, temos 0,76. Este fator deve ser aplicado na relação de transmissão para obter a nova dosagem. Como deseja-se aumentar a dosagem, devemos reduzir a relação, colocando uma engrenagem motora com mais dentes ou uma movida com menos dentes.

REGULAGEM DA PRESSÃO SOBRE O DISCO DE CORTE DE PALHA

O disco de corte tem como principal finalidade cortar a palhada presente no solo e facilitar a abertura do sulco para a deposição de sementes e fertilizantes, auxiliando no ambiente germinativo. Um aspecto importante é a escolha do disco adequado, para tanto, deve-se considerar as condições do solo e o tipo de palhada existente. Quanto menor a área de contato com o solo, menor a pressão necessária para realizar o corte e a abertura do sulco. Os tipos de disco, considerando sua área de contato com o solo, em ordem crescente são os seguintes: disco de corte de borda lisa, disco de corte de borda recortada, estriado, corrugado e ondulado, conforme ilustrado na

Figura 1.

Figura 1. Escala de área de contato com o solo de acordo com o tipo de disco de corte de palha.



Além da escolha do disco, é necessário realizar o ajuste da pressão da mola, tendo em vista que quanto maior a pressão da mola, maior o contato entre o disco de corte e o solo. No entanto, a palhada deve estar seca ou verde para facilitar o corte, além disso, os discos de corte estriados e ondulados possuem baixa tendência ao patinamento que auxiliam na redução do embuchamento, porém, em solos úmidos ocorre maior aderência de solo nestes discos, proporcionando o acúmulo de material, dificultando a deposição das sementes e fertilizantes. Recomenda-se que o disco corte a palha e uma fatia suficiente de solo para reduzir o esforço de tração e o revolvimento do solo. Na Figura 2 é apresentado um princípio de solução adotado para pressionar o conjunto disco de corte/sulcador de fertilizante.

Figura 2. Molas para aplicação de carga vertical sobre o sulcador de fertilizante. Fonte: Autores.



PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DE FERTILIZANTE E SEMENTE

A “regra de ouro” é de que o fertilizante fique posicionado ao lado e abaixo da semente, pois a salinidade do adubo distribuído superficialmente no sulco e junto às sementes pode afetar o estande de plantas, por causar redução na germinação e injúrias às plântulas. Sendo assim, o ajuste da profundidade de deposição do fertilizante se dá em função da posição do mecanismo sulcador, podendo ser controlado através de parafusos de fixação que ficam junto ao suporte, tendo em vista que o fertilizante deve ficar entre 3,0 a 7,0 centímetros abaixo e ao lado da semente. Um fator importante é estar atento às alterações na textura e umidade do talhão, para que possíveis ajustes possam ser realizados em tempo de não comprometer a regularidade de atuação do sulcador.

A profundidade de semeadura influencia diretamente na emergência das plântulas, logo, a regulação deve ser feita considerando a cultivar a ser utilizada, umidade do solo, o tipo e a fertilidade do solo. Em sistema de semeadura direta, principalmente com a prática de altas velocidades de deslocamento, a uniformidade da profundidade de deposição de sementes pode ser comprometida (SHANG *et al.*, 2024). Caso a semente seja depositada a uma profundidade elevada haverá dificuldades para a sua emergência, já que necessitará de maior energia para vencer a camada de solo, do contrário, se a semente for depositada muito perto da superfície ela terá menos umidade disponível (DAS *et al.*, 2021).

Alguns trabalhos mostram a influência da profundidade no estabelecimento inicial das culturas. Aisenberg *et al.* (2014), comparando quatro profundidades (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 cm) na semeadura da soja, perceberam uma redução em 12% na emergência de plântulas ao empregar a maior profundidade, bem como diminuição do índice de velocidade de emergência. Por outro lado, Irion

(2023), observou comportamento diferentes para cultura do milho quando semeada em diferentes sistemas de cultivo. O autor observou que no sistema convencional não houve efeito da profundidade (3,0 e 6,0 cm) sobre altura de planta aos 30 dias após a emergência.

O controle da profundidade nas semeadoras é feito por meio das rodas limitadoras de profundidade, com elas é possível realizar o ajuste adequado dependendo das condições em que se está trabalhando. Levando em consideração solos arenosos em que a taxa de infiltração é maior e por isso, a umidade se concentra mais abaixo da superfície, adota-se profundidades entre 5,0 e 7,0 cm. Por outro lado, solos argilosos apresentam uma estrutura mais coesa, onde a infiltração da água é mais lenta permitindo trabalhar com profundidades entre 3,0 a 5,0 cm. Para isto, deve-se prestar a atenção ao modelo e regulagem dos mecanismos de controle de profundidade. De maneira geral, as do tipo “tandem” são as mais adequadas, por proporcionar um melhor acompanhamento das ondulações do terreno.

Existem recomendações quanto a profundidade ideal para cada cultura. Por exemplo, para a cultura da soja recomenda-se uma profundidade de 3,0 a 5,0 cm, para o milho varia de 5,0 a 7,0 cm e para o arroz deve ficar em torno de 3,0 cm. No entanto, o que prevalece na escolha da profundidade é o teor de umidade presente no solo na ocasião da semeadura. A época de semeadura também é fonte de ajustes em relação à profundidade. Solos mais frios podem exigir que a semeadura seja realizada mais superficialmente facilitando a germinação e emergência. Na **Figura 3** é possível visualizar o tipo de roda limitadora mais comumente encontrado em semeadoras. Um destaque nesta imagem é o sistema “tandem”, onde as duas rodas são ligadas por um eixo em formato de U, onde mesmo que haja sobressaltos na linha, sempre haverá uma roda limitadora em contato com o solo mantendo a uniformidade de deposição de sementes no sulco.

Figura 3. Rodas limitadoras de profundidade operando em eixo tandem. Fonte: autores.



COMPACTAÇÃO DA SEMENTE

O mecanismo compactador mais comumente encontrado nas semeadoras é composto por rodas em formato de “V” e tem como objetivo o fechamento e a compactação lateral do sulco da semeadura, devendo exercer uma pressão para garantir o máximo contato entre semente e solo e assim, permitir uma germinação mais rápida e em maior porcentagem. Assim, o nível de pressão precisa ser tal que não compacte o solo ao ponto de atrapalhar a emergência da plântula, nem insuficiente que impeça a semente de absorver umidade. Portanto, a pressão deve ser ajustada em função das condições de umidade, uma vez que para menor aumenta-se a pressão e para maior umidade diminui-se a pressão. Além da pressão, deve-se ajustar o ângulo de abertura entre as rodas compactadoras. De maneira geral, aumentando o ângulo entre ambas em direção ao deslocamento se tem maior quantidade de solo jogada sobre as sementes e maior compactação lateral. A angulação entre as rodas compactadoras deve permitir que a pressão no solo seja aplicada ao lado das sementes e não sobre as mesmas, pois do contrário haverá maior risco de selamento superficial, dificultando a germinação. Na são apresentados dois princípios de solução bastante utilizados para compactação da semente.

Figura 4. Rodas compactadoras para semeadoras de precisão: compactadoras em "v" (a) e compactadoras lisas estreitas de borracha (b). Fonte: Autores.

