

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

**DENISE LIMA CAVALCANTE MARINHO**

**SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM PALHA DE  
BABAÇU NA CULTURA DO ARROZ**

**São Luís – Maranhão**

**2016**

**DENISE LIMA CAVALCANTE MARINHO**

**Engenheira Agrônoma**

**SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM PALHA DE  
BABAÇU NA CULTURA DO ARROZ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Rosângela Malheiros Silva

**São Luís – Maranhão**

**2016**

Marinho, Denise Lima Cavalcante.

Supressão de plantas espontâneas com palha de babaçu na cultura do arroz /

Denise Lima Cavalcante Marinho – São Luís, 2016.

71 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Profa. Dra. Maria Rosângela Malheiros Silva

1. *Oryza sativa* L. 2. *Orbignyia phalerata* Mart. 3. Cobertura morta.  
4. comunidade espontânea. 5. levantamento fitossociológico. I. Título

CDU:

**DENISE LIMA CAVALCANTE MARINHO**

**SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM PALHA DE  
BABAÇU NA CULTURA DO ARROZ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Maria Rosângela Malheiros Silva**

Universidade Estadual do Maranhão (Orientadora)

---

**Prof. Dra. Maria José Pinheiro Corrêa**

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

---

**Prof. Dr. Luiz Junior Pereira Marques**

Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

## **OFEREÇO**

À minha mãe Rocilda Lima Cavalcante,  
Ao meu pai Tomaz Cavalcante Duarte,  
Pelo apoio incondicional e exemplo de vida.

Aos meus filhos Gustavo, Vinicius e Beatriz  
Agradeço a Deus por me presentear com suas vidas.

**DEDICO**  
**A Deus, Senhor da minha vida!**

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida, por me conceder saúde e estar sempre ao meu lado, especialmente nos momentos mais difíceis. Obrigada pela proteção entre tantas idas e vindas à São Luís. Obrigada pela Vossa infinita misericórdia.

Ao meu esposo Genner Marinho pelo apoio ao longo desse tempo e ser pai e mãe na minha ausência.

Aos meus filhos Gustavo, Vinicius e Beatriz pelo apoio, carinho e por compreender minhas ausências.

Aos meus pais que sempre me apoiaram nos meus projetos de vida e por compreenderem a minha ausência ao longo dessa jornada. E aos meus irmãos Duarte, Dirce, Dircilene, Darlene, Dayse, Conceição e Tomaz, pelas palavras de incentivo.

À minha sogra Zildir Marinho, que foi mãe-avó no meu primeiro ano de mestrado. Meu sincero obrigada!

À minha amiga Marcia Marinho e seu filho Marcel Marinho pela acolhida em sua casa. Obrigada por me receber de coração aberto. Deus te recompense.

À grande tia dos meus filhos, Marília Marinho, pelo seu carinho e atenção com os seus sobrinhos.

Ao casal Zelina Santana e Hibernon Marinho pelo carinho e apoio em São Luís.

À Cleide Macedo pelo apoio essencial ao longo desse tempo.

À minha orientadora e amiga, Prof.<sup>a</sup> Maria Rosângela Malheiros Silva, pela orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação e por me pela paciência em me conduzir no mundo das Plantas Espontâneas. Obrigada por ser um exemplo de seriedade e competência acadêmica.

Ao professor Heder Braun pela paciência e orientações em estatística, sua ajuda foi valiosíssima. Obrigada!

À minha amiga Ivaneide de Oliveira Nascimento pela disponibilidade, incentivo, companhia nas viagens à São Bento. Obrigada por sua amizade aos longos desses anos. Deus te abençoe sempre.

Ao Raimundo Nonato Viana Santos pela contribuição e disponibilidade. Que você seja recompensado no seu doutorado.

Ao Thales Pires, Danúzia Badu, Bruna Penha, Elizabeth Costa, Givago Alves, Assistone de Jesus, que de uma forma ou de outra contribuíram na parte fitossociologia deste trabalho. Desculpas se esqueci de alguém.

À professora Adélia Waquim e ao pessoal de campo da Fazenda Escola de São Bento/UEMA, pelo apoio na execução do experimento.

A todos os colegas dos cursos de Mestrado e Doutorado em Agroecologia, em especial a turma de 2014.1.

A todos os professores do curso de pós-graduação em Agroecologia da UEMA por transmitirem e compartilharem parte de seus conhecimentos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

À UEMA pela concessão da bolsa nestes dois anos de estudo e trabalho árduo.

À UEMA em nome do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia.

À FAPEMA pelo financiamento do projeto de pesquisa que tornou possível a execução de todas as atividades da dissertação.

À EMBRAPA/Escritório de Imperatriz pela doação de sementes de arroz.

Enfim, agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desse trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	9
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>RESUMO</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
<b>O cultivo de arroz de terras altas</b> .....	18
<b>1.1 Plantas espontâneas na cultura do arroz</b> .....	19
<b>2.2.1. Fitossociologia das plantas espontâneas</b> .....	21
<b>1.2 Manejo e controle de plantas espontâneas na cultura do arroz</b> .....	23
<b>1.3 Efeitos e benefícios da cobertura morta</b> .....	26
<b>2. MATERIAL E MÈTODOS</b> .....	27
<b>2.1 Local e Data</b> .....	27
<b>2.2 Descrição do Clima</b> .....	28
<b>2.3 Descrição do Solo</b> .....	29
<b>2.4 Preparo do Solo, Semeadura e Adubação</b> .....	30
<b>3.5 Delineamento experimental e Tratamentos</b> .....	31
<b>3.6 Avaliações das plantas espontâneas</b> .....	32
<b>3.7 Avaliações agronômicas da cultura</b> .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	34
<b>4.1 Avaliações das plantas espontâneas</b> .....	34
<b>4.1.1 Composição florística</b> .....	34
<b>4.1.2 Avaliações da densidade e massa seca de plantas espontâneas</b> .....	38
<b>4.1.3 Avaliações dos Índices Fitossociológicos</b> .....	44
<b>3. 2 Avaliações agronômicas da cultura do arroz</b> .....	49
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	54
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>APÊNDICES</b> .....	62

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> - Mapa do Estado do Maranhão destacando a Microrregião Baixada Maranhense e o município de São Bento onde situa-se a Fazenda Escola de São Bento. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>28</b>
<b>Figura 2</b> - Precipitação pluviométrica e temperatura média ocorrida durante o ciclo da cultura em 2015. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>29</b>
<b>Figura 3</b> - Distribuição da palha de babaçu triturada na subparcela com espaçamento 35 cm e 12,5 t ha <sup>-1</sup> de palha, aos 10 DAE. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>32</b>
<b>Figura 4</b> - Retângulo utilizado para coleta das plantas espontâneas nas entre linhas da cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>33</b>
<b>Figura 5</b> - Densidade de plantas espontâneas aos 20 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), 60 (E) e 70 DAE (F) em função da quantidade de palha de babaçu. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>40</b>
<b>Figura 6</b> - Massa seca de plantas espontâneas aos (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), 70 (E) e 110 DAE (F) em função de diferentes quantidades de palha de babaçu. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>42</b>
<b>Figura 7</b> - Número de panícula da cultura do arroz em função da quantidade de palha de babaçu aplicada sobre o solo. São Bento, MA, 2014/2015	<b>50</b>
<b>Figura 8</b> - Produtividade média de grãos da cultura do arroz em função da quantidade de palha de babaçu aplicada sobre o solo. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>51</b>

**LISTA DE TABELAS**

		<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1 -</b>	Resultados das análises químicas e física do solo da área experimental. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>29</b>
<b>Tabela 2 -</b>	Características agronômicas da cultivar BRS Esmeralda. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>30</b>
<b>Tabela 3 -</b>	Tratamentos utilizados no ensaio experimental. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>31</b>
<b>Tabela 4 -</b>	Plantas espontâneas identificadas na cultura de arroz de terras altas, nos espaçamentos 35 e 45 cm, com diversas dosagens de palha. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>36</b>
<b>Tabela 5 -</b>	Análises de variâncias para a variável densidade de plantas espontâneas em função do Espaçamento (E), Quantidade de palha (Q) em sete períodos de avaliação na cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>38</b>
<b>Tabela 6 -</b>	Análises de variâncias para a variável massa seca de plantas espontâneas em função do Espaçamento (E), Quantidade de palha (Q) em sete períodos de avaliação na cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>41</b>
<b>Tabela 7 -</b>	Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 35 cm em função das quantidades de palha de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.	<b>54</b>

- Tabela 8 -** Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 45 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015. **53**
- Tabela 9 -** Altura de planta (AP), número de panícula (NP) e produtividade de grãos da cultura do arroz (PG) em diferentes espaçamentos e quantidade de palha de babaçu, em comparação com as testemunhas capinadas, nos espaçamentos 35 cm e 45 cm. São Bento, MA, 2014/2015. **54**

## SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM PALHA DE BABAÇU NA CULTURA DO ARROZ

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da palha de babaçu sobre a composição florística da vegetação espontânea e a produtividade da cultura do arroz em dois espaçamentos. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/2015 na Fazenda Escola da UEMA em São Bento - MA. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em parcela subdividida. As parcelas principais foram constituídas por dois espaçamentos (35 e 45 cm) e duas testemunhas com controle total das plantas espontâneas, e as subparcelas pelas quantidades de palha de babaçu (0,0; 8,5; 12,5; e 16,5 t ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. As avaliações da comunidade espontânea foram realizadas aos 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 110 dias após a emergência (DAE) pelo método do quadrado inventário. Para cultura foram avaliadas, altura de plantas, número de panículas e produtividade de grãos. Foram identificadas 19 famílias botânicas, 41 gêneros e 45 espécies de plantas espontâneas, destacando-se as famílias Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae com maior número de espécies. Não houve interação do espaçamento e quantidades de palha para densidade e massa seca das plantas espontâneas. A densidade e massa seca das plantas espontâneas decresceram linearmente na presença de palha em todos os períodos avaliados, exceto aos 110 e 60 DAE, respectivamente. A massa seca de plantas espontâneas diminuiu em 0,43 g m<sup>-2</sup> com o aumento de 1,0 t ha<sup>-1</sup> de palha de babaçu e com incremento de 8,5 e 16,5 t ha<sup>-1</sup> ocorreu redução de 42 e 82%, respectivamente. Na ausência de palha dos 20 aos 60 DAE, *Cyperus spp* apresentaram IVI entre 74,35 a 106,80% para o espaçamento 35 e entre 95,95 a 123,66% para o espaçamento 45 cm. *Murdannia nudiflora* obteve IVI entre 28,32 a 68,40% e *Phyllanthus niruri*, 16,74 a 57,42% para o espaçamento 35 cm. Para o espaçamento 45 cm, o IVI de *Murdannia nudiflora* foi 25,97 a 50,65% e *Phyllanthus niruri*, entre 18,47 a 31,30%. Aos 110 DAE as “outras espécies” atingiram IVI de 262,51 e 265,77%, para os espaçamentos 35 e 45 cm, respectivamente. As quantidades de palha influenciaram o número de panículas e a produtividade de grãos, especialmente na maior quantidade de palha. Entre as testemunhas capinadas houve efeito significativo (p = 0,0004), com maior produtividade (2646,96 kg ha<sup>-1</sup>) no espaçamento 35 cm. A testemunha capinada do espaçamento 35 cm não diferiu dos tratamentos com 12,5 e 16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha do

espaçamento 35 cm e com 16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha do espaçamento 45 cm. A testemunha capinada do espaçamento 45 cm diferiu apenas dos tratamentos na ausência de palha, nos dois espaçamentos. As famílias Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae foram as mais relevantes da comunidade espontâneas, enquanto que os *Cyperus spp*, *Murdannia nudiflora* e *Phyllanthus niruri* foram as espécies de maior importância durante todo o ciclo da cultura do arroz em todos os tratamentos. A presença de palha proporcionou maior diversidade de espécies na área e as maiores quantidades de palha de babaçu diminuíram a densidade e massa seca da vegetação espontânea. O menor espaçamento proporcionou aumento de produtividade da cultura na ausência total de plantas espontâneas e na maior quantidade de palha.

Palavras – chave: *Oryza sativa* L., *Orbignya phalerata* Mart., cobertura morta, comunidade espontânea, fitossociologia.

## SUPPRESSION OF SPONTANEOUS PLANTS WITH BABAÇU STRAW IN RICE CULTURE

### ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effects of the babassu straw on the floristic composition of the spontaneous vegetation and the productivity of the rice culture in two spacings. The experiment was conducted in the agricultural year 2014/2015 at the Farm School UEMA in São Bento - MA. The experimental design was in randomized blocks, with the treatments arranged in a subdivided plot. The main plots consisted of two spacings (35 and 45 cm) and two controls with total control of the spontaneous plants, and the subplots for the quantities of babassu straw (0,0, 8,5, 12,5 and 16,5 t ha<sup>-1</sup>) with four replicates. The evaluations of spontaneous community were performed at 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 110 days after emergence (DAE) by the square inventory method. For culture plant height were evaluated, the number of panicles and grain yield. They identified 19 plant families, 41 genera and 45 species of wild plants, highlighting the Cyperaceae family, Fabaceae and Poaceae with the highest number of species. There was no interaction of the spacing and straw quantities for density and dry mass of the spontaneous plants. The density and dry mass of the spontaneous plants decreased linearly in the presence of straw in all evaluated periods, except at 110 and 60 DAE, respectively. The dry mass of spontaneous plants decreased by 0.43 g m<sup>-2</sup> with the increase of 1.0 t ha<sup>-1</sup> of babassu straw and with an increase of 8.5 and 16.5 t ha<sup>-1</sup>, a reduction of 42 and 82%, respectively. In the absence of straw from 20 to 60 DAE, *Cyperus spp* presented IVI ranging from 74.35 to 106.80% for the 35 spacing and from 95.95 to 123.66% for the 45 cm spacing. *Murdannia nudiflora* obtained IVI between 28.32 to 68.40% and *Phyllanthus niruri*, 16.74 to 57.42% for the 35 cm spacing. For the 45 cm spacing, the *Murdannia nudiflora* IVI was 25.97 to 50.65% and *Phyllanthus niruri*, between 18.47 to 31.30%. At 110 DAE the "other species" reached IVI of 262.51 and 265.77%, for the 35 and 45 cm spacings, respectively. The amount of straw influenced the number of panicles and the yield of grains, especially in the greater amount of straw. Among the weeded witnesses there was a significant effect (p=0.0004), with higher productivity (2646.96 kg ha<sup>-1</sup>) in the 35 cm spacing. The weed control of the 35 cm spacing did not differ from treatments with 12.5 and 16.5 t ha<sup>-1</sup> of 35 cm spacing straw and 16.5 t

ha<sup>-1</sup> of 45 cm spacing. The Cyperaceae family, Fabaceae and Poaceae were the most relevant species and *Cyperus spp*, *Murdannia nudiflora* and *Phyllanthus niruri* were the species most important in spontaneous community throughout the rice crop cycle in all treatments. The presence of straw provided greater diversity of species in the area and the largest babassu straw amounts decreased density and dry mass of spontaneous vegetation. The smaller spacing increased the productivity of the culture that expressed their productive potential in the total absence of spontaneous plants and more straw. The weed control of the 45 cm spacing differed only from the treatments in the absence of straw in the two spacings. The Cyperaceae, Fabaceae and Poaceae families were the most relevant in the spontaneous community, while *Cyperus spp*, *Murdannia nudiflora* and *Phyllanthus niruri* were the most important species during the entire cycle of rice cultivation in all treatments. The presence of straw provided greater species diversity in the area and the greater amounts of babassu straw decreased the density and dry mass of the spontaneous vegetation. The smaller spacing provided an increase in crop productivity in the total absence of spontaneous plants and in the greater amount of straw.

Key words: *Oryza sativa* L., *Orbignya phalerata* Mart., mulch, community candid, fitossociological survey.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é a cultura com maior potencial para combater a fome no mundo e se destaca por sua grande versatilidade para se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas, o que permite o seu cultivo e consumo em todos os continentes, com destaque para o continente asiático como o maior produtor e consumidor (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006). Somente na Ásia, de 60 a 70% do consumo calórico de mais de 2 bilhões de pessoas é proveniente do arroz e seus subprodutos. A produção mundial estimada do grão é mais de 475 milhões de toneladas, sendo 8,3 milhões de toneladas produzidas no Brasil (CONAB, 2015).

O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor do grão, com quase 70% da produção brasileira, seguido pelo estado de Santa Catarina, Mato Grosso e Tocantins. O Maranhão é o 5º maior produtor e responde apenas por 3,8% da produção nacional, mas na Região Nordeste é o principal produtor e respondeu por 71,4% do arroz produzido na safra 2014/2015 (CONAB, 2015). A produção de arroz no Maranhão é caracterizada por alta dispersão da produção quando comparado com outros estados brasileiros, além disso, as áreas produtoras são menores de 50 ha (BUOSI et al., 2013).

No Maranhão, o arroz é cultivado nos ecossistemas de várzea e terras altas, com o sistema de várzea caracterizado pelo uso de irrigação controlada e sem irrigação controlada, enquanto que sistema de terras altas ou de sequeiro, é definido pelo plantio em áreas não alagadas e depende das condições pluviométricas para o perfeito desempenho dos estágios fenológicos da cultura. Na microrregião da Baixada Maranhense o arroz é cultivado em pequenas áreas, geralmente em associação com outras culturas como mandioca, milho e feijão com baixo nível técnico, onde o produto é utilizado como alimento principal da família e venda do excedente produzido (GUTMAN, 2006).

O arroz, assim como em outras culturas, sofre uma série de fatores do ambiente que interfere no rendimento, qualidade e custo de produção, dentre estes fatores, as plantas espontâneas assumem um papel importante devido os seus efeitos negativos sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade do arroz (FORNASIERI FILHO e FORNASIERI, 2006). Essa interferência negativa das plantas espontâneas, sobre a cultura, ocorre pela competição por recursos disponíveis como nutrientes essenciais, água, luz e espaço (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

O grau de interferência de plantas espontâneas sobre as plantas cultivadas é influenciado por fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão do período de convivência. Além disso, pode ser alterado pelas condições edáficas, climáticas e de tratos culturais (PITELLI, 1985). Essa relação entre plantas espontâneas e plantas cultivadas nos campos agrícolas promove uma disputa constante por recursos.

A velocidade de crescimento e de interceptação da radiação solar pela comunidade espontânea também determina seu potencial de interferência sobre a planta cultivada, e essa capacidade depende da composição específica e da distribuição das populações de plantas espontâneas dentro do campo (PITELLI, 2014). Assim, estudos de manejo de agroecossistemas referentes às avaliações da dinâmica das comunidades infestantes são fundamentais a compreensão de suas interferências sobre as culturas agrícolas e dos impactos das práticas culturais utilizadas no manejo. Esses estudos podem ser realizados por meio de levantamentos fitossociológicos, através de várias amostragens aleatórias da comunidade, onde em cada amostra as populações são identificadas e quantificadas pelo número de indivíduos, biomassa acumulada e/ou área ocupada (PITELLI, 2000).

Os estudos fitossociológicos das plantas espontâneas, além de possibilitar a decisão e o estabelecimento dos métodos de controle mais adequados, permitem ainda, estabelecer uma ordem de prioridade entre as espécies presentes para que seja determinado um programa de controle (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Segundo Ghera Martinez-Ghera (2000), a abordagem de manejo depende do conhecimento da ecologia de plantas espontâneas e em particular, de estudos que revelam a estratégia que faz uma população vegetal ter sucesso em uma área.

A escolha do manejo adequado deve levar em consideração as pressões econômicas, sociais e ecológicas atuais para redução ou mesmo substituição dos defensivos químicos nos sistemas de produção. Assim, torna-se importante estudar métodos alternativos que promovam menos impactos ambiental e social e a sustentabilidade do sistema ao longo do tempo.

Uma dessas práticas alternativas é o uso da cobertura morta, que segundo Pitelli (2014), já era utilizada, desde muito tempo, em diversas culturas, dentre vários objetivos, também para controle de plantas espontâneas. É um método bastante eficiente, principalmente na prevenção de crescimento inicial de espécies anuais, por afetar a

fotossíntese nesta fase jovem levando, na maioria das vezes, à morte da planta. Correia e Durigan (2004) ressaltam que os efeitos físicos da cobertura morta estão relacionados principalmente à umidade, luminosidade e temperatura do solo. Além desses efeitos, Trezzi e Vidal (2004), acrescentam os efeitos alelopáticos que estão relacionados com a liberação de substâncias no meio que impeçam ou diminuam a germinação e o desenvolvimento das plantas espontâneas.

Existem vários materiais que podem ser utilizados como cobertura morta ou palhada, porém, Queiroga et al. (2002) destaca a importância de usar materiais como cobertura do solo que sejam mais adequados e abundantes para a região. O Maranhão, em especial, a baixada maranhense, dispõe de extensas áreas de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart), que podem ter suas folhas utilizadas como cobertura morta na supressão de plantas espontâneas. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do espaçamento e da cobertura de palha de babaçu sobre a dinâmica da vegetação espontânea e a produção da cultura do arroz na Baixada Maranhense.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O cultivo de arroz de terras altas**

O cultivo do arroz pode ser realizado em dois ecossistemas, no sistema de várzea, onde o cultivo ocorre em várzeas úmidas ou irrigado por inundação e no sistema de terras altas, onde o arroz é cultivado irrigado por aspersão ou em sistema de sequeiro com dependência das condições pluviométricas. Segundo Cobucci et al. (2001), o arroz de terras altas é utilizado não apenas como uma cultura de abertura, mas também em rotação de culturas; em áreas de pastagens degradadas tem sido comum seu plantio, pois tolera bem solos ácidos, sendo usado como meio de recuperação desses solos. Além disso, é uma das culturas mais influenciadas pelas condições climáticas, mas em geral, quando as exigências da cultura são satisfeitas, obtêm-se bons níveis de produtividade.

No Brasil, o ecossistema de terras altas corresponde a 49% da área total cultivada com arroz, contudo contribui com apenas 21% da produção nacional (EMBRAPA, 2009). O arroz de terras altas é um produto voltado para o mercado interno e muito cultivado por agricultores familiares e em lavouras comunitárias, mas é também muito recomendado para uso no agronegócio de grande escala. Esta modalidade de cultivo é a mais utilizada para a

produção de arroz nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste (SANTIAGO, 2012). Contudo, entre os estados brasileiros climaticamente favoráveis ao cultivo do arroz de terras altas destacam-se parte do Maranhão e do Mato Grosso, Rondônia e Pará (GUIMARÃES et al. 2006).

O Maranhão não é autossuficiente na produção de arroz. Todavia, a cultura do arroz tem um grande potencial de desenvolvimento. A participação da agricultura familiar na produção de arroz no Estado do Maranhão é muito significativa, sendo 98,8% da produção proveniente de lavouras com área inferior a 50 ha. Além disso, existe alta dispersão da produção no estado, onde dos 217 municípios, apenas quatro não produziram arroz na safra 2009-2010. Entretanto, na safra de 2012, a produtividade média do arroz foi de 1.356 kg ha<sup>-1</sup>, muito inferior à média nacional que foi de 4.690 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade nacional do arroz no período de 2000 a 2012 apresentou um acréscimo médio de 54,4%, enquanto que a produtividade maranhense se manteve praticamente a mesma. Isso mostra a oportunidade para a incorporação e adoção de tecnologias já disponíveis para a melhoria na produtividade e na qualidade do arroz produzido no Estado (BUOSI et al., 2013).

### **1.1 Plantas espontâneas na cultura do arroz**

Para se avaliar o prejuízo de uma planta na comunidade espontânea deve-se considerar seu porte ou estágio de desenvolvimento em relação às plantas da cultura, plantas maiores que a cultura ou que emergiram primeiro, normalmente causam mais dano; assim como a densidade de ocorrência, quanto maior o número de plantas na área, maior será o dano; a semelhança entre a espécie espontâneas e a cultura, pois plantas que exploram os mesmos recursos que a cultura tem maior capacidade de competir e causar prejuízos; e se estas plantas estão ocorrendo no período crítico de competição da cultura comercial, quando esta é mais sensível à competição (CONCENÇO et al., 2011). Assim, o prejuízo varia conforme o porte da cultura, a duração do período de competição e as condições edafoclimáticas.

A presença de plantas espontâneas na cultura do arroz pode provocar grandes prejuízos para a cultura se não forem manejadas adequadamente. Pesquisas conduzidas por Silva et al. (2015) em dois anos agrícolas no Estado do Maranhão com a cultura do arroz de terras altas apontaram perdas de 83,4% e 72% ocasionados pela presença das plantas

espontâneas. Enquanto, Silva e Durigan (2006) no Estado de São Paulo verificaram perdas de 100 a 90% na cultura do arroz de terras altas.

Segundo Cobucci e Noldin (2006), as plantas espontâneas podem causar perdas direta na produção do arroz através da competição por água, luz e nutrientes minerais ou de modo indireto, quando hospedeiras de doenças e pragas e seus efeitos alelopáticas, além disso, podem contribuir com o aumento no custo da produção pelo acréscimo da umidade dos grãos na colheita e pela redução no rendimento classificatório do arroz. Para Cobucci et al. (2001), a capacidade competitiva do arroz depende de fatores como a emergência mais rápida da cultura em relação às plantas espontâneas e a maior taxa de crescimento inicial os quais estão ligados ao manejo do solo e ao manejo cultural. Quantificar as características do arroz é importante para determinar sua habilidade competitiva com plantas espontâneas, no entanto, Ni et al. (2000) relata que ainda não existe consenso sobre qual ou quais características competitivas do arroz influenciaram na sua habilidade em competir com plantas espontâneas.

Por ser uma planta C3, o arroz tem baixo ponto de compensação luminoso e baixa eficiência de uso de água em comparação com plantas de metabolismo C4. Chauhan et al. (2014), afirmam que as plantas espontâneas de metabolismo C4 têm maior adaptação e crescimento mais rápido que plantas C3, como o arroz. Portanto, essas ocupam os espaços primeiro e têm a maior habilidade de retirar do meio os fatores necessários ao seu crescimento e desenvolvimento quando comparadas com plantas C3 (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011). Essa característica é muito importante para o controle de plantas espontâneas, pois períodos de altas temperaturas e altas luminosidades favorecem plantas de metabolismo C4, além disso o arroz é mais sensível a deficiência hídrica, o que torna obrigatório iniciar o controle de plantas espontâneas mais cedo, principalmente em áreas de alta infestação (COBUCCI et al., 2006).

Na região de cerrado, as espécies de plantas espontâneas mais agressivas na cultura de arroz de terras altas, pertencem aos gêneros *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria*, *Commelina* e *Ipomoea* (COBUCCI et al., 2001). No Maranhão, as pesquisas sobre a comunidade espontâneas na cultura do arroz são escassas, porém, esse cenário vem mudando e algumas pesquisas já apontam os *Cyperus spp*, *Phyllanthus niruri*, *Alternanthera tenella* e *Digitaria spp* como espécies importantes na cultura do arroz de terras altas (SILVA et al., 2015). Em sistema de corte e queima na Pré-Amazônia Maranhense destacaram-se *Eleusine indica*, *Lindernia crustacea* e *Fimbristylis miliacea* (SILVA et al., 2014).

### **2.2.1. Fitossociologia das plantas espontâneas**

O levantamento fitossociológico é um grupo de métodos de avaliação ecológica com o objetivo de fornecer uma visão compreensiva tanto da composição, como da distribuição das espécies vegetais em uma certa comunidade (CONCENÇO et al., 2013). Em áreas agrícolas, esses levantamentos ajudam a compreender as mudanças na flora das plantas espontâneas, identificando-se os estádios vulneráveis em seu ciclo de vida, que podem ser explorados para o manejo. Também permite identificar as espécies que são favorecidas pela mudança nas práticas de manejo e desenvolver um sistema de manejo específico (BUHLER et al., 1997). Isso decorre de que as populações de uma comunidade espontânea variam amplamente em termos de porte, densidade de indivíduos, absorção de nutrientes, reprodução, fluxos de emergência, índices de mortalidade, taxas de crescimento absoluto e duração do ciclo de desenvolvimento, enfim, em todas as características de crescimento, reprodução e de adaptação às variáveis do meio (PITELLI, 2000).

Existem vários métodos de levantamento de plantas espontâneas em áreas agrícolas que vão desde avaliações visuais de porcentagem de cobertura do solo até mapeamentos com equipamentos sofisticados de agricultura de precisão (MONQUERO et al., 2014). Entretanto, um dos métodos mais utilizados para avaliar a composição da comunidade de plantas espontânea é o estudo de índices fitossociológicos que permitem conhecer as plantas espontâneas mais importantes nas comunidades vegetais dos agroecossistemas para as quais se devem adequar ou estabelecer um manejo específico.

Os estudos dos índices fitossociológicos de plantas espontâneas consistem no levantamento de várias amostras de plantas pelo uso de um amostrador que é lançado aleatoriamente no interior das lavouras, onde a cada amostragem, estas são identificadas e quantificadas pelo número de indivíduos, biomassa acumulada e/ou área ocupada. O número de amostras, tamanho e forma do amostrador são importantes variáveis na representatividade e confiabilidade dos resultados (PITELLI, 2000). Além destas, Monquero et al. (2014), ressaltam a importância da correta identificação das espécies no levantamento de plantas espontâneas.