(a)	(b)
-----	-----



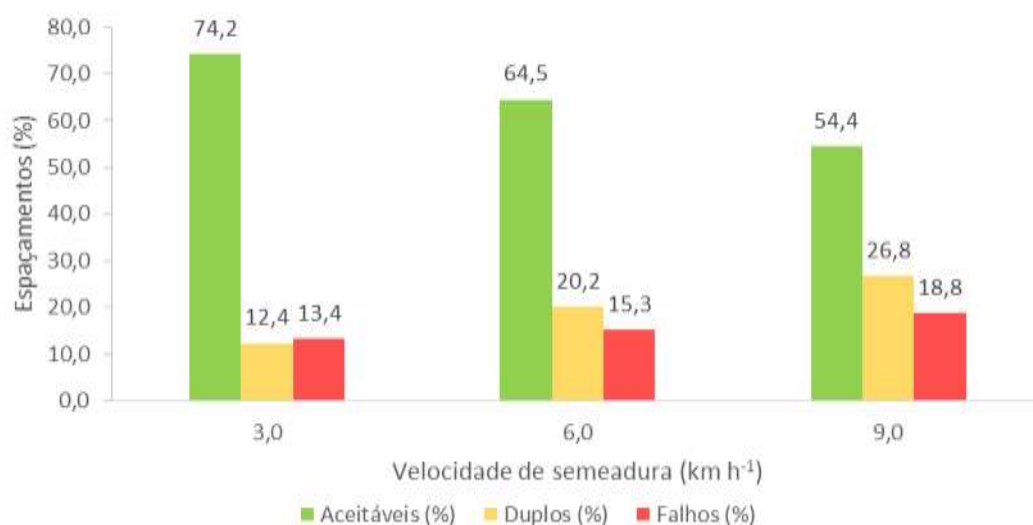
VELOCIDADE DE SEMEADURA

O avanço da tecnologia tem proporcionado um maior rendimento operacional quando se trata da operação de semeadura, fatores a se ressaltar são o aumento das máquinas em geral, com maiores caixas de sementes, que permitem um tempo de trabalho maior sem a necessidade de abastecimento frequente como era comum com as máquinas menores (SILVA; FRANCISCHINELLI, 2018).

Os diferentes tipos de mecanismos dosadores encontrados atualmente visam o maior rendimento na operação de semeadura, onde são toleráveis maiores velocidades sem que haja uma perda significativa na precisão e qualidade da operação de semeadura (CORREIA *et al*, 2016). Diversos trabalhos têm sido conduzidos para verificar a eficiência de deposição de sementes em maiores velocidades. Um destes trabalhos foi o executado por Badua *et al*. (2021). Os autores verificaram que a elevação da velocidade para até 16 km h^{-1} em uma semeadora pneumática obteve satisfatórios 82% de espaçamentos aceitáveis entre sementes de milho.

Por outro lado, semeadoras mecânicas ou de disco alveolado horizontal são bastante sensíveis à elevações na velocidade de semeadura, conforme constatou Irion (2023). Os resultados obtidos pelo autor são ilustrados na Figura 5. O autor verificou significativas reduções no percentual de espaçamentos aceitáveis com elevação da velocidade de 3,0 para 6,0 e de 6,0 para $9,0 \text{ km h}^{-1}$. O autor ressalta ainda que a menor velocidade $3,0 \text{ km h}^{-1}$ apresentou as menores porcentagens de espaçamentos falhos e duplos e a maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis, em comparação com a velocidade de $6,0 \text{ km h}^{-1}$ e $9,0 \text{ km h}^{-1}$.

Figura 5. Regularidade de distribuição de plantas da cultura do milho em três velocidades de semeadura. Adaptado de Irion, 2023.



Em seu estudo sobre a distribuição de sementes de milho e soja em diferentes velocidades de trabalho, Dias *et al.* (2009), concluíram que o aumento da velocidade de deslocamento não teve um impacto significativo na população de plantas para ambas as culturas. Os autores explicam esse resultado destacando que a diminuição no número de espaçamentos aceitáveis foi compensada pelo aumento no espaçamento múltiplo. No entanto, ressaltam que espaçamentos falhos podem levar à redução da produtividade na cultura do milho.

Outro efeito importante da velocidade de semeadura é a manutenção da cobertura do solo. Estudos com o de Dias *et al.* (2009), apontam que a elevação da velocidade aumenta o arrasto de palha e o revolvimento do solo, implicando em redução da cobertura vegetal. Esta cobertura é importante para reduzir o potencial erosivo de chuvas e manter a temperatura adequada para germinação das sementes. Na **Figura 6** é possível verificar que o aumento de 6,0 para 8,0 e de 8,0 para 10,3 km h⁻¹, impactou na cobertura do solo pela quantidade de solo exposto.

Figura 6. Efeito da velocidade de semeadura na manutenção da cobertura do solo em sistema Plantio Direto. Fonte: Dias *et al.*, 2009.

6,0 km h ⁻¹	8,0 km h ⁻¹	10,3 km h ⁻¹
------------------------	------------------------	-------------------------



SEMEADORAS COM TAXA VARIÁVEL

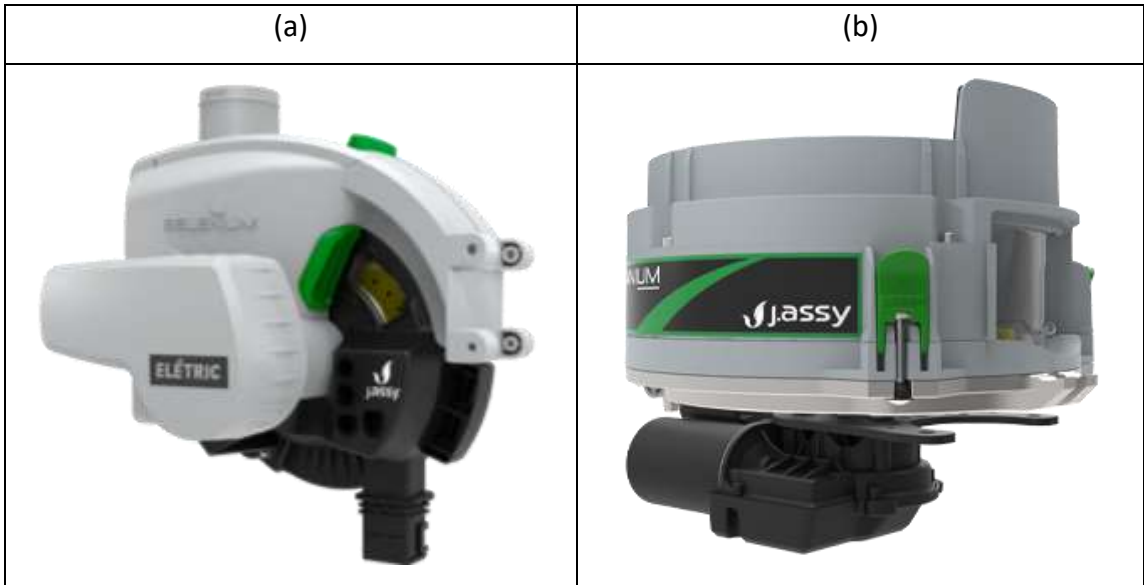
Com o avanço das tecnologias que envolvem a agricultura de precisão, o produtor rural tem disponível no mercado máquinas que realizam a semeadura com taxa variável para aplicação de fertilizante e disposição das sementes. Deste modo, as semeadoras necessitam de alguns componentes específicos e, diferente das semeadoras convencionais em que os rodados comandam o fluxo de distribuição, a abertura e fechamento dos mecanismos dosadores é realizada pela ação de atuadores de acordo com a dosagem pré-estabelecida e a posição geográfica da máquina.