Embora existam vários índices fitossociológicos, os sugeridos como mais significativos para avaliar a comunidade espontânea de agroecossistemas são densidade,

frequência e dominância, devendo estes serem apresentados sob forma relativa (CONCENÇO et al., 2013). Esses índices são obtidos a partir da contagem dos indivíduos e massa seca de cada espécie. O primeiro índice, geralmente obtido é a densidade relativa ou abundância relativa que se refere à percentagem de indivíduos de uma mesma espécie em relação ao total de indivíduos da comunidade e mostra a participação, em termos numéricos, de uma população na comunidade. Reduções dos valores desse índice inferem que a prática agrícola aumenta a taxa de mortalidade de plantas jovens ou reduz a emergência das plântulas. Já frequência relativa que diz respeito percentagem que representa a frequência de uma população em relação à soma das frequências de todas as espécies que constituem a comunidade espontânea e dá uma ideia de participação, em termo de frequência de ocorrência de uma população na comunidade. Enquanto que a dominância relativa é um índice que considera a relação entre a biomassa da matéria seca acumulada pela espécie em relação à biomassa da matéria seca acumulada pela comunidade infestante e dá uma ideia da participação, em termos de acúmulo de biomassa, de uma população na comunidade. Reduções de dominância relativa inferem que a nova prática agrícola atua reduzindo crescimento das plantas da população em análise (PITELLI, 2000). A planta mais dominante é aquela que cobre maior área do solo, isto é, acumula maior massa e mais se espalha pela área (CONCENÇO, 2011).

O índice de valor de importância (IVI) segundo Pitelli (2000), é calculado pela somatória da densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa. É um índice complexo e interessante, pois envolve o maior número de variáveis possíveis quando se quer determinar o valor de importância de uma espécie em determinada comunidade. Para Concenço et al. (2011) as espécies com maior IVI são aquelas que apresentam valores de médio a alto para os três índices anteriores, e em geral são as espécies mais importantes por estarem adaptadas ao ambiente em avaliação, além de possuírem grande número de indivíduos na área são bem distribuídas e de crescimento rápido, capturando mais luz. Portanto, os conhecimentos desses índices permitem o entendimento da dinâmica das populações das plantas espontâneas durante o ciclo das culturas agrícolas, facilitando a decisão sobre o manejo.

Assim, em uma comunidade de plantas espontâneas as espécies não apresentam a mesma importância na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade da cultura, uma vez que, existem as espécies dominantes, que originam a maior parte da interferência, e as espécies secundárias, cuja presença é ocasional e que raramente provocam

problemas econômicos aos cultivos. Portanto, o conhecimento da estrutura da comunidade espontânea é muito importante na determinação de um programa de controle de plantas espontâneas, sendo necessário estabelecer uma ordem de prioridade entre as espécies, de forma que as espécies dominantes, pela sua dominância e nocividade sejam priorizadas, porém, sem ignorar a presença das espécies secundárias (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al. (1991).

Na literatura existem vários trabalhos de levantamento fitossociológico em diversas culturas agrícolas como cana-de-açúcar (OLIVEIRA e FREITAS, 2008; KUVA et al., 2007), girassol (ADEGAS et al., 2010), cebola (PITELLI, 2001). Na cultura do arroz, destacam-se os levantamentos realizados no sistema irrigado (ERASMO et al., 2004) e de terras altas (SILVA e DURIGAN, 2006). No estado do Maranhão foram iniciados levantamentos da cultura do arroz de terras altas (MESQUITA, 2011; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2015).

## **1.2 Manejo e controle de plantas espontâneas na cultura do arroz**

O controle de plantas espontâneas consiste no uso combinado de diferentes práticas que visem o aproveitamento dos recursos disponíveis de modo a proporcionar maior eficácia, redução dos custos, máxima segurança para o homem e mínima contaminação ou alteração do ambiente. Enquanto que, o manejo de plantas espontâneas refere-se à combinação de métodos de controle que quando associados ao controle de pragas, doenças e erosão, constitui o manejo integrado. Os principais métodos de controle de plantas espontâneas são o preventivo, o biológico, controle químico, o cultural e o mecânico ou físico (COBUCCI, 2004).

O método preventivo baseia-se no conhecimento dos processos de básicos de reprodução e disseminação das plantas espontâneas, a fim de interromper seu ciclo de multiplicação e disseminação. Já o método de controle biológico é realizado por agentes biológicos como insetos, ácaros e fungos, os quais são muitos seletivos em sua ação de controle e pode restringir-se apenas a uma única espécie, sendo considerado um método apropriado para lavouras de menores dimensões (BORÉM e RANGEL, 2015).

Para Lorenzi (2014), o controle químico tem como princípio o uso de produtos químicos (herbicidas) capazes de matar plantas por contato ou por meios mais complexos, após a absorção do produto pela planta. Enquanto que o controle cultural é realizado através da utilização de práticas comuns ao bom manejo de água e do solo, como rotação de cultura,

uso de coberturas verdes e variação de espaçamento da cultura. Já o controle mecânico ou físico consiste no uso de práticas de eliminação de plantas espontâneas através do efeito físico-mecânico, como o arranquio manual (monda), a capina manual, a roçada, a inundação, a queimada, cultivo mecanizado e a cobertura morta.

O nível de controle das plantas espontâneas na cultura depende da espécie de planta espontânea, da cultura e dos métodos de controle empregados, porém, faz-se necessário a associação de dois ou mais métodos para atingir o nível desejado, o chamado “controle integrado” (LORENZI, 2014). Na maioria das vezes o objetivo básico do controle integrado não é a erradicação das plantas espontâneas, mas a redução das populações a níveis que, com as medidas de manejo adotadas, não interfiram na produtividade econômica das culturas (PITELLI, 1987). A estratégia de manejo deve associar o melhor método de controle ao momento oportuno, de modo que a associação de métodos deve estar relacionada as condições locais de mão-de-obra e implementos, considerando a análise de custos.

A adoção de técnicas de controle de plantas espontâneas como o uso de espaçamentos mais reduzidos entre as fileiras de plantio e o uso de coberturas mortas são medidas que visam suprimir as plantas espontâneas. Muitas pesquisas científicas têm sido realizadas com objetivos determinar o melhor espaçamento para determinadas culturas, porém não tem havido consenso entre os resultados. Segundo Balbinot Júnior e Fleck (2005), as variações de respostas ocorrem devido ao efeito do espaçamento entre fileiras sobre a produtividade de grão que depende do genótipo, da população de plantas e das condições ambientais e de manejo durante o cultivo. Os autores ressaltam ainda que, a alteração no espaçamento entre fileiras modifica, especialmente, a competição intraespecífica.

O uso de cobertura morta é uma alternativa de controle de plantas espontâneas e pode ser realizado com vários tipos de materiais vegetais ou não, como lâminas de polietilenos. Entretanto, é importante o uso de matérias para cobertura do solo que sejam adequados e abundantes na propriedade ou região próxima, porém, com baixo custo. Segundo Kosterna (2014), independentemente do tipo, a cobertura morta provoca um decréscimo no número e na massa das plantas espontâneas no início do período de crescimento da cultura. Noce et al. (2008), apontam que o volume de palha produzido pela espécie de cobertura e a persistência da palhada sobre o solo, além da composição, são determinantes para a eficiência do sistema no controle de plantas espontâneas.

Pesquisas diversas sobre manejo de resíduos vegetais no controle de plantas espontâneas vêm mostrando a eficiência do controle da palha utilizando-se espécies

forageiras e leguminosas. Estudos conduzidos por Correia e Durigan (2004), utilizaram palha de cana-de-açúcar como cobertura do solo sobre a emergência de seis espécies de plantas espontâneas (*Brachiaria decumbens*, *Sida spinosa*, *Digitaria horizontalis*, *Ipomoea grandiflora*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*) mostraram redução da densidade populacional sobre e três dessas espécies (*B. decumbens*, *S. spinosa* e *D. horizontalis*) com palha em quantidade igual ou superior a 10 t ha<sup>-1</sup>.

Estudos com cobertura de crotalária e mucuna-preta realizados por Queiroz et al. (2010), na cultura do milho mostraram que estas reduziram efetivamente o número e a matéria seca de plantas espontâneas emergidas, permitindo à cultura melhor desenvolvimento inicial devido à redução da interferência. Vários outros trabalhos mostram o efeito da cobertura morta sobre plantas espontâneas (ERASMO et al., 2004; CORREIA et al., 2006; RIZZARDI et al., 2006; NOCE et al., 2008), porém sobre palhada de palmeiras os estudos são mais escassos, principalmente da palmeira babaçu de grande ocorrência no Estado do Maranhão.

Queiroga et al. (2002), testou palha carnaúba, palha de milho, palha de vargem de feijão caupi, raspa de madeira, palha de sorgo e palha de capim elefante e concluiu que a palha de carnaúba proporcionou melhor controle das plantas espontâneas na cultura do pimentão nas condições da microrregião salineira do Rio Grande do Norte, onde existe grande disponibilidade de palmeira de carnaúba. Estudos realizados por Macêdo (2007), com pequenos agricultores piauienses, indicaram que os sistemas agrícolas cultivados com uso de palha de carnaúba obtiveram maior desempenho econômico do que os sistemas cultivados sem palhas de carnaúba. Enquanto, Mesquita (2011), testou o efeito da palha de babaçu na supressão de plantas espontâneas na cultura do arroz no município de Bacabal – MA e verificou que cerca de 23 t ha<sup>-1</sup> foram suficientes para suprimir as plantas espontâneas

No Maranhão, o babaçu ocupa uma área de aproximadamente 10 milhões de hectares, que correspondem a grandes áreas de vegetação degradadas, com densidades de babaçu que variam desde 20% até mais de 80%, concentrando-se principalmente na região centro norte, mas com extensões para as regiões nordeste e sudeste do Estado, onde os indivíduos vão tornando-se mais espaçados (MUNIZ, 2006).

A agricultura maranhense predominante é caracterizada pelo uso anual de no máximo dois hectares, no qual se utiliza o processo de derruba e queima, em sistema de agricultura itinerante que resulta em baixos índices de produtividade e utilização de consórcio arroz,

milho e mandioca sob babaçuais, que na lógica do produtor lhe proporciona uma garantia alimentar, uma maior renda e menor risco.

### **1.3 Efeitos e benefícios da cobertura morta**

A cobertura morta é utilizada, desde muito tempo, em diversas culturas, dentre vários objetivos, também para controle de plantas espontâneas. É um método bastante eficiente, principalmente na prevenção de crescimento inicial de espécies anuais, por afetar a fotossíntese nesta fase jovem levando, na maioria das vezes, à morte da planta (PITELLI, 2014).

Os efeitos da cobertura morta sobre as plantas espontâneas podem ser analisados sobre os aspectos físicos, químicos e biológicos. Em relação aos aspectos físicos, Paes e Resende (2001) destacam que a palha protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares com efeito sobre sementes de plantas espontâneas fotoblásticas positivas, além de promover menor variação de temperatura, devido à redução da temperatura máxima e ao aumento da temperatura mínima, ou seja, temperaturas mais constantes, o que compromete a germinação de plantas espontâneas, que necessitam de alternância de temperatura para germinarem. Outros aspectos além da alteração da umidade, luminosidade e temperatura do solo, que são as principais variáveis no controle da dormência e germinação das sementes, a cobertura pode interferir no desenvolvimento das plantas, causando o estiolamento e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos (RAMAKRISHNA, 2006; RIZZARDI et al., 2006).

Segundo Correia et al. (2006), a cobertura morta também pode ter um efeito químico sobre as plantas espontâneas que estão relacionados com fenômenos alopatícos, alterações na relação carbono/nitrogênio (C/N), imobilização e reciclagem de nutrientes. Além disso, Correia e Durigan (2004), relatam que com o processo de decomposição da palha ocorre a liberação gradativa de uma série de compostos orgânicos denominados aleloquímicos, de origem vegetal ou microbiana, que podem interferir diretamente na emergência de plantas espontâneas, assim como na perda da viabilidade de seus diásporos.

Além dos efeitos químicos e físicos da cobertura morta existem também os efeitos biológicos que podem interferir no banco de sementes do solo. Segundo Noce et al. (2008), a presença dessa cobertura gera condições para a instalação de uma grande quantidade de

organismos que podem utilizar sementes e plântulas como fontes de energia, portanto, colaborando para a redução do banco de sementes de plantas espontâneas no agroecossistema.

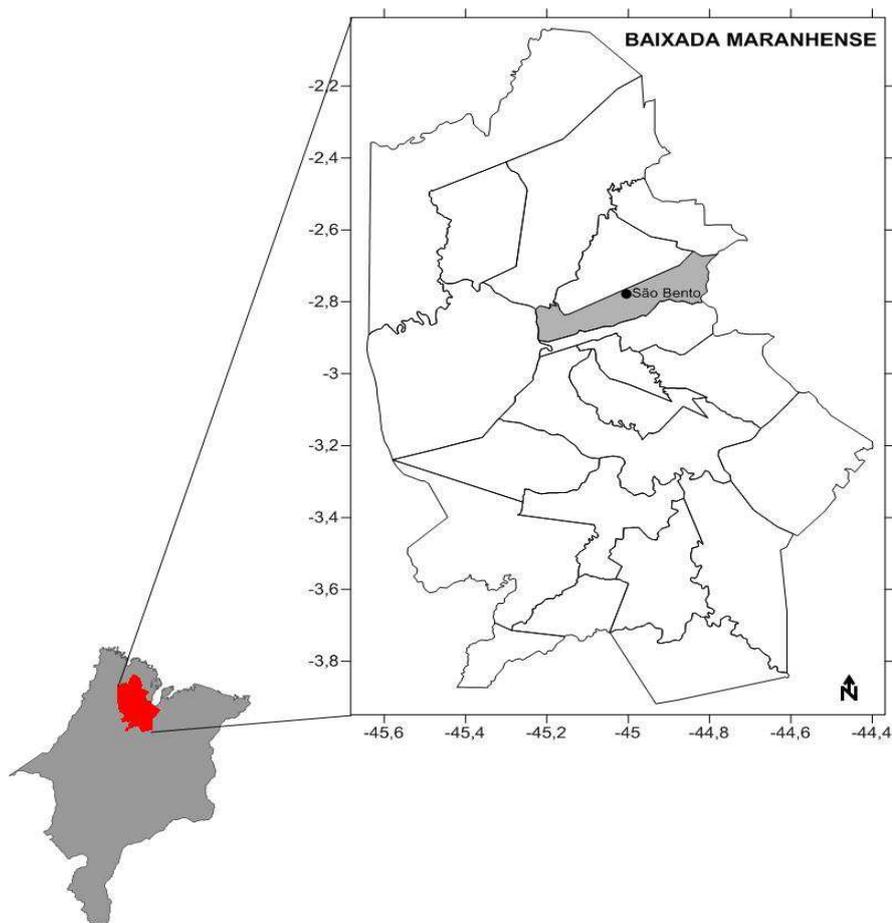
Ferreira et al. (2010), observaram que o efeito da cobertura morta sobre as plantas espontâneas depende de três fatores primordiais: a quantidade de palha ( $t\ ha^{-1}$ ), a densidade e uniformidade da distribuição da palha. Velini e Nigrisoli (2000), notaram que para maximizar o efeito da palha sobre espécies sensíveis torna-se necessário que a palha esteja na quantidade necessária e regularmente distribuída sobre o solo, uma vez que a germinação das plantas espontâneas ocorre função de características de ambientes de dimensão muito reduzidas ( $cm^2$  ou  $mm^2$ ).

Macêdo (2007), avaliou a eficiência técnica de 11 produtores de arroz, seis destes utilizaram sistema de produção com aplicação de palha da palmeira de carnaúba, em diferentes quantidades, em unidades familiares piauiense e concluiu que os maiores rendimentos econômicos estiveram relacionados com o efeito da palha sobre as propriedades físicas, como redução da temperatura e manutenção da umidade.