Esse sistema é constituído por motores elétricos ou hidráulicos e por válvulas e sensores de rotação. Assim, se houver redução da velocidade de deslocamento ou necessidade de redução da taxa de aplicação, o sensor informa ao atuador do mecanismo dosador e este por sua vez diminuirá sua rotação. Por outro lado, com o aumento da velocidade ou necessidade de maior taxa de aplicação irá ocorrer a maior abertura ou aceleração do mecanismo, elevando a taxa da semeadura.

De acordo com Wehrspann (2014), o sistema com motores elétricos apresenta inúmeros benefícios aos sistemas tradicionais. Com este sistema é possível realizar o controle de abertura e fechamento de seções ou de linhas individuais por meio de motores elétricos independentes ou eletro-hidráulicos, com o intuito de evitar sobressemeadura e consequentemente no gasto desnecessário de sementes e de fertilizante. Além disso, apresentam manutenção reduzida e dispensam cadeias cinemáticas longas com eixos e correntes de rolos. Normalmente são utilizados motores de alto torque com 12 ou 24V de tensão. Em alguns equipamentos é possível encontrar sistemas elétricos específicos para a semeadora, com alternador e bateria em separados. Na **Figura 7** é possível visualizar dois exemplares de dosadores

com motores elétricos utilizados em semeadoras de precisão, o primeiro do tipo pneumático e o segundo de disco alveolado horizontal.

Figura 7. Dosadores elétricos utilizados em semeadoras de precisão. Dosador pneumático de pressão negativa (a) e dosador de disco alveolado horizontal (b). Fonte: J. ASSY, 2024.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A semeadura é fundamental para o sucesso do cultivo. Imagine o quanto prejudicial pode ser se, apenas uma linha da semeadora deixar um rastro de sementes sem compactação, expostas ou sem fertilizante. Agora multiplique este efeito para todas as linhas. Desta forma, o produtor deve ser cuidadoso à correta utilização de sua semeadora, atentando para as características de sua máquina, solo e semente, garantindo assim, o desenvolvimento da cultura e a produtividade de sua lavoura.

REFERÊNCIAS

AISENBERG, G. R.; et al. Vigor and initial growth performance of soybean plants: effect of sowing depth. *Enciclopédia Biosfera*, v.10, n.18, p.3081-3091, 2014. Available from: <Available from: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/VIGOR%20E%20DESEMPENHO.pdf> >. Accessed: Mar. 15, 2019.

»<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/VIGOR%20E%20DESEMPENHO.pdf>

BADUA, S.A. et al. Ground speed and planter downforce influence on corn seed spacing and depth. *Precision Agriculture*, v. 22, p.1154–1170, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09775-7>. Acesso em: 23/10/2024.

CORREIA, T. P. da S. et al. Mais lento, mais eficiente. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v. 144, p. 10-11, set. 2014. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/mais-lento-mais-eficiente>. Acesso em: 09 janeiro de 2023.

DAS, A. et al. Conservation tillage and nutrient management practices in summer rice (*Oryza sativa* L.) favoured root growth and phenotypic plasticity of succeeding winter pea (*Pisum sativum* L.) under eastern Himalayas, India. *Heliyon*, v. 7, n. 5, e07078, 2021.

DIAS, Vilnei de Oliveira et al. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, v. 39, p. 1721-1728, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/BLG3H57y7njrcYCrVq9L4WD/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 25 nov. 2023.

IRION, A. P. Estabelecimento inicial da cultura do milho em diferentes manejos de cobertura do solo, velocidades e profundidades de semeadura. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Eng. Agrícola). Universidade Federal do Pampa. 2023. 45p.

J. ASSY. Soluções tecnológicas conectadas ao campo. Online. 2024. Disponível em: <https://jassy.ag/#>. Acesso em: 30/10/2024.

SHANG, J. et al. Sowing depth stability analysis and test verification of no-tillage planter parallel 4-bar row unit, *Heliyon*, v. 10, n. 19, e36721, 2024.

SILVA, P. R. A.; FRANCISCHINELLI, L. S. Diferenças entre semeadora mecânica e pneumática. Mais soja. 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/diferencas-entre-semeadora-mecanica-e-pneumatica/>. Acesso em: 13 de jan. de 2023.

WEHRSPANN, J. Next big thing for planters: Electric seed meters. 2014. Online. Disponível em: <https://www.farmprogress.com/farming-equipment/next-big-thing-for-planters-electric-seed-meters>. Acesso em 30/10/2024.

Capítulo 5



10.37423/241009428

O ESPÓLIO ARQUEOLÓGICO DA LAPA DO CAPÃO GRANDE, SETE LAGOAS-MG

Cleber Vinicius Akita Vitorio

Instituto Espaço Templo

Carolina Dias Lelacher

Dasi Consultoria E Engenharia

Josimar Ribeiro de Almeida

Aposentado UFRJ

Letícia Cardoso Ferreira

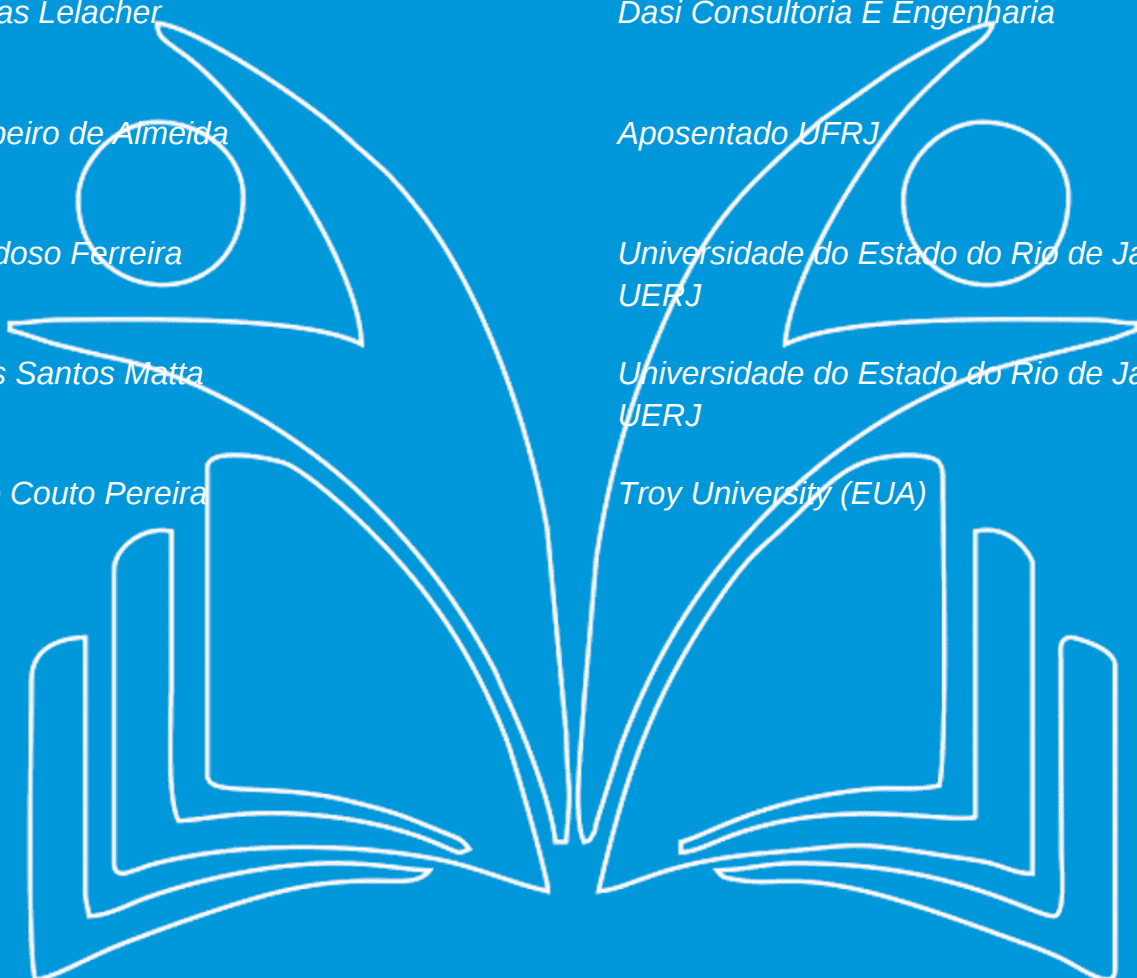
*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Patrícia dos Santos Matta

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro –
UERJ*

Raphael do Couto Pereira

Troy University (EUA)



Resumo: O presente trabalho foi elaborado para divulgar o patrimônio da Lapa do Capão Grande, um labirinto anastomosado, com perfil edificado-horizontal e cortes retangulares-verticais e triangulares, distribuídos em condutos com mais 890m de desenvolvimento horizontal, ornamentados por espeleogens e espeleo temas diversos e configurando-se uma das maiores cavernas da região, localizada na Fazenda Milho e Sorgo da Embrapa no município de Sete Lagoas/MG. Quanto a relevância das cavidades, registros arqueológicos foram avistados na Lapa do Capão Grande, como esta cavidade, além de apresentar muitas “pichações” e, as paredes com escorrimientos de calcita, muito recorrente nos abrigos e grutas calcárias e, por falta de referência em relação às pinturas, tipo tradição a que pertence, tipo de grafismo, localização no suporte, por meios convencionais, aconselha-se a síntese de uma nova expedição arqueológica com o findo de caracterizar o patrimônio arqueológico levantado. Vale a ressalva que foi encontrada líticos e cerâmica, que podem ser coletados e incorporados a coleções arqueológicas.

Palavras-Chave: Patrimônio arqueológico, Arte rupestre, Resolução CONAMA nº 347/2004, Antropoespeleologia.

INTRODUÇÃO

Segundo o Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, espeleologia é o estudo das cavernas, de sua gênese e evolução, do meio físico que elas representam, de seu povoamento biológico atual ou passado, bem como dos meios ou técnicas que são próprias ao seu estudo. Essa palavra vem do latim *spelaeum* (caverna) e do grego *logos* (estudo). Entre as ciências que se relacionam com a espeleologia estão geologia, geografia, hidrologia, biologia, climatologia e arqueologia (SILVA *et al.*, 2020).

Para o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) o Patrimônio Espeleológico entende que é a representação de um conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômico e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representados pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas (Resolução CONAMA 347/2004).

O levantamento feito pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) no programa de Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil mostra que o estado de Minas Gerais apresenta 10.570 cavernas, que representa 46,72, % do total contingente nacional (SILVA *et al.*, 2019). A definição mais utilizada internacionalmente para caverna, inclusive adotada pela União Internacional de Espeleologia (UIS), órgão que congrega as instituições nacionais de espeleologia, descreve a caverna como uma “abertura natural formada em rocha abaixo da superfície do terreno, larga o suficiente para a entrada do homem” (SILVA *et al.*, 2020).

Antropoespeleologia é o estudo das relações do homem com as cavernas, seja como abrigo, local de culto, lazer, refúgio, trabalho, ou qualquer outro uso. Investigações em torno da arte, e mais especificamente acerca do que ela consiste, sabe-se que não são poucas. Esse debate, à qual muitos se lançaram no decorrer de tantos séculos, em busca de um galardão, está longe de ter um veredicto final, e talvez, jamais o tenha. Este texto não pretende aglutinar-se a esse volume de tratados e exames, mas busca examinar a relação da arte e a psiquê no estudo das pinturas e gravuras rupestres e na construção de ferramentas, notórias atividades artísticas características dos ambientes espeleológicos, que tiveram contato com o ser humano, retratando alguns usos de arte na filosofia e na antropologia, uma vez que foi através dessas áreas que o conceito foi importado para a arqueologia, criando assim o que chamamos de espólio arqueológico.

O Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Fazenda Milho e Sorgo da Embrapa) localiza-se na Província Cárstica do Bambuí (TULLER *et al.*, 2023),

mais precisamente, a cerca de 10 km a oeste/noroeste da APA Carste Lagoa Santa (IBAMA & CPRM, 1998), no município de Sete Lagoas/MG, importante e clássica região com ocorrências espeleológicas.

Como parte do licenciamento ambiental de seu centro de pesquisa, a Embrapa Milho e Sorgo contratou a HeliumCorp Engenharia EIRELI. para a realização de estudos arqueológicos segundo o Processo IPHAN nº 01514.007271/2015-53, o que permitiu a identificação e caracterização preliminar de um espólio arqueológico até então ausente dos bancos de dados espeleológicos oficiais do Brasil: CANIE do CECAV e CNC da SBE e arqueológicos, no caso o IPHAN.

O presente trabalho foi elaborado para divulgar esse espólio arqueológico que se encontra na Lapa do Capão Grande, um labirinto anastomosado, com perfil edificado-horizantal e cortes retangulares-verticais e triangulares, distribuídos em condutos com mais 890m de desenvolvimento horizontal, ornamentados por espeleogens e espeleotemas diversos e configurando-se uma das maiores cavernas da região, segundo SBE (2015), e conforme a análise de relevância segundo a Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017 e a Resolução Conama nº 347 de 10 de setembro de 2004, executada pela HeliumCorp, tem alta relevância e necessidade de conservação, vide o material arqueológico ali encontrado.