## **2. MATERIAL E MÈTODOS**

### **2.1 Local e Data**

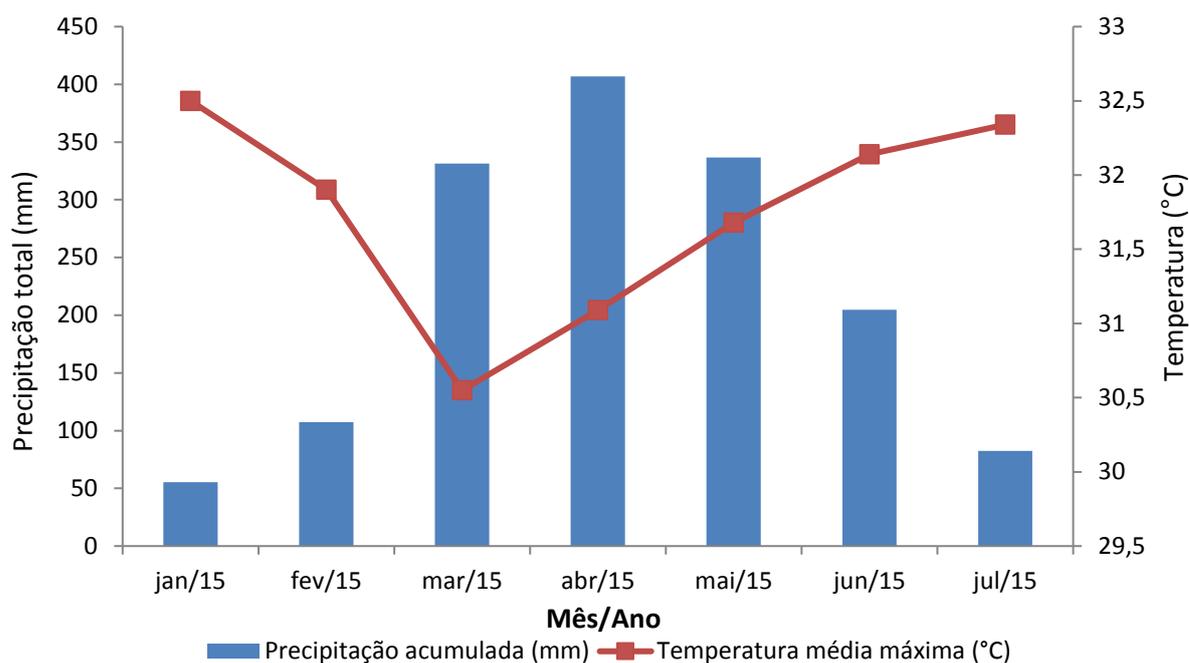
O experimento foi instalado e conduzido de 13 de março a 08 de julho de 2015 em área experimental da Fazenda Escola de São Bento, pertencente à Universidade Estadual do Maranhão, situada no município de São Bento, na Mesorregião Norte Maranhense, dentro da Microrregião Baixada Maranhense, porção noroeste do Maranhão (Figura 1). A altitude do local é de aproximadamente de dois metros, sob as coordenadas  $02^{\circ}41'45''S$  e  $44^{\circ}49'17''W$ .



**Figura 1.** Mapa do Estado do Maranhão destacando a Microrregião Baixada Maranhense e o município de São Bento onde situa-se a Fazenda Escola de São Bento-UEMA. São Bento, MA, 2014/2015.

## 2.2 Descrição do Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que se estende de janeiro a junho, e outro seco, de julho a dezembro. Apresenta média anual para temperatura superior a 27°C e umidade relativa superior a 82%. A precipitação pluviométrica anual alcança totais entre 1600 e 2000 mm. Os dados climatológicos de temperatura média e pluviosidade durante o ciclo da cultura estão apresentados na Figura 2.



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica e temperatura média ocorrida durante o ciclo da cultura em 2015. São Bento, MA, 2014/2015. Fonte: INMETRO

### 2.3 Descrição do Solo

Para a determinação das características físicas e químicas do solo, foi efetuada uma amostragem na área experimental no dia 18 de agosto de 2014, onde foram retiradas 20 amostras da camada de 0-20 cm, em caminamento aleatório. Em seguida, essas amostras simples foram misturadas para obtenção de uma amostra de solo composta, que foram encaminhadas ao Laboratório de Física e Química dos Solos pertencentes ao Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural-NTER/CCA/UEMA. Os resultados das principais características químicas e físicas estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados das análises químicas e física do solo da área experimental. São Bento, MA, 2014/2015.

Análise Química									
pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	M.O.
	(mg dm <sup>-3</sup> )	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----				%	g dm <sup>-3</sup>
4,1	5	3,5	8	5	32	16,5	48,5	34	11

Análise Física				
Areia		Silte	Argila	Textura
Fina	Grossa	(%)		
79	1	4	16	Franco arenoso

## 2.4 Preparo do Solo, Semeadura e Adubação

O preparo do solo foi realizado no início da estação chuvosa, janeiro de 2015 com uma roçagem, seguida de gradagem média para incorporação de 1,15 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 98 %). A semeadura foi realizada em 13 de março de 2015, quando o volume pluviométrico aumentou (Figura 2). Antes da semeadura do arroz foi realizada uma gradagem mais leve sem nivelamento da área, o que dificultou a emergência da cultura que ocorreu sete dias após a semeadura, com algumas falhas de germinação. A semeadura foi realizada com uma matraca adubadeira com regulagem para 100 sementes por metro da cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda.

A cultivar de arroz de terras altas BRS Esmeralda foi lançada pela Embrapa em 2013 e recomendada para o Estado do Maranhão, Piauí, Minas Gerais, Mato Grosso, Tocantins, Rondônia, Roraima e Pará. Além das características agronômicas apresentadas na Tabela 2, a cultivar BRS Esmeralda apresenta arquitetura intermediária, situando-se entre a cultivar considerada moderna e a cultivar tradicional (CASTRO et al., 2014).

**Tabela 2.** Principais características agronômicas da cultivar BRS Esmeralda.

Características agronômicas	BRS Esmeralda
Produtividade de grãos	3985 kg ha <sup>-1</sup>
Ciclo	105 a 110 dias
Floração	77 dias
Altura de planta	103 cm
Acamamento (nota de 0 - 9)	2,1
Brusone (nota de 1-9)	2,2

Fonte: CASTRO et al., 2014.

A adubação de plantio constou da aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-30-15 (N-P-K), calculadas com base na análise química do solo e adquiridas com base na

disponibilidade do mercado local. A adubação de cobertura foi realizada 40 dias após e emergência da cultura com aplicação de 91 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia (45 % de N).

### 3.5 Delineamento experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas principais foram constituídas por dois espaçamentos (35 e 45 cm) e as subparcela, por diferentes quantidades de palha de babaçu em base úmida (0; 8,5; 12,5; e 16,5 t ha<sup>-1</sup>), e mais duas testemunhas com controle total das plantas espontâneas por meio de capinadas manuais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Tratamentos utilizados no ensaio experimental. São Bento – MA, 2015.

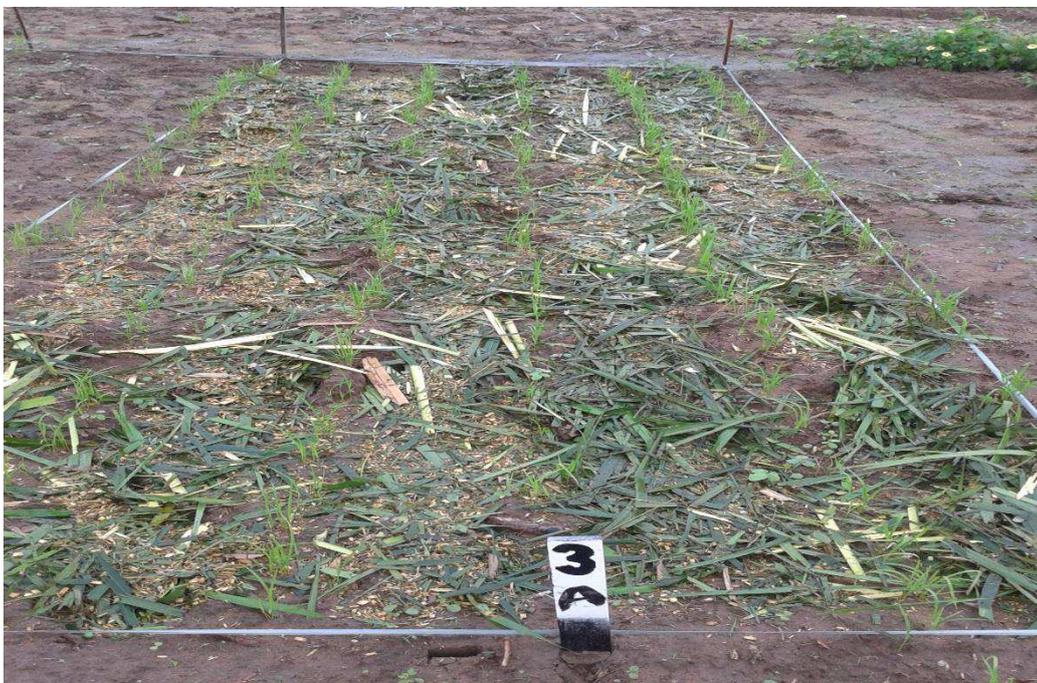
Espaçamentos	Quantidades de palha (t ha <sup>-1</sup> )	Tratamentos
35 cm (E1)	0*	T1
	8,5	T2
	12,5	T3
	16,5	T4
45 cm (E2)	0*	T6
	8,5	T7
	12,5	T8
	16,5	T9
Testemunha capinada E1	0	T5
Testemunha capinada E2	0	T10

\* Presença de vegetação espontânea

As parcelas experimentais (espaçamentos) foram compostas por seis linhas de arroz com 25 metros de comprimento, espaçadas de 35 cm e 45 cm entre si e as subparcelas por seis linhas de arroz de 5,0 m com área de 8,85 m<sup>2</sup> para o espaçamento de 35 cm e 11,25 m<sup>2</sup> para o espaçamento 45 cm. Para avaliação da produção foi considerada como área útil somente as duas linhas centrais, desprezando-se 50 cm das suas extremidades. O tamanho da área útil foi em função das falhas de germinação em decorrência da ausência de nivelamento do solo após a gradagem.

As palhas para cobertura morta foram coletadas de palmeiras de babaçu na área da Fazenda Escola de São Bento e trituradas em um triturador forrageiro da marca Trapp,

modelo TRF 400. As palhas trituradas foram pesadas e distribuídas nas entrelinhas do arroz aos 10 dias após a emergência (DAE) da cultura, conforme os tratamentos estabelecidos (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição da palha de babaçu triturada na subparcela com espaçamento 35 cm e 12,5 t ha<sup>-1</sup> de palha, aos 10 DAE. São Bento, MA, 2014/2015.

### 3.6 Avaliações das plantas espontâneas

Durante o ciclo da cultura foram realizadas avaliações da densidade e a massa seca de plantas espontâneas em todas as subparcelas experimentais com exceção das testemunhas capinadas. As avaliações ocorreram aos 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 110 DAE por meio de um retângulo de 0,50 m x 0,30 m, lançado aleatoriamente quatro vezes nas entre linhas da cultura (Figura 4). A cada lançamento, as plantas foram coletadas, identificadas, contadas e acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de ventilação forçada e ajustada para 70°C até atingir massa seca constante, quando então foi realizada a pesagem em balança eletrônica de precisão de 0,01 g.

As plantas espontâneas foram identificadas quanto à família, gênero e espécie por meio de análise do material e consulta à literatura específica (KISMANN e GROTH,1997; LORENZI, 2008; LORENZI 2014).



**Figura 4.** Retângulo utilizado para coleta das plantas espontâneas nas entre linhas da cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.

Os resultados da densidade e massa seca de plantas da comunidade espontânea foram expressos em número de plantas por  $m^{-2}$  e  $g\ m^{-2}$ , respectivamente. Os dados referentes a cada período de avaliação foram submetidos à análise de variância e de regressão com auxílio do “software” Agroestat (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015). Os dados relativos a cada espécie da comunidade espontânea foram utilizados para determinação dos índices fitossociológicos representados pela densidade relativa (De.R), frequência relativa (Fr.R) e dominância relativa (Do.R), que foram utilizados para calcular o índice de valor de importância (IVI). Estes parâmetros foram obtidos com auxílio das fórmulas abaixo, conforme metodologia descrita por Pitelli (2000):

a) Densidade Relativa (De.R)

$$De.R = (Ne / Nt) \times 100(\%), \text{ onde:}$$

Ne = número de indivíduos de uma espécie encontrada nas amostragens

Nt = número total de indivíduos amostrados da comunidade

b) Frequência Relativa (Fr.R)

$$Fr.R = (FAe / FA_t) \times 100(\%), \text{ onde:}$$

FAe = frequência absoluta de uma determinada população

FAt = somatória das frequências de todas as populações da comunidade

c) Dominância Relativa (Do.R)

$Do.R = (MSe / MSt) \times 100(\%)$ , onde:

MSe = peso da matéria seca acumulada por uma determinada população

MSt = peso da matéria seca acumulada por toda a comunidade infestante

d) Índice de Valor de Importância (IVI)

$IVI = De.R + Fr.R + Do.R$

### 3.7 Avaliações agronômicas da cultura

A altura de plantas foi obtida de dez plantas representativas da área útil, em cada parcela, aos 80 DAE, tomando-se a distância compreendida desde a superfície do solo até último nó basal da panícula. O número de panículas por metro quadrado foi obtido pela contagem do número de panícula da área útil de cada subparcela.

A colheita da cultura foi realizada manualmente nas duas fileiras da área útil, de cada subparcela, quando mais de 95% das panículas apresentavam coloração típica de maduros. Posteriormente foi realizada a secagem à sombra e seguida da trilha manual e abanação manual antes da pesagem dos grãos. Para determinação da produtividade de grãos, corrigiu-se a umidade para 13% e converteu-se em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados de altura de planta, número panícula e produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Por contrastes, fez-se a comparação entre a testemunha capinada e os tratamentos com quantidade de palha (0; 8,5; 12,5 e 16,5 t ha<sup>-1</sup>) com aplicação do teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. Essas análises foram realizadas com o auxílio do “software” Agroestat (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Avaliações das plantas espontâneas

#### 4.1.1 Composição florística

Na análise fitossociológica da vegetação espontânea durante todo ciclo da cultura do arroz de terras altas foram identificados 41 gêneros e 45 espécies de plantas espontâneas distribuídas em 19 famílias botânicas. O grupo botânico das eudicotiledôneas apresentou 15 famílias com 57,7% das espécies cuja família de maior riqueza de espécies foi a Fabaceae com sete espécies. O grupo das monocotiledôneas foi representado por quatro famílias, com 42,3% das espécies cujas famílias mais representativas em espécies foram Cyperaceae e Poaceae com 11 e seis espécies, respectivamente (Tabela 4). A área apresentou elevada diversidade de espécies com predominância das famílias Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae. Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva et al. (2015) em áreas de arroz de terras altas no Centro Norte do Maranhão que também verificaram elevada diversidade de espécies na comunidade infestante com 52 espécies de plantas espontâneas pertencentes a 18 famílias botânicas.