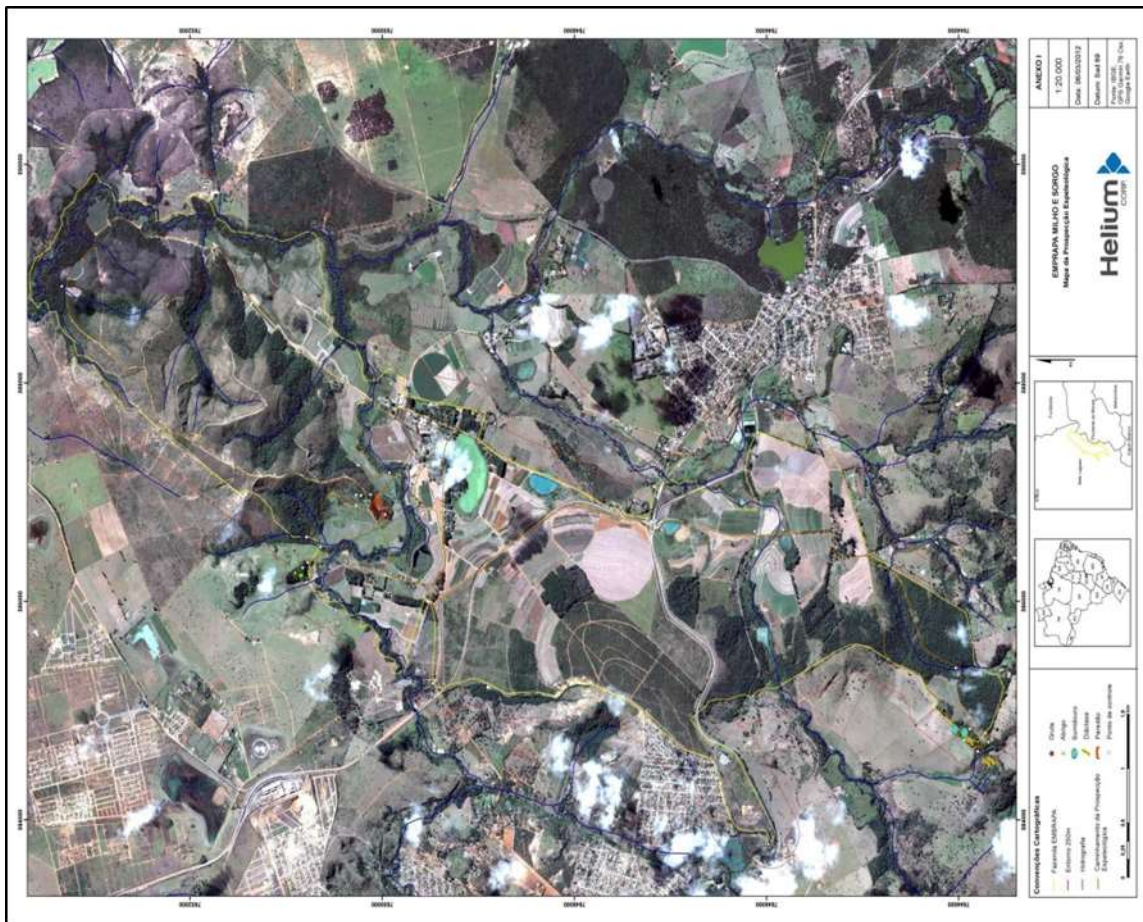
METODOLOGIA

LOCALIZAÇÃO

O empreendimento Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo-Minas Gerais (Figura 1) é uma falange da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- situada na Unidade Regional Milho e Sorgo, e configura-se em loteamento de área rural, situado na Rod 424, Km 45, Zona Rural, município de Sete Lagoas-MG, localizado nas coordenadas LAT/Y7849351 LONG/X587426 (UTM 23K), a área da fazenda possui um total aproximado de 1945,00ha (um mil, novecentos e quarenta e cinco hectares). A faixa de entorno imediato de 250 metros corresponde a cerca de 785,00ha (setecentos e oitenta e cinco hectares). Ou seja, a área total estudada é em torno de 2730,00ha (dois mil setecentos e trinta hectares).

O principal acesso à área de estudos, partindo-se de Belo Horizonte, é feito pela rodovia federal BR-040 no sentido Brasília até a sede municipal de Sete Lagoas. A área localiza-se na divisa leste dessa cidade com o município de Prudente de Moraes. O acesso a partir da sede municipal de Sete Lagoas é feito pela rodovia estadual MG-424 sentido Prudente de Moraes onde, após deslocar-se cerca de 10 km, acessam-se as instalações da Fazenda Milho e Sorgo da Embrapa (Figura 1).

Gráfico1. Localização do empreendimento



Fonte: HeliumCorp

MEIO FÍSICO

CLIMA E GEOLOGIA LOCAL

O clima da região, segundo TULLER *et al.* (2023), é tropical semi-úmido geralmente quente, com verões chuvosos e invernos secos. As temperaturas têm média máxima anual de 29,2°C (entre dezembro e janeiro), média mínima anual de 16,4°C (entre junho e julho) e média anual de 22,1°C. As chuvas ocorrem no período de outubro a março e a estação seca, nem sempre bem definida, nos meses de junho a outubro.

A área de estudos (Figura 1) localiza-se na porção sul-sudeste do Cráton São Francisco (CSF) que, segundo DELPOMDOR *et al.* (2020), é uma entidade geotectônica consolidada ao final da Orogênese Brasileira (1000-500 Ma). Os limites leste e oeste do CSF são as faixas móveis de idade brasileira — Faixa Araçuaí e Faixa Brasília respectivamente. Adotando o conceito de Províncias Tectônicas

considerado pela CPRM, a região encontra-se completamente inserida na Província São Francisco (SCHOBENHAUS & BRITO NEVES 2003).

TULLER *et al.* (2023) baseando-se em DARDENNE(1978), divide o Grupo Bambuí em cinco unidades, da base para o topo: (i) Formação Sete Lagoas composta de dolomitos, calcários e pelitos com estromatólitos bem preservados; (ii) Formação Serra de Santa Helena, formada por folhelhos, siltitos e secundariamente arenitos; (iii) Formação Lagoa do Jacaré composta de siltitos, margas e calcário preto; (iv) Formação Serra da Saudade que inclui folhelhos verdes, siltitos e lentes de calcário; e (v) Formação Três Marias, que ocupa o topo da sucessão e compreende siltitos e arcóseos depositados em ambientes aluvial a marinho-raso.

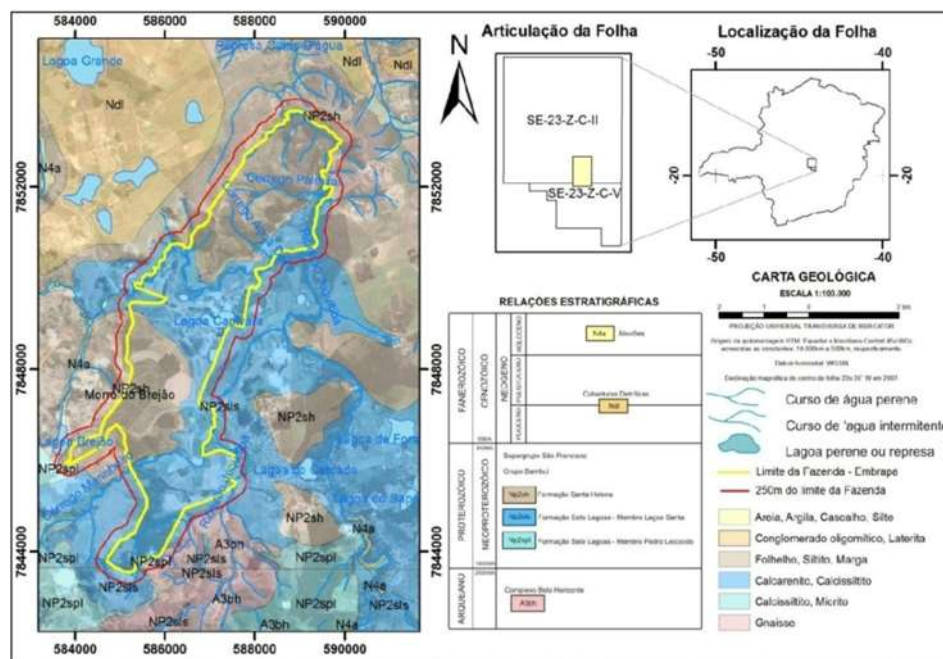
Os sedimentos que formaram as rochas do Grupo Bambuí, Proterozóico Superior, foram depositados sobre as rochas arqueanas supracitadas. Na área da Fazenda Milho e Sorgo (Embrapa), segundo TULLER *et al.* (2023), o Grupo Bambuí é subdividido nas formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena.

Compreendida como uma sequência de rochas carbonáticas com intercalações de níveis argilosos (TULLER *et al.*, 2023), a Formação Sete Lagoas é subdividida em dois membros: (i) Membro Pedro Leopoldo: basal, composto por calcários mais impuros, finos e claros, representados por calcissiltitos e, subordinadamente, calcarenitos e margas; e, o Membro Lagoa Santa: superior, com calcários mais puros, grosseiros e escuros, compreendendo calcarenitos e, subordinadamente, calcissiltitos e calciruditos.

A Formação Serra de Santa Helena, de acordo com TULLER *et al.* (2023), é resultado da sedimentação em águas calmas e profundas, que possibilitou a constituição de estratos plano-paralelos, característicos dos seus metapelitos e metargilitos, que se posicionam em contato brusco ou gradacional concordante sobre os calcários da Fm Sete Lagoas. Em alguns locais, encobrem as rochas do embasamento gnáissico-migmatítico e, em outros, os calcários do Membro Pedro Leopoldo.

Um conjunto de formações superficiais, terciárias e quaternárias, relacionadas a superfícies de aplainamento e à formação de planícies fluviais e cársticas, recobrem praticamente toda a área, preenchendo as depressões do paleorelevo das rochas supracrustais e do embasamento cristalino, ou constituindo depósitos horizontais sobre as superfícies arrasadas dessas rochas (TULLER *et al.*, 2023), trata-se de depósitos argilo-silticos de cobertura, depósitos argilosos em cavidades cársticas e aluviões e terraços aluvionários (Figura 2).

Gráfico2. Mapa geológico (modificado de CPRM, 2009 in TULLER et al., 2023) integrado à imagem de satélite do software livre Global Map Download Tool Versão 0.5.13b.



Fonte: HeliumCorp

Durante os trabalhos de campo, a equipe executou caminhamentos com descrições dos pontos de observações espeleológicas, percorreram os maciços rochosos e penetraram em todas as cavidades naturais subterrâneas encontradas. Foram descritas as feições geomorfológicas externas (exocarste) e internas (endocarste). Na região sul da área representada por rochas carbonáticas (Formação Sete Lagoas), ocorre relevo cárstico, com maciços isolados e dolinas compondo a paisagem. Em grande parte, ocorrem em grandes encostas de serras, às vezes com declividade abrupta, em morros isolados, áreas rebaixadas na topografia ou sustentando a topografia de serras. O relevo cárstico origina exposições subaéreas dessas rochas, principalmente devido aos densos fraturamentos (TULLER *et al.* 2023). É possível observar, na área, estruturas como sumidouro, dolinas, lapiás, uma pequena galeria no centro da área (gruta) e abrigos.

LAPA DO CAPÃO GRANDE

A cavidade natural subterrânea Lapa do Capão Grande (Figura 1), está inserida na base do maciço central com vegetação arbórea e arbustiva. Apresenta grande importância na área de recarga do aquífero, além de importância ambiental e científica.

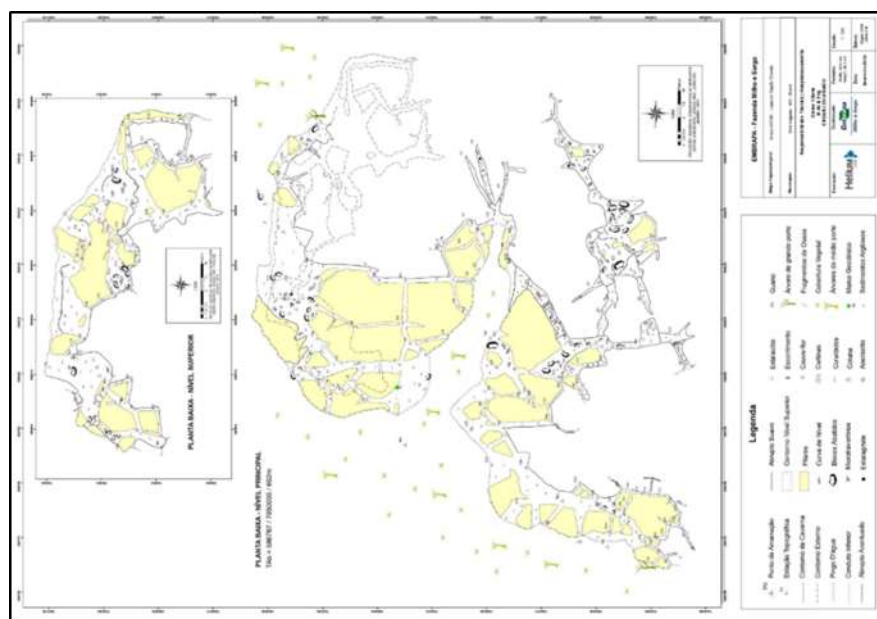


Figura 1. Planta baixa da Lapa do Capão Grande

Fonte: HeliumCorp.

Possui entrada principal retangular, altura 4,05m; projeção horizontal 897,87m e área de projeção horizontal com 2754,7m². A galeria é classificada como anastomosada em rede, com perfil longitudinal edificado-horizontal e cortes transversais triangulares-retangulares. A cavidade está desenvolvida em litotipo calcarenito, com camadas laminadas sub-horizontais e alternâncias de cinza-escuro e cinza-claro. No interior da cavidade são observados depósitos clásticos argilosos e matacões, além de sedimentos alóctones semi-consolidados em forma de brechas são identificados. Há uma grande variação dos espeleotemas, sendo identificados os anemolites, colunas, coralóides couve-flor (coralóidesbotrioidais), escorrimentos, estalactites, estalagmites, microtravertinos, cortinas e casca fina. Foram localizados gotejamento e zonas de inundação e sumidouro efêmeros. Segundo a Instrução normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017 e a Resolução Conama nº 347 de 10 de setembro de 2004, foi concluso grande relevância na conservação da cavidade, levando em consideração um buffer de 250 m em seu entorno, com a finalidade de conservar sua biodiversidade e geodiversidade e patrimônio arqueológico.

Prospecção Arqueológica

Para a realização desse trabalho de levantamento arqueológico, a metodologia aplicada se caracterizou-se pelo conjunto de métodos de prospecção extensiva de superfície e intensiva, com intervenções de subsuperfície, consagradas para definição e delimitação de sítios arqueológicos, de

averiguação de vestígios subsuperficiais (Figura 2). Os levantamentos foram realizados na primeira quinzena de janeiro de 2020.

Uma das primeiras atividades realizadas no campo da prospecção arqueológica é o reconhecimento da área e coleta de informações com a população local e adjacente.

Através de reconhecimento de acessos e da própria área da propriedade, deve-se ir tomando informações junto aos funcionários e moradores nos arredores. Através de intervenções subsuperficiais que podem se realizar de forma mais rude e/ou de forma mais detalhista, isto é, com a utilização de cavadeiras articuladas e material de escavação arqueológica, respectivamente, são investigadas as superfícies e subsuperfícies de áreas sedimentares externas, mesmo que não sejam evidenciados vestígios arqueológicos.

Cabe salientar que, para as pinturas rupestres não foram realizadas nenhum tipo de intervenção, apenas registro fotográfico, georreferenciamento e complementação cadastro do IPHAN.



Figura 2. Área com vestígios de líticos (palitinhos circundados de vermelho).