As famílias Cyperaceae e Poaceae estão entre as mais importantes na cultura do arroz de terras altas no Estado do Maranhão (SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2014). Entretanto, a maior incidência de espécies da família Fabaceae também foram verificadas por Mesquita (2011) em estudo de banco de sementes em áreas de arroz de terras alta na região Central do Maranhão e Marques et al. (2010), em pesquisa realizada na Amazônia Maranhense, em sistema de cobertura morta com capoeira triturada na cultura do feijão.

Lorenzi (2008) destaca que grande parte das espécies das famílias Cyperaceae e Poaceae produzem grande quantidade de diásporos, o que facilita a disseminação e a ocupação do nicho ecológico em diversos ambientes, mesmo sob condições consideradas desfavoráveis ao crescimento vegetal. Enquanto, Kissmann e Groth (1999) ressaltam que a família Fabaceae é a terceira família das fanerógamas onde encontram-se inúmeras plantas de alto valor econômico, porém algumas espécies apresentam aspectos negativos, por serem infestantes, apresentarem acúleos ou espinhos, ou por conterem compostos tóxicos.

Comparando-se o total de espécies obtidas da comunidade espontânea com as espécies identificadas na presença de palha (8,5; 12,5 e 16,5 t ha<sup>-1</sup>) verificou-se que ocorreram 88,89% das espécies independente do espaçamento. Enquanto que na ausência de palha (0 t ha<sup>-1</sup>) a ocorrência foi de 82,2% para o espaçamento 35 cm e 86,7% para o espaçamento 45 cm (Tabela 4). Isto sugere que a cobertura morta favoreceu uma maior diversidade de espécies na área experimental independente do espaçamento usado, porém nos tratamentos com ausência de palha, os espaçamentos interferiram na composição florística da vegetação espontânea.



	<i>Cyperus rotundus</i> L.	x		x		x		
	<i>Cyperus spp.</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Fimbristylis miliaceae</i> (L.) Vahl	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C. B. Clarke	x	x	x	x		x	x
Juncaceae	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.							x
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	x			x	x	x	x
	<i>Digitaria sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	x	x	x	x	x	x	x
EUDICOTILEDÔNEAS								
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Amaranthus spp.</i>	x	x	x	x	x	x	
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	x	x	x	x	x	x	x
Cleomaceae	<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	x	x		x	x	x	x
Convolvulaceae	<i>Ipomeia sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Milisp.	x	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.					x		
	<i>Aeschynomene rudis</i> Benth.						x	x
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	x	x		x	x	x	x
	<i>Crotalaria juncea</i> L.	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb	x	x	x	x			
	<i>Mimosa pudica</i> L.	x		x	x	x		
	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth	x			x			
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	x	x	x	x	x	x	x
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Corchorus argustus</i>	x	x	x		x		x
Malvaceae	<i>Pavonia sp</i>	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	x	x	x	x	x	x	x
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	x	x	x	x	x	x	x
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven	x	x	x	x	x	x	x
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	x	x	x	x	x	x	x
Plantaginaceae	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell	x	x	x	x	x	x	x
Rubiaceae	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lamk.	x	x	x	x	x	x	x

	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	x	x	x	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.				x		x		
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	x	x	x	x	x	x	x	x

#### 4.1.2 Avaliações da densidade e massa seca de plantas espontâneas

Para interação entre espaçamento e quantidade de palha não foi observado efeito significativo em nenhum dos períodos de avaliação (Tabela 5). O espaçamento não interferiu na densidade das plantas espontâneas durante os diferentes períodos, com exceção aos 70 DAE (Tabela 5), quando ocorreu diferença significativa na densidade de plantas espontâneas.

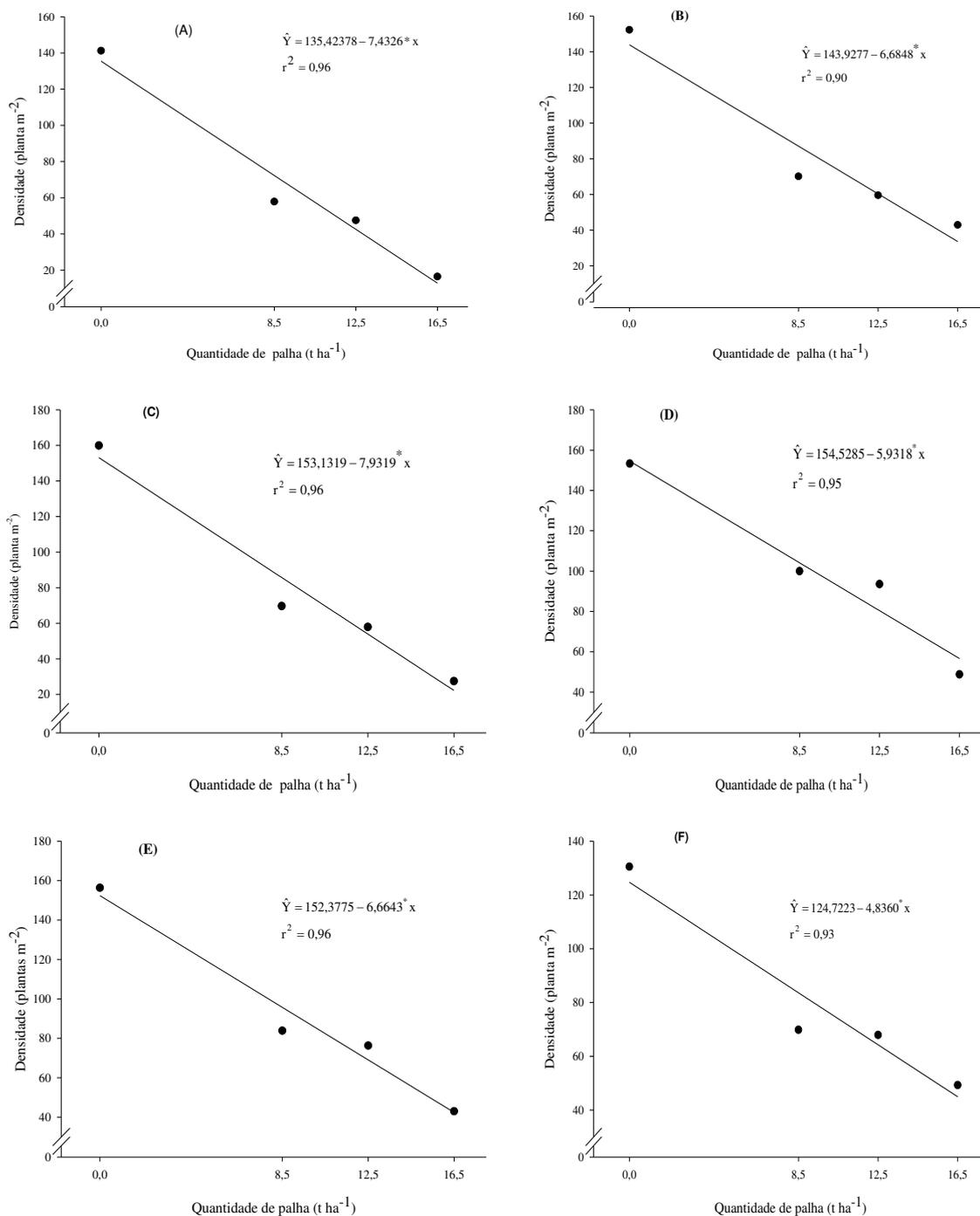
O uso de menor espaçamento promove a competitividade com as plantas espontâneas, porém o efeito do sombreamento sobre as plantas espontâneas depende da composição específica da comunidade espontânea, que pode apresentar grande variação quanto à suscetibilidade à restrição de luz (COBUCCI et al., 2001).

**Tabela 5.** Análises de variâncias para a variável densidade de plantas espontâneas em função do Espaçamento (E), Quantidade de palha (Q) em sete períodos de avaliação na cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.

FV	Densidade (plantas m <sup>-2</sup> ) - DAE <sup>1</sup>							
	20	30	40	50	60	70	110	
	F							
Bloco	1,76 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	3,20 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	6,04 <sup>ns</sup>	9,29 <sup>*</sup>	89,08 <sup>**</sup>	
Espaçamento (E)	1,88 <sup>ns</sup>	2,05 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	11,86 <sup>*</sup>	5,87 <sup>ns</sup>	
Quant. de palha (Q)	29,15 <sup>**</sup>	12,62 <sup>**</sup>	15,99 <sup>**</sup>	7,70 <sup>**</sup>	13,57 <sup>**</sup>	7,98 <sup>**</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	
E * Q	0,25 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	2,53 <sup>ns</sup>	2,99 <sup>ns</sup>	
CV (%) Parcela	49,0	69,3	49,0	36,6	23,3	30,1	7,5	
CV (%) Subparcela	42,3	47,7	51,1	44,0	40,4	44,5	42,3	

<sup>1</sup>DAE = Dias após a emergência. \* e \*\* significativo são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. ns - não significativo.

Para densidade de plantas espontâneas, as quantidades de palha proporcionaram resposta linear decrescente em todos os períodos de avaliação (Figura 5), exceto aos 110 DAE, quando o valor médio da densidade de plantas espontânea foi 32,52 plantas m<sup>-2</sup>.



\*Significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

**Figura 5.** Densidade de plantas espontâneas aos 20 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), 60 (E) e 70 DAE (F) em função das quantidades de palha de babaçu. São Bento, MA, 2014/2015.

Na primeira avaliação, aos 20 DAE, a cada adição de 1,0 t ha<sup>-1</sup> de palha de babaçu ocorreu a redução da densidade da vegetação espontânea em 7,0 plantas m<sup>-2</sup>. A menor quantidade de palha (8,5 t ha<sup>-1</sup>) provocou a diminuição de 63 plantas m<sup>-2</sup> ou seja, 46,64% em relação à ausência de palha (0 t ha<sup>-1</sup> de palha), com a quantidade máxima de palha (16,5 t ha<sup>-1</sup>) a redução foi 122 plantas m<sup>-2</sup>, o que representa uma diminuição de 90,55% na densidade de plantas espontâneas (Figura 5A). Esses resultados mostram que no início de crescimento da cultura, a presença da cobertura morta de palha de babaçu provocou decréscimos na vegetação espontâneas, principalmente com a maior quantidade de palha, o que é importante para o desenvolvimento da cultura. Segundo Pitelli e Pitelli (2004) plantas espontâneas que emergirem juntas com a cultura no período inicial são mais prejudiciais, pois atingirão tal estágio de desenvolvimento que promoverão expressiva interferência sobre a planta cultivada a ponto de reduzir significativamente a produtividade econômica. Rizzardi et al. (2006) ressaltam que o efeito da palha pode proporcionar à cultura as melhores condições de desenvolvimento inicial, devido à redução da interferência entre a cultura e as plantas espontâneas.

Castro e Vieira (2001) destacaram que, dentre as melhores condições de desenvolvimento inicial para a cultura, a redução da luminosidade é um fator que pode afetar significativamente a germinação das plantas espontâneas. Enquanto Meschede (2007) ressalta que incidência luminosa e a porcentagem de cobertura do solo se apresentam como uma excelente ferramenta para determinar a exposição do solo aos raios solares, havendo correlação inversa entre elas. Para Correia e Durigan (2004), a redução da temperatura é outro efeito físico da palha que pode comprometer a germinação de sementes que necessitam de grande amplitude térmica para inibir o processo germinativo das sementes de plantas espontâneas.

Aos 70 DAE, o acréscimo de 1,0 t ha<sup>-1</sup> palha ao solo reduziu a densidade da comunidade espontânea em apenas 5,0 plantas m<sup>-2</sup>. Para os tratamentos experimentais com menor quantidade (8,5 t ha<sup>-1</sup>) e quantidade máxima de palha (16,5 t ha<sup>-1</sup>), os decréscimos na densidade das plantas espontâneas foram 41 plantas m<sup>-2</sup> (33%) e 80 plantas m<sup>-2</sup> (64%), respectivamente, quando comparada a ausência total de palha (Figura 5F). Isso sugere que a palha de babaçu diminuiu sua supressão sobre a comunidade infestante, quando comparada aos 20 DAE provavelmente em função da sua decomposição, porém ainda atuou como uma barreira física que dificultou a germinação e o desenvolvimento das plantas espontâneas.

Azania et al. (2002) notaram que na cultura da cana-de-açúcar, o número de plantas espontâneas diminuiu com o aumento da quantidade de palha de cana de açúcar, em três épocas de avaliação. Ferreira et al. (2010) também observaram que ao aumentar a quantidade de palha de cana de açúcar deixada sobre o solo, diminuiu a densidade de todas as espécies infestantes da lavoura canavieira.

Para massa seca das plantas espontâneas não houve interação significativa de espaçamento e quantidade de palha em nenhum dos períodos de avaliação. A massa seca das plantas espontâneas não foi influenciada pelo espaçamento em nenhum dos períodos de avaliação. No entanto, houve efeito significativo das quantidades de palha sobre a massa seca de plantas espontâneas em todos os períodos de avaliação, exceto aos 30 DAE (Tabela 6).

**Tabela 6.** Análises de variâncias para a variável massa seca de plantas espontâneas em função do Espaçamento (E), Quantidade de palha (Q) em sete períodos de avaliação na cultura do arroz. São Bento, MA, 2014/2015.

FV	Massa seca (g m <sup>-2</sup> ) – DAE <sup>1</sup>						
	20	30	40	50	60	70	110
	F						
Bloco	12,96 *	0,28 ns	1,33 ns	2,44 ns	0,61 ns	1,78 ns	3,30 ns
Espaçamento (E)	2,55 ns	2,19 ns	0,70 ns	0,10 ns	0,21 ns	0,68 ns	3,33 ns
Quant. de palha (Q)	8,96 **	1,00 ns	6,35 **	16,44 **	8,08 **	6,26 **	5,72 **
E * Q	1,20 ns	0,58 ns	0,71 ns	1,05 ns	1,97 ns	1,18 ns	2,68 ns
CV (%) Parcela	44,0	117,5	57,9	21,1	25,6	34,2	19,3
CV (%) Subparcela	63,9	94,0	58,7	22,0	24,6	28,6	23,3

<sup>1</sup>DAE = Dias após a emergência. \* e \*\* significativo são, respectivamente, significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. ns - não significativo.

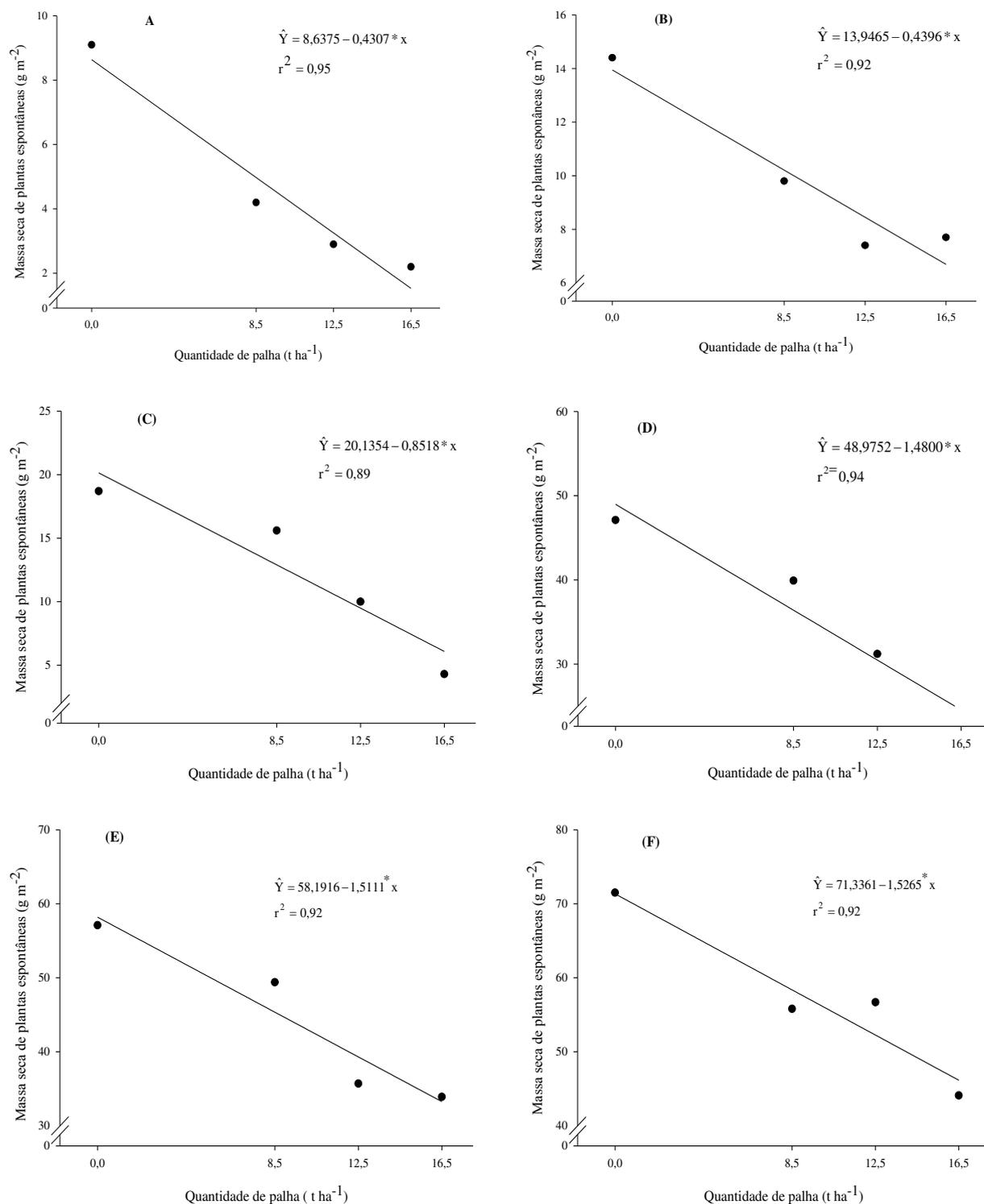
A massa seca de plantas espontâneas decresceu linearmente com o aumento das quantidades de palha de babaçu, em todos os períodos avaliados (Figura 6), exceto aos 60 DAE, quando o valor médio de massa seca de plantas espontâneas foi 67,42 g m<sup>-2</sup>.

Na primeira avaliação (20 DAE), observou-se que o incremento de 1,0 t ha<sup>-1</sup> de palha de babaçu diminuiu em 0,43 g m<sup>-2</sup> a massa seca da vegetação espontâneas. Com as quantidades mínima (8,5 t ha<sup>-1</sup>) e máxima a (16,5 t ha<sup>-1</sup>) de palha, os decréscimos no acúmulo de biomassa foram de 3,66 g m<sup>-2</sup> e 7,10 g m<sup>-2</sup>, respectivamente (Figura 6A). A cobertura morta da palha de babaçu foi importante fator de impacto sobre o acúmulo de massa seca

das plantas espontâneas, principalmente no início do ciclo da cultura, quando as plantas espontâneas têm mais rápido crescimento e desenvolvimento que a cultura do arroz.

Pitelli e Durigan (2001), relataram que o efeito físico da palha também reduz as chances de sobrevivência das plântulas com pequena quantidade de reservas nos diásporos, pois muitas vezes não são suficientes para garantir a sobrevivência das plântulas no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenham acesso a luz e inicie o processo fotossintético. Kosterna (2014) afirmou que, independentemente do tipo, a cobertura morta provoca um decréscimo no número e na massa seca de plantas espontâneas no início do período de crescimento da cultura.

Na última avaliação (110 DAE), a colocação de  $1,0 \text{ t ha}^{-1}$  de palha foi eficiente em diminuir a massa seca das plantas espontâneas em  $1,52 \text{ g m}^{-2}$ . A maior redução de massa seca de plantas espontâneas foi obtida na quantidade de  $16,5 \text{ t ha}^{-1}$ , correspondendo a 35,30 % e 18,19 % de redução em relação a ausência total de palha ( $0 \text{ t ha}^{-1}$ ) e à menor quantidade de palha ( $8,5 \text{ t ha}^{-1}$ ), respectivamente (Figura 6F). Isso significa que no final do ciclo da cultura, a cobertura morta de palha de babaçu ainda proporcionou reduções no acúmulo de massa seca das plantas espontâneas, principalmente na maior quantidade de palha, o que provavelmente terá reflexos no aumento de produtividade da cultura. Queiroga et al. (2002) verificaram que a cobertura com a palha de carnaúba e palha de milho apresentaram os menores valores para massa seca de plantas espontâneas na cultura do pimentão.



\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”.

**Figura 6.** Massa seca de plantas espontâneas aos 20 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), 70 (E) e 110 DAE (F) em função de diferentes quantidades de palha de babaçu. São Bento, MA, 2014/2015.

#### 4.1.3 Avaliações dos Índices Fitossociológicos

Para análise dos índices fitossociológicos, todas as espécies do gênero *Cyperus* foram agrupadas como *Cyperus spp* em função da dificuldade em identificar as ciperáceas nas primeiras avaliações. Com o decorrer das avaliações e desenvolvimento de estruturas florais das espécies foi possível a identificação de algumas espécies, entre as quais, *C. brevifolius*, *C. diffusus*, *C. distans*, *C. eragrostis*, *C. esculentus*, *C. iria*, *C. rotundus* e *C. sphacellatus* (Tabela 4). Essas espécies estiveram presentes nas amostragens em quantidade representativa, principalmente em decorrência do seu alto valor de densidade relativa.

No espaçamento 35 cm, com ausência de palha, no período dos 20 aos 60 DAE, as espécies do gênero *Cyperus spp* foram as espécies mais importantes, com IVI superior a 70%, seguida por *M. nudiflora* que aos 70 DAE, tornou-se a espécie mais importante com 84,84%. Entretanto, aos 110 DAE as “outras espécies” foram predominantes nessa última avaliação com IVI de 262,51%, contra 37,39% do somatório das espécies mais importantes (Tabela 7). Esses valores elevados do IVI para *Cyperus spp* foram decorrentes, especialmente, da densidade relativa. O revolvimento do solo antes da semeadura do arroz, sua exposição à maior incidência de luz e temperatura favoreceu as espécies do gênero *Cyperus* que sem a cobertura do solo pela palha infestaram a área, principalmente nas avaliações iniciais. A redução da importância das ciperáceas, nos últimos períodos de avaliação, provavelmente decorreu do sombreamento das plantas de arroz e da competição interespecífica pelas demais espécies da vegetação espontânea.

Os *Cyperus spp* são citados em várias pesquisas como uma das principais plantas espontâneas na cultura do arroz. Cobucci et al. (2001) e Silva e Durigan (2009) citam o *C. rotundus* entre as principais espécies de plantas espontâneas que afetam o arroz de terras altas. Os *Cyperus spp* são plantas, geralmente, herbáceas, anual ou perene, ereta ou ascendente que tem a semente e/ou tubérculos como o principal meio de reprodução (LORENZI, 2008). Em condições favoráveis o tubérculo emite um rizoma que pode se diferenciar em um novo tubérculo ou num bulbo basal, e em consequência em um novo rebento que aflora a superfície desenvolvendo a parte aérea, chamada de manifestação epígea (PITELLI, 2000). O *C. iria* foi identificado como uma das principais espécies presente em área cultivada com arroz irrigado e rotacionada com outras culturas (CRUZ et al., 2009).

Kissmann e Groth (1997) relatam que *M. nudiflora* é uma espécie de porte rasteiro, com formação de caules estoloníferos, e possui dispersão via sementes cuja germinação é

muito boa, sendo que nos primeiros 30 dias o desenvolvimento vegetativo é pequeno, acelerando-se depois.

Na quantidade de 8,5 t ha<sup>-1</sup> de palha, as ciperáceas foram as mais importantes aos 20, 30 e 60 DAE, com valores de IVI acima de 75%. Enquanto que a espécie *M. nudiflora* expressou valores significativos nos demais períodos avaliados, com IVI superior a 65%. As “outras espécies” aumentaram sua presença na comunidade espontânea na última avaliação (110 DAE) quando atingiram IVI de 205,73% (Tabela 7). Esses resultados mostram que a presença de palha modificou a dinâmica da comunidade espontânea, favorecendo espécies como *M. nudiflora* e *P. niruri*, porém não reduzindo a presença das ciperáceas nas avaliações iniciais. Segundo Erasmo et al., (2003), a espécie *M. nudiflora* apresenta crescimento lento nos primeiros 30 DAE da espécie, posteriormente inicia a emissão de ramificações primárias e aos 60 DAE a emissão das ramificações secundárias.

Na quantidade de 12,5 t ha<sup>-1</sup> de palha observou-se que dos 20 aos 50 DAE, *Cyperus spp* foram as espécies mais importantes com valores de IVI superiores a 70%. A partir dos 60 até aos 110 DAE, a espécie *M. nudiflora* assumiu maior destaque na vegetação espontânea, com IVI acima de 50%. A espécie *P. niruri* obteve IVI mais significativo aos 20 DAE com valor de 54,89% e as “outras espécies” a partir dos 70 DAE aumentaram sua relevância na comunidade em função da redução dos IVI's de *Cyperus spp* e *M. nudiflora*, alcançando 222,41% aos 110 DAE (Tabela 7). Isso sugere que o aumento da quantidade de palha de babaçu não reduziu a importância das principais espécies, porém existem outros fatores que podem interferir no efeito da cobertura morta sobre a vegetação espontânea além da quantidade, como a uniformidade de distribuição na área.

Para Velini e Negrisoni (2000), a irregularidade da distribuição da cobertura da palha permite que a germinação de sementes de plantas espontâneas ocorra em determinados pontos da área. Desse modo, para que o controle de espécies sensíveis à cobertura com palha seja maximizado, é necessário que o resíduo esteja presente nas quantidades necessárias e regularmente distribuídos sobre o solo.

Na maior quantidade de palha (16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha), dos 20 aos 50 DAE as ciperáceas também foram as espécies mais importantes da comunidade espontânea com IVI acima de 75%, seguidas por *M. nudiflora* com IVI acima de 55% em todos os períodos de avaliação, principalmente dos 60 aos 110 DAE, quando foi a mais importante. As “outras espécies” obtiveram os menores valores para o IVI durante todos os períodos, exceto aos 110 DAE quando alcançaram de 207,37% (Tabela 7). A maior quantidade de palha também não foi

eficiente em reduzir a importância das principais espécies, porém atuou sobre “as outras espécies” que tiveram sua relevância diminuída.

**Tabela 7.** Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 35 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento - MA, 2014/2015.

Espécies	Dias Após a Emergência (DAE)						
	20	30	40	50	60	70	110
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	106,80	74,35	87,82	79,92	82,66	49,51	16,50
<i>Murdannia nudiflora</i>	51,66	68,40	57,42	46,15	28,32	84,82	20,99
<i>Phyllanthus niruri</i>	29,02	24,76	16,74	25,48	28,38	17,50	0,00
Outras espécies	112,52	132,49	138,02	148,45	160,64	148,17	262,51
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	84,94	75,13	45,25	63,70	75,75	41,95	26,79
<i>Murdannia nudiflora</i>	55,37	50,04	81,59	68,65	53,62	91,54	66,08
<i>Phyllanthus niruri</i>	33,98	33,01	26,86	51,61	32,10	18,93	1,40
Outras espécies	125,71	141,88	146,30	116,04	138,53	147,58	205,73
12,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	76,96	71,71	96,21	81,58	59,45	56,54	12,98
<i>Murdannia nudiflora</i>	64,89	65,79	58,11	54,13	66,40	59,72	59,93
<i>Phyllanthus niruri</i>	54,89	42,24	37,10	49,67	39,51	21,59	4,68
Outras espécies	103,26	120,26	108,58	114,62	134,64	162,15	222,41
16,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	84,60	81,68	82,91	77,63	45,35	51,18	23,13
<i>Murdannia nudiflora</i>	55,64	75,62	82,37	76,82	73,28	92,68	65,00
<i>Phyllanthus niruri</i>	67,66	43,15	57,00	66,59	43,26	31,57	4,50
Outras espécies	92,10	99,55	77,72	78,96	138,11	124,57	207,37

Em relação ao espaçamento 45 cm com ausência de palha (0 t ha<sup>-1</sup>), as espécies do gênero *Cyperus* foram as espécies dominantes durante todo o ciclo da cultura, com valores acima de 100% dos 20 até aos 50 DAE. As espécies *M. nudiflora* e *P. niruri* foram menos expressivas, o que elevou o IVI das “outras espécies” a partir dos 60 DAE até aos 110 DAE (Tabela 8). Isso indica que solos sem cobertura ficam sujeitos as condições de maior amplitude térmica e alta luminosidade e favorecem a infestação de plantas espontâneas que germinam melhor nessas condições ambientais, como as ciperáceas que possuem

metabolismo C4 e podem ser consideradas como as plantas espontâneas de maior potencial para causar prejuízos à cultura do arroz, principalmente em maiores espaçamentos. Segundo Chauhan et al. (2014), as plantas espontâneas de metabolismo C4 têm maior adaptação e crescimento mais rápido que plantas C3, como o arroz. Portanto, essas ocupam os espaços primeiro e têm a maior habilidade de retirar do meio os fatores necessários ao seu crescimento e desenvolvimento quando comparadas com plantas C3 (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

O revolvimento do solo durante o preparo do solo pode ter estimulado a germinação dos *Cyperus spp* que se propagam por tubérculo, visto que Jalelaitis et al. (2003), afirmam que o preparo mecânico do solo antes do plantio pode estimular a propagação vegetativa do *C. rotundus* e o seu estabelecimento na área, devido à quebra de dormência pela divisão dos bulbos e eliminação da dominância apical. Além disso, a palha pode favorecer a germinação, pois segundo Azania et al. (2006), os tubérculos plantados mais próximos a superfície são favorecidos pela presença da palha possivelmente por evitar a desidratação.

Na quantidade de 8,5 t ha<sup>-1</sup> de palha do espaçamento 45 cm, as espécies do gênero *Cyperus* foram as mais importantes até aos 70 DAE, porém com valores de IVI menores comparados ao tratamento com 0 t ha<sup>-1</sup> de palha. Enquanto, as espécies, *M. nudiflora* e *P. niruri* elevaram seus IVIs e as “outras espécies” apresentaram a mesma tendência que no tratamento com ausência de palha (Tabela 8). Esse resultado sugere que a presença de palha diminuiu a importância das ciperáceas e favoreceu o desenvolvimento das espécies *M. nudiflora* e *P. niruri* quando comparadas ao tratamento com ausência de palha.

As ciperáceas são plantas que geralmente diminuem seu desenvolvimento com o sombreamento ocasionados por coberturas mortas por serem de metabolismo C4, o que explica os menores IVI na presença de palha. Para *M. nudiflora* e *P. niruri*, a alteração da umidade, luminosidade e temperatura do solo pela cobertura da palha interferiram positivamente na germinação e desenvolvimento dessas plantas. Luz et al. (2014) verificaram que a emergência da *M. nudiflora* foi prejudicada em profundidades maiores que 1,0 cm e pela presença de palha, porém ressaltaram a importância de pesquisas sobre as quantidades de cobertura morta capazes de reduzir de forma significativa a emergência dessa espécie. Assim, podemos inferir que para *M. nudiflora* a quantidade de 8,5 t há<sup>-1</sup> não foi eficiente para suprimi-la.

Para a quantidade de 12,5 t ha<sup>-1</sup> de palha, no espaçamento 45 cm, as ciperáceas também obtiveram valores de IVI superiores à *M. nudiflora* e *P. niruri* durante todos os

períodos avaliados, com exceção aos 50 DAE quando *M. nudiflora* obteve IVI de 92,30%. A partir dos 60 DAE, as três espécies diminuíram seus IVI's e as "outras espécies" aumentaram sua importância na comunidade infestante (Tabela 8). A quantidade de palha intermediária (12,5 t ha<sup>-1</sup>) também não foi eficiente em suprimir as ciperáceas e *M. nudiflora* durante o ciclo da cultura, pois estas destacaram-se na comunidade espontânea em quase todo período avaliado. Erasmo et al. (2003), ressaltam que a espécie *M. nudiflora* possui alto potencial de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, o que caracteriza elevado poder de competição pelos fatores abióticos com a cultura do arroz.

Para quantidade de 16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha observou-se que aos 20 DAE, *M. nudiflora* foi a espécie mais importante, porém aos 30 e 40 DAE foi ultrapassada por *Cyperus* spp. Em seguida, elevou seu IVI até a última avaliação quando as "outras espécies" aumentaram sua relevância (Tabela 8). A maior quantidade de palha foi eficaz sobre as ciperáceas que reduziram sua importância na comunidade infestante comparado aos demais tratamentos. Enquanto, *M. nudiflora* foi favorecida pela maior quantidade de palha, tornando-se a espécie para a qual deve-se dar maior atenção no manejo.

Noce et al. (2008), apontam que o volume de palha produzido pela espécie de cobertura e a persistência da palhada sobre o solo, além da composição, são determinantes para a eficiência do sistema no controle de plantas espontâneas.

**Tabela 8** - Índice de valor de importância (IVI) das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 45 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
Dias Após a Emergência (DAE)							
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	123,66	108,88	118,79	106,38	95,95	75,62	17,31
<i>Murdannia nudiflora</i>	34,51	50,65	34,72	34,08	25,97	31,21	16,92
<i>Phyllanthus niruri</i>	27,61	24,09	19,61	31,30	18,47	12,01	0,00
Outras espécies	114,22	116,38	126,88	128,24	159,61	181,16	265,77
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	84,47	83,75	104,38	79,08	65,49	57,14	11,48
<i>Murdannia nudiflora</i>	66,69	62,20	64,12	62,60	48,67	43,99	44,50
<i>Phyllanthus niruri</i>	48,21	40,01	35,07	41,22	32,34	26,84	0,00
Outras espécies	100,63	114,04	96,43	117,10	153,50	172,03	244,02

	12,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	61,58	95,80	79,98	86,82	69,71	71,50	23,37
<i>Murdannia nudiflora</i>	54,50	62,20	67,86	92,30	47,25	61,08	16,41
<i>Phyllanthus niruri</i>	51,14	49,43	33,67	34,90	18,47	15,28	1,67
Outras espécies	132,78	92,57	118,49	85,98	164,57	152,14	258,55
	16,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	46,86	74,35	73,85	70,20	58,76	49,51	19,62
<i>Murdannia nudiflora</i>	111,05	68,40	62,53	85,67	75,48	84,82	47,30
<i>Phyllanthus niruri</i>	53,34	24,76	24,17	52,61	32,26	17,50	0,00
Outras espécies	88,75	132,49	139,45	91,52	133,50	148,17	233,08

### 3.2 Avaliações agronômicas da cultura do arroz

Não houve interação significativa entre os fatores espaçamento e quantidade de palha para as características, altura de planta ( $p=0,9100$ ), número de panícula ( $p=0,8851$ ) e produtividade de grãos ( $p=0,5457$ ).

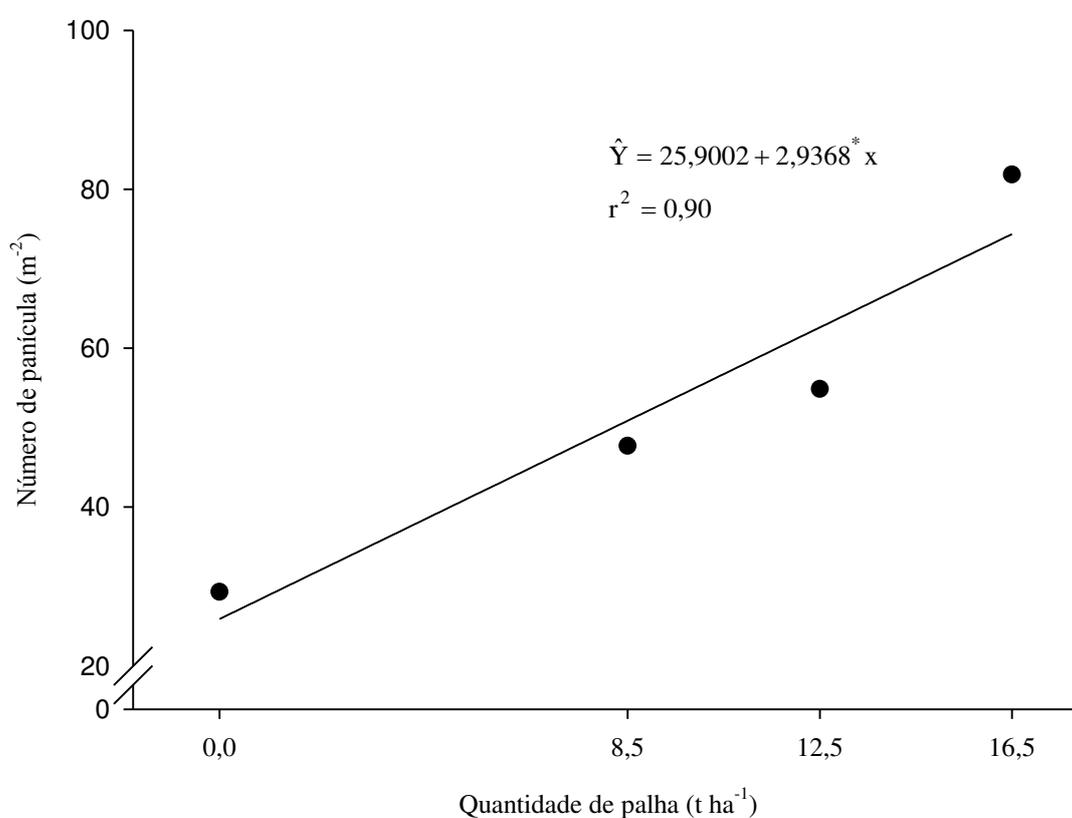
O espaçamento foi significativo para altura de plantas ( $p<0,0501$ ), que apresentou média para esse parâmetro de 60,15 cm e 63,70 cm, nos espaçamentos 35 cm e 45 cm, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Arf et al, (2015), na cultura do arroz de terras altas, com maior altura de planta para o espaçamento 50 cm em detrimento do espaçamento 35 cm.

O número de panícula por m<sup>2</sup> ( $p=0,6032$ ) e a produtividade de grãos ( $p=0,7469$ ) não foram influenciados pelos espaçamentos. Pode-se inferir que o espaçamento usado não foi suficiente para atuar sobre essas variáveis.

A quantidade de palha não teve efeito significativo sobre a altura de plantas de arroz ( $p=0,3979$ ), cujo valor médio foi 62 cm. Isso sugere que a palha de babaçu não interferiu no crescimento da cultura do arroz. Pesquisas conduzidas por Cantanhede et al. (2015), com extrato de folha de babaçu sobre o desenvolvimento de plântulas de feijão mostraram que o extrato não afetou o desenvolvimento destas.

Para o número de panículas m<sup>-2</sup> houve efeito linear crescente das quantidades de palha, isto é, a cada incremento de 1 t ha<sup>-1</sup> de palha ocorreu um aumento de três panículas m<sup>-2</sup>. Para 8,5 t ha<sup>-1</sup> ocorreu um incremento de 96,4% do número de panículas m<sup>-2</sup>, em relação à ausência de palha (Figura 7). A aplicação de palha de babaçu elevou o número de panículas das plantas de arroz em consequência de seu efeito benéfico e supressor sobre a densidade e

massa seca das plantas espontâneas, que diminuiu a interferência destas sobre a cultura. Paes e Resende (2001) descrevem que a palhada protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares com efeito sobre sementes de plantas espontâneas fotoblásticas positivas, além de promover menor variação de temperatura, devido à redução da temperatura máxima e ao aumento da temperatura mínima, ou seja, temperaturas mais constantes, o que compromete a germinação de plantas espontâneas, que necessitam de alternância de temperatura para germinarem.



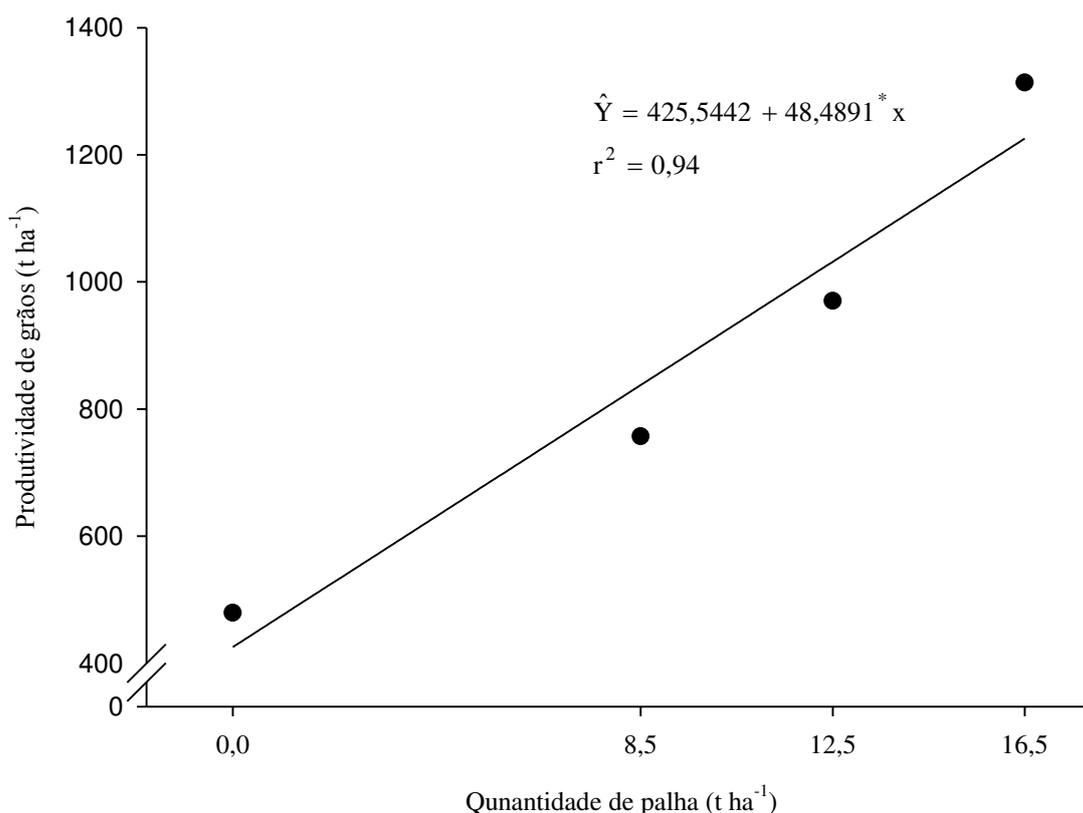
\* significativos a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

**Figura 7.** Número de panícula da cultura do arroz em função da quantidade de palha de babaçu aplicada sobre o solo. São Bento, MA, 2014/2015.

Em relação a produtividade de grãos da cultura de arroz de terras altas, também houve efeito linear crescente das quantidades de palha cujo incremento de 1 t ha<sup>-1</sup> de palha proporcionou um aumento de 48,5 kg de grãos. O aumento até 8,5 t ha<sup>-1</sup> de palha promoveu incremento de 97% na produtividade de grãos, em relação à ausência de palha (Figura 8). A

presença da palha promoveu o aumento significativo da produtividade do arroz devido à redução na densidade e massa seca das plantas espontâneas que favoreceram a competitividade do arroz sobre a vegetação espontânea. Assim, a palha de babaçu triturada é uma alternativa de manejo de plantas espontâneas para os agricultores familiares que dispõem deste recurso, uma vez que a cobertura morta pode contribuir para minimizar os custos com capinas, proteger o solo e evitar a contaminação ambiental pelo uso de herbicidas.

Macêdo (2007), avaliando unidades familiares que aplicaram palha de carnaúba em áreas de 0,5 a 4 ha no Piauí verificaram maior produção de grãos de 600 a 2400 kg, em comparação às unidades familiares que não aplicaram palha em áreas de 0,5 a 1 ha cuja produção de grãos variou de 420 a 600 kg. Enquanto, Mesquita (2011), verificou que 23 t ha<sup>-1</sup> de palha de babaçu, não triturada, na cultura do arroz de terras altas, incrementou 109% no rendimento dos grãos.



\* significativos a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

**Figura 8.** Produtividade média de grãos da cultura do arroz em função da quantidade de palha de babaçu aplicada sobre o solo. São Bento, MA, 2014/2015.

Na avaliação das testemunhas capinadas para altura notou-se que houve diferença significativa das médias de altura de plantas ( $p=0,0044$ ) entre as testemunhas capinadas dos espaçamentos 35 e 45 cm, cuja maior média de altura (69,62 cm) foi observada na testemunha com maior espaçamento (Tabela 9). Esse resultado indica que em maiores espaçamentos as plantas de arroz podem expressar melhor seu potencial genético.