Fonte: HeliumCorp.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espólio encontrado pode ser dividido em indústria lítica, indústria cerâmica e na arte rupestre. Apesar das pichações vistas nas cavidades, evidenciando a necessidade de um projeto de conservação das mesmas.

As paredes e tetos da lapa estão preenchidos por “pichações” e, uma camada muito fina de poeira recobre boa parte das paredes, prejudicando a observação de pinturas rupestres por meios convencionais (Figura 3).

Quanto o potencial paleontológico, é evidente que há possibilidades, em parte pela presença dos artefatos arqueológicos (Figura 5), que evidenciam o uso das cavidades por seres humanos em períodos passados. Não seria incomum observar restos mortais da fauna local pré-histórica, vide a presença de cerâmica, líticos e pinturas rupestres, que coaduna com uma estrutura social e familiar possivelmente neolítica que colonizava as cavidades (Figura 3).

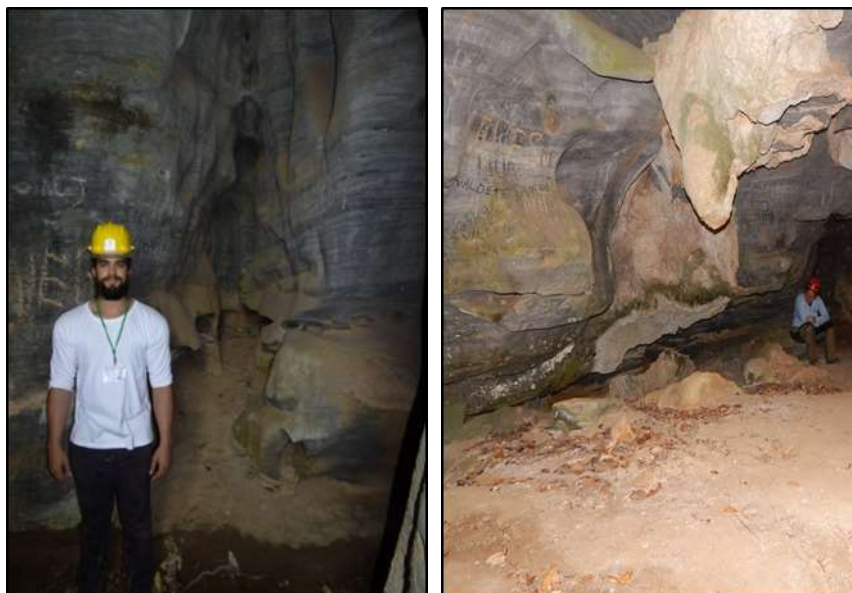


Figura 3. Pichações presentes em um paredão da Lapa do Capão Grande, recobrando e vandalizando pinturas rupestres que se encontram em péssimo estado de conservação.

Fonte: HeliumCorp.

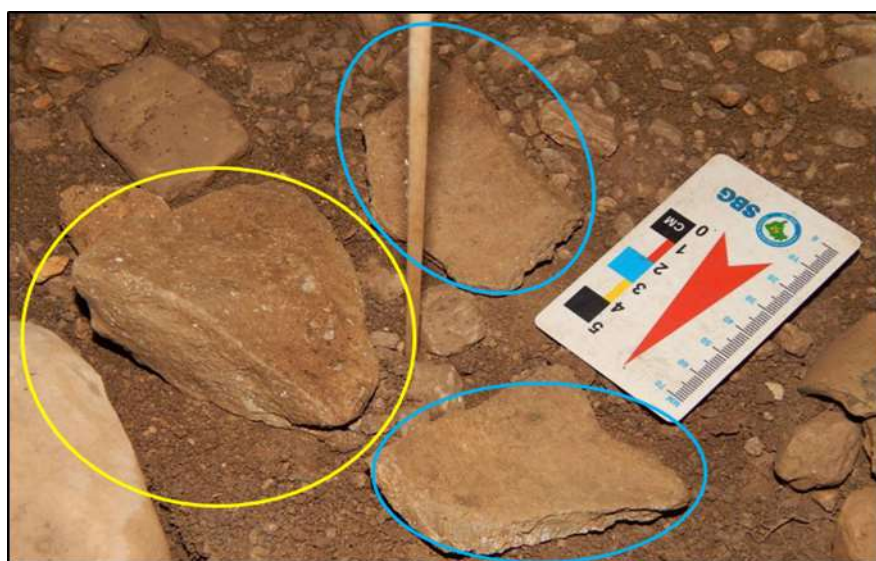


Figura 4. Material lítico circulado em amarelo e Material cerâmico circulado em azul, ambos encontrados na superfície, entrada N da Lapa do Capão Grande.

Fonte: HeliumCorp.



Figura 5. Material lítico utilizado por seres humanos pré-históricos na Lapa do Capão Grande.

Fonte: HeliumCorp.



Figura 6. Outros fragmentos de cerâmica.

Fonte: HeliumCorp.

A região de Sete Lagoas – Lagoa Santa, ao mesmo tempo, em que se tem um bem mineral há um patrimônio natural e cultural que deve ser estudado continuamente como vem sendo e, preservado para as futuras gerações. Talvez, esta tenha sido uma das premissas na criação do Parque Estadual do Sumidouro.

Nas cercanias de Sete Lagoas e, aproximadamente 9,5 km da Fazenda de Milho e Sorgo da EMBRAPA existe Monumento Estadual Rei do Mato, que abrange cavidades naturais, dentre elas a caverna epônima e, um pequeno abrigo com vestígios arqueológicos identificado como Abrigo Rei do Mato.

No IPHAN existe uma lista de sítios cadastrados disponíveis no site do órgão (Tabela 1), que são:

Tabela 1.Sítios Arqueológicos/IPHAN (2024).

Código	Nome do Sítio
MG00544	Sítio do Ari II
MG00545	Vargem Grande
MG00546	Fazenda da Lapa
MG00547	Sítio Lontrinha
MG00548	Sítio do Maciel
MG00549	Sítio da Palhada
MG00550	Sítio do Romero
MG00551	Sítio do Valão
MG00552	Sítio Federal
MG00553	Milharal do Macaco
MG00620	Pedreira da Vitrina
MG00621	Abrigo Rei do Mato
MG00622	Paredão do Trevo
MG01936	Fazenda Capão Grande Abrigo 1

Fonte: HeliumCorp.

Vale a ressalva que a cerca de 12,8 Km, se encontra o Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato que está localizado na porção centro sul do município de Sete Lagoas, parte do colar metropolitano da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Margeada pelas rodovias BR-040 e MG-238, a Unidade de Conservação se encontra a cerca de 60 km da capital. A área do monumento ainda é marcada por um importante sítio arqueológico e paleontológico, onde foram encontradas pinturas rupestres da Tradição Planalto, artefatos em cerâmica e até mesmo um sepultamento humano (BORGES *et al.*, 2013). Regionalmente a gruta é conhecida pela diversidade de recursos arqueológicos e paleontológicos, todavia se compararmos Lapa do Capão Grande, fica evidente que a péssima conservação afetou e muito a avaliação arqueológica delas, uma vez que as pichações e o uso humano sem protocolo turístico, geraram danos e perdas irreparáveis ao patrimônio geológico, arqueológico (Figura 3), paleontológico, faunístico e florístico das cavidades.



Figura 7. Pintura rupestre em ótimo estado de conservação que pode ser vista na Gruta do Rei do Mato.