A testemunha capinada do espaçamento 35 cm não contrastou com os demais tratamentos para altura de plantas pelo teste de Dunnett ( $p<0,05$ ), exceto para o tratamento sem palha ( $0 \text{ t ha}^{-1}$ ) do espaçamento 35 cm. Para testemunha capinada do espaçamento 45 cm, houve efeito significativo para todas as comparações, menos para o tratamento com  $16,5 \text{ t ha}^{-1}$  de palha no espaçamento 45 cm (Tabela 9). Isso confirma que o menor espaçamento não interferiu na altura de plantas, exceto para as plantas de arroz nos tratamentos com  $0 \text{ t ha}^{-1}$  de palha, que reduziram suas alturas devido à intensa competição com as plantas espontâneas pelos recursos do ambiente. Enquanto que a testemunha capinada no maior espaçamento (45 cm) promoveu maior altura de planta, semelhante a altura na maior quantidade de palha.

Para número de panículas, não houve efeito significativo ( $p=0,354$ ) entre as médias das testemunhas capinadas dos espaçamentos 35 e 45 cm (Tabela 9). O espaçamento usado não foi suficiente para promover diferenças sobre o número de panículas na ausência de palha.

O contraste pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ) para o número de panículas entre a testemunha capinada no espaçamento 35 cm e os tratamentos do espaçamento 35 cm, mostraram diferenças estatísticas para  $0 \text{ t ha}^{-1}$  e  $8,5 \text{ t ha}^{-1}$  de palha. A comparação com os tratamentos do espaçamento 45 cm, não diferiu de  $16,5 \text{ t ha}^{-1}$  de palha. Para o contraste da testemunha capinada no espaçamento 45 cm não houve efeitos significativo com nenhum tratamento (Tabela 9). O número de panículas na maior quantidade de palha, independente do espaçamento foi semelhante às testemunhas capinadas indicando que a palha favoreceu a emissão de maior número panículas seja pela supressão das plantas espontâneas ou pelas condições de maior umidade para as plantas de arroz.

Para produtividade de grãos houve efeito significativo ( $p=0,0004$ ) entre as testemunhas capinadas dos espaçamentos 35 e 45 cm. A testemunha capinada do espaçamento 35 cm apresentou maior produtividade com  $2646,96 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 9). O menor espaçamento na ausência de palha elevou a produtividade da cultura do arroz. Arf et

al. (2015), observou que na cultura do arroz de terras altas, ocorreu incremento no número de panícula e produtividade de grãos no espaçamento 35 cm em detrimento do espaçamento 50 cm.

O contraste para a produtividade pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) entre a testemunha capinada do espaçamento 35 cm com os tratamentos 12,5 e 16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha desse espaçamento e com 16,5 t ha<sup>-1</sup> de palha do espaçamento 45 cm não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 9). A maior quantidade de palha de babaçu nos dois espaçamentos proporcionou produtividades semelhantes àquelas obtidas na testemunha capinada do espaçamento 35 cm. Este fato decorreu da supressão das plantas espontâneas pela palha de babaçu que reduziu a densidade e massa seca de plantas espontâneas e permitiu o melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz.

O teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) mostrou que a testemunha capinada do espaçamento 45 cm em contraste com todos os tratamentos com palha não diferiram estatisticamente entre si para a produtividade de grãos (Tabela 9). Isto pode ser explicado pela atuação da cobertura morta como barreira física para a emergência e desenvolvimento das plantas espontâneas, além de reter maior umidade para as plantas de arroz.

Freitas et al. (2013) destaca que espaçamentos maiores reduz a eficiência de interceptação solar por área, devido menor número de plantas por área, porém, pode proporcionar aumento de produtividade por indivíduo.

As testemunhas capinadas dos espaçamentos 35 e 45 cm em contraste com os tratamentos sem palha e capina (0 t ha<sup>-1</sup>) desses espaçamentos diferiram estatisticamente entre si para a produtividade, com as testemunhas capinadas apresentando maiores produtividades (Tabela 9). Isto mostra o impacto negativo das plantas espontâneas sobre a cultura do arroz quando não ocorre o controle, pois muitas espécies espontâneas podem apresentar absorção e eficiência do uso dos nutrientes maior que o arroz.

As plantas espontâneas do tratamento sem palha e capina (0 t ha<sup>-1</sup>) dos espaçamentos 35 e 45 cm reduziram a produtividade da cultura em 81 e 83% quando comparados à testemunha capinada do espaçamento 35 cm e para testemunha capinada do espaçamento 45 cm, 79 e 81% (Tabela 9). Os valores de perdas para cultura do arroz foram elevados quando não ocorreu o controle das plantas espontâneas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva et al. (2015) na cultura do arroz que observaram reduções de produção entre 72 a 83,4% quando não ocorreu o controle das plantas espontâneas.

Touré et al. (2013), relatam perdas de 66 a 85% provocadas pelas plantas espontâneas na cultura do arroz quando em convivência com a cultura do arroz.

**Tabela 9.** Altura de planta (AP), número de panícula (NP) e produtividade de grãos (PG) da cultura do arroz em diferentes espaçamentos (E) e quantidades de palha de babaçu (Q), em comparação com a testemunha capinada no espaçamento 35 cm e com a testemunha capinada no espaçamento 45 cm. São Bento, MA, 2015.

Espaçamentos	Q (t ha <sup>-1</sup> )	AP (cm)	NP (m <sup>-2</sup> )	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
35 cm (E1)	0	58,38 */**	33,12 */ns	499,58 */**
	8,5	59,40 ns/**	49,91 */ns	739,61 */ns
	12,5	60,35 ns/**	62,50 ns/ns	1071,83 ns/ns
	16,5	61,50 ns/**	90,71 ns/ns	1390,42 ns/ns
45 cm (E2)	0	61,12 ns/**	25,50 */ns	459,51 */**
	8,5	62,67 ns/**	45,50 */ns	774,52 */ns
	12,5	61,35 ns/**	47,25 */ns	868,60 */ns
	16,5	63,72 ns/ns	73,00 ns/ns	1237,01 ns/ns
Test. capinada E1 (*)	-	61,12 b	136,51 a	2646,96 a
Test. capinada E2 (**)	-	69,62 a	101,75 a	2424,35 b

Médias com asterisco (\*) diferem da testemunha capinada no espaçamento 35 cm e médias com asteriscos (\*\*) diferem da testemunha capinada no espaçamento 45 cm, pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

As famílias com maior riqueza de espécies na cultura do arroz foram Cyperaceae, Fabaceae e Poaceae e as espécies de maior Índice de Valor de Importância da comunidade espontânea foram as espécies do gênero *Cyperus spp*, *Murdannia nudiflora* e *Phyllanthus niruri*.

O espaçamento e a cobertura morta de palha de babaçu alteraram a dinâmica da vegetação espontânea na cultura do arroz. A presença de palha favoreceu uma maior diversidade de espécies com destaque para as espécies, *Aeschynomene rudis*, *Cynodon dactylon* e *Physalis angulata* que ocorreram somente na cobertura morta de palha de babaçu.

A densidade e massa seca das plantas espontâneas não foram influenciadas pelo espaçamento, porém a palha de babaçu proporcionou redução nessas variáveis, principalmente na maior quantidade.

No maior espaçamento, as capinas promoveram maior altura de plantas, enquanto nos tratamentos com plantas espontâneas ocorreu redução. As quantidades de palhas não influenciaram a altura de plantas de arroz.

O espaçamento e a quantidade de palha influenciaram a produtividade da cultura do arroz que foi mais elevada no menor espaçamento e, na maior quantidade de palha. Portanto, a palha de babaçu tem grande potencial como uma alternativa de manejo das plantas espontâneas na cultura do arroz para os agricultores maranhenses.

## REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.
- ALBIERO, D. et al. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. **Acta amazônica**, v. 37, n. 03, p. 337-346, 2007.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Ceres**, v. 62, n. 5, 2015.
- AZANIA, A. A. P. M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta daninha**, p. 207-212, 2002.
- AZANIA, C. A. M. et al. *Cyperus rotundus* development influenced by the presence and absence of sugar-cane straw and herbicide. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 29-35, 2006.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Redução do espaçamento entre fileiras: benefícios e limitações. **Plantio Direto**, v. 5, n. 87, p. 37-41, 2005.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos, Versão 1.0, 2015.
- BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. Arroz – do plantio à colheita. **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 242p, 2015.
- BUHLER, D. D; PITY, A. Implicaciones del sistema de labranza sobre el manejo de malezas. In: Pitty, A (ed.). **Introduccion a la biologia, ecologia y manejo de malezas**. Zamorano Academia Press, Honduras. 1997. 300 p.
- BUOSI, T.; MUNIZ, L. C.; FERREIRA, C. M. Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no Maranhão. Brasília-DF: **Embrapa**, 2013.
- CASTRO, A.P. de. et al. BRS Esmeralda: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2014. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 215).
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.
- CANTANHEDE, J. D. et al. Potencial Alelopático de Extrato Aquoso de Folhas de Babaçu Sobre Germinação e Desenvolvimento de Sementes de Feijão-caupi e *Senna obtusifolia*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.
- CHAUHAN, B. S.; KUMAR, Vivek; MAHAJAN, G. Research needs for improving weed management in rice. **Indian Journal of Weed Science**, v. 46, n. 1, p. 1-13, 2014.

COBUCCI, T.; NOLDIN, J. A. **Plantas daninhas e seu manejo**. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.633-681, 2006.

COBUCCI, T.; RABELO, R. R.; SILVA, W. da. **Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas na região dos Cerrados**. Embrapa Arroz e Feijão, 2001.

COBUCCI, T. Manejo e controle de plantas daninhas em arroz de sequeiro. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.323-336.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. A Cultura do Arroz. Ogr. Aroldo Antonio de Oliveira Neto. Brasília: CONAB, 2015.

CONCENÇO, G.; SALTO, J.C.; CECCON, G. **Dinâmica de plantas infestantes em sistemas integrados de cultivo**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

CONCENÇO, G. et al. Phytosociological surveys: tools for weed science?. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n. 1, p.11- 17, 2004.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n.2, p.245-253, 2006.

CRUZ, D. L. et al. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@mbiente** On-line, 3(1):58-63. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa). Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: Estados de Mato Grosso e Rondônia - safras 2009/2010 e 2010/2011. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. (Documentos, 247).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa). Sócioeconomia. 2009. Disponível [http://cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/dosc/arroz/ Percentualarroz.htm](http://cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/dosc/arroz/Percentualarroz.htm)>. Acesso em: 05 julho de 2015.

ERASMO, E. A. L. et al. Fenologia e acúmulo de matéria seca em plantas de *Murdannia nudiflora* durante seu ciclo de vida. **Planta Daninha**, p. 397-402, 2003.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. et al. Ecología de las malas hierbas. In GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZQUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p. 49-69.

FERREIRA, E. A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.

FORNASIERE FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 589 p. 2006.

FREITAS, R. J.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. S. População de plantas de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

GHERSA, C. M.; MARTINEZ-GHERSA, M. A. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. **Field Crops Research** . v. 67, n. 2, p. 141-148, 2000.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; STONE, L. F. Sistemas de cultivo. In.: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. *A Cultura do Arroz no Brasil*. Embrapa Arroz e Feijão, 2ª Ed. rev. ampl. p 257-288. Santo Antônio de Goiás, 2006.

GUTMAN, S. M. Caracterização do sistema de produção lavrador-pescador em comunidades rurais no entorno do lago de Viana, Baixada Maranhense. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). UEMA.132 p. 2006.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta daninha**, v. 21, n. 1, p. 89-95, 2003.

JAKELAITIS, Adriano et al. Resposta de duas cultivares de arroz de terras altas ao espaçamento entre linhas e a convivência com plantas daninhas. **Global science and technology**, v. 2, n. 3, 2009.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo. BASF, 1997. Tomo 1. 110 p.

KOSTERNA, Edyta. The effect of different types of straw mulches on weed-control in vegetables cultivation. **Journal of Ecological Engineering**, v. 15, n. 4, 2014.

KUVA, M. A. et al. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 375 p.

\_\_\_\_\_. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2008. 640p

LORENZI, H. et al. *Palmeiras no Brasil: Exóticas e Nativas*, Plantarum, Nova Odessa. 1996.

LUZ, Flávia Nayane et al. Interferência de luz, temperatura, profundidade de semeadura e palhada na germinação e emergência de *Murdannia nudiflora*. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 26-33, 2014.

MACÊDO, F. N. A. **Agrícolas cultivados com uso da palha de carnaúba (*Copernicia prunifera* [Miller] H. E. Moore) no semi-árido piauiense**. 2011. 40p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2007.

MARQUES, L. J. P. et al. Composição florística de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi no sistema de capoeira triturada. **Planta Daninha**, v. 28, p. 953-961, 2010.

MESCHEDÉ, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JR., C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 465-471, 2007.

MESQUITA, M. L. R. **Banco de sementes de plantas daninhas em áreas agrícolas no estado do Maranhão**. 2011. 122p. Tese (Doutorado em Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011

MONQUERO, P. A.; HIRATA, A. C. S.; PITELLI, R. A. Métodos de levantamento da colonização de plantas daninhas. In: MONQUERO, P. A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos. Ed. RiMA, 2014. p. 103-126.

MUNIZ, F.H. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste, diversidade e estrutura. In: MOURA, E.G. (Ed) **Agroambientes de transição**. UEMA, São Luís, MA, 2006. p. 53-69.

NI, H.; MOODY, K.; ROBLES, R. P.; PALLER JR, E. C.; LALES, J. S. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Science**, v. 48, n. 2, p. 200-204, 2000.

NOCE, M.A. et al. Influência a palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.3, p. 265-278, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR., R. S.; CONSTANTIN, JAMIL; INOUE, MIRIAM HIROKO. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 2011.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PAES, J. M. V.; REZENDE, AM de. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, Set.1987.

\_\_\_\_\_. Competição entre plantas Daninhas e plantas Cultivadas. In: Monquero (ed.). **Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, 2014. 430 p.

\_\_\_\_\_. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Consherb**. v.1, n.2, p.1-7, 2000.

\_\_\_\_\_. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

\_\_\_\_\_. Estudo fitossociológico de uma comunidade infestante na cultura da cebola. **Journal Consherb**, v.1, p.1-6, 2001.

PITELLI, R.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, p. 203-210, 2001.

PITELLI, R.A.; MACHADO PITELLI, R.L.C. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 652 p.

QUEIROGA, R. C. F. et al. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 416-418, 2002.

QUEIROZ, L.R.; GALVÃO, J.C.C.; CRUZ, J.C.; OLIVEIRA, M.F.; TARDIN, F.D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 263-270, 2010.

RAMAKRISHNA, A. et al. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**, v. 95, n. 2, p. 115-125, 2006.

RIZZARDI, M.A.; SILVA, L.F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006.

SANTIAGO, C. M. **Análise da competitividade da cadeia produtiva do arroz de Goiás**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.67, 2012.

SILVA, M. R. M. et al. Banco de sementes de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz de sequeiro na Pré -Amazônia