Fonte: HeliumCorp.

Num contexto holístico, fica evidente que a Lapa do Capão Grande, devem ser protegidas, em razão do seu patrimônio arqueológico, em face da sua biodiversidade e geodiversidade, e pela possibilidade de abrigar um rico patrimônio paleontológico.

Observou-se em campo que o salão a N da entrada principal, que tem sua abertura para NW, é o local na cavidade com a presença marcante de fragmentos de cerâmica e alguns líticos. Infelizmente, não foram encontradas as pinturas rupestres (Figura 6).

Não foram coletados nenhum dos vestígios evidenciados, pois, considerando que a cavidade se encontra em área de reserva legal e, sem impactos do empreendimento local sobre o sítio arqueológico, considerou relevante a permanência dos mesmos na cavidade.

De acordo com MINGATOS & OKUMURA (2020) alguns elementos são fundamentais para a escolha de um lugar para viver: a proximidade com a água, a terra fértil ou a mata, são exemplos de lugares favoráveis para uma moradia. Na ótica da arqueologia da paisagem esses aspectos compreendem o suporte geológico, os solos, a cobertura vegetal, a fauna, os recursos hídricos, as condições pluviométricas e climatológicas, fatores determinantes das condições ambientais, que o orientam na identificação de áreas ocupadas pelo homem na pré-história (LINKE *et al.* 2020). Por conseguinte, o município de Sete Lagoas reúne todas essas características para ter sustentado no passado agrupamentos humanos, tendo em vista a sua rica malha hídrica e diversa megafauna, esta última muito bem caracterizada em pinturas rupestres como vista na Figura 7.

Tornar possível a realização de uma abordagem sob os olhares da arqueologia da paisagem depende dos vestígios encontrados e de sua distribuição, e a depreciação do patrimônio arqueológico, muitas vezes é mais danosa do que a ação natural do intemperismo (CHAHUD, 2021). Poder contribuir para a elaboração de uma interpretação arqueológica, que identifique os elementos que caracterizem a atuação humana sobre a paisagem é um grande desafio, e o trabalho de campo, de identificação e registro dos vestígios humanos é de extrema importância para a concretização deste intento, que quando ainda depreciado e de difícil identificação muitas vezes as principais ferramentas de interpretação são a arte e a antropologia (CHAHUD *et al.*, 2022). Descobrir, documentar, registrar, retratar e descrever o achado arqueológico e a sua correlação com os outros elementos de uma determinada área é constantemente atravessar o limite entre as escalas macro e micro da investigação espacial.

CONCLUSÃO

Os estudos espeleológicos realizados na área da Fazenda Milho e Sorgo da Embrapa foram fundamentais para um conhecimento do ambiente cárstico em questão, a nível conceitual. Durante os trabalhos de prospecção arqueológica, O espólio encontrado pode ser dividido em indústria lítica, indústria cerâmica e na arte rupestre.

Observou-se em campo que o salão a N da entrada principal, que tem sua abertura para NW, é o local na cavidade com a presença marcante de fragmentos de cerâmica e alguns líticos. Infelizmente, toda pintura rupestre encontrada se encontrava vandalizada.

Não foram coletados nenhum dos vestígios evidenciados, pois, considerando que a cavidade se encontra em área de reserva legal e, sem impactos do empreendimento local sobre o sítio arqueológico, considerou relevante a permanência dos mesmos na cavidade.

Além de apresentar muitas “pichações” e, as paredes com escorrimentos de calcita, muito recorrente nos abrigos e grutas calcárias e, por falta de referência em relação às pinturas, tipo tradição a que pertence, tipo de grafismo, localização no suporte, por meios convencionais, aconselha-se a síntese de uma nova expedição arqueológica com o fim de caracterizar o patrimônio arqueológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, F. Á. C.; TRAVASSOS, L. E. P.; GUIMARÃES, F. G. Proposta de Criação de Trilhas Geoturísticas no Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato (MNGRM), Sete Lagoas, Minas Gerais. CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 8, p. 24-48, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 347, de 10 de setembro de 2004. regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em disposto em seu Regimento Interno, aprovado pela Portaria no 499, de 18 de dezembro de 2002. Brasília: DOU, 2004.

CHAHUD, A. Presença de Subfósseis de Tinamiformes Huxley, 1872 e Falconiformes Sharpe 1874 no Sítio Arqueológico Lapa do Santo (Holoceno), Estado de Minas Gerais, Brasil. Arquivos Do Museu De Historia Natural, v. 30, p. 1-12, 2021.

CHAHUD, A.; FERREIRA FIGUEIREDO, G.; OKUMURA, M. Tapiridae (Perissodactyla) in the late Pleistocene of the Cuvieri Cave, eastern Brazil. Historical Biology, v. 35, p. 1-11, 2022.

CPRM & IBAMA. APA Carste de Lagoa Santa: meio físico. Belo Horizonte: [s. n.], v. 1, 1998.

DELPOMDOR, F. R. A.; ILAMBWETSI, A. M.; CAXITO, F. A.; PEDROSA-SOARES, A.C. New interpretation of the basal Bambuí Group, Sete Lagoas High (Minas Gerais, E Brazil) by sedimentological studies and regional implications for the aftermath of the Marinoanglaciation: Correlations across Brazil and Central Africa. GEOLOGICA BELGICA, v. 23, p. 1-17, 2020.

LINKE, V.; ALCANTARA, H.; ISNARDIS, A.; TOBIAS JÚNIOR, R.; BALDONI, R. Do fazer a arte rupestre: reflexões sobre os modos de composição de figuras e painéis gráficos rupestres de Minas Gerais, Brasil. BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. SÉRIE CIÊNCIAS HUMANAS, v. 15, p. 1-24, 2020.

MINGATOS, G. S.; OKUMURA, M. Cervídeos como fonte de matéria-prima para produção de artefatos: Estudos de caso em três sítios arqueológicos associados a grupos caçadores-coletores do sudeste e sul do Brasil. Latin American Antiquity, v. 31, p. 292-307, 2020.

SCHOBENHAUS, C. & BRITO-NEVES, B.B. Geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana In: Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C; Vidotti, R.M.; Gonçalves J.H. (eds.) Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil. Texto, mapas e SIG. CPRM-Serviço Geológico do Brasil. p. 5-54, 2003.

SILVA, C. V. V.; MORAES, MORAES, J. C. R.; BRANDÃO, V. S.; ALMEIDA, ALMEIDA, J. R.; SILVA, C. E.. Caracterização da fauna cavernícola e da flora rupícola da cavidade do Morro Redondo, Iúna/ES. Naturae, v. 1, p. 14-31, 2019.

SILVA, C. V. V.; BRANDÃO, V. S.; MORAES, J. C. R.; ALMEIDA, J. R.; SILVA, C. E.. Levantamento do patrimônio espeleológico da sub-bacia do Rio Pardo, Iúna/ES. Environmental Scientiae, v. 2, p. 31-43, 2020.

TULLER, M. P.; RIBEIRO, J. H.; SIGNORELLI, N.; FÉBOLI, W.L.; PINHO, M. M.. Projeto Sete Lagoas Abaeté com Nota Explicativa. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_balDIM.pdf. Acessado em 20 de Dezembro de 2023.

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDOS FUNDAMENTAIS

VOLUME XI



conhecimentolivres.org/home



contato@conhecimentolivres.org



[editora@conhecimentolivres.org](#)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRES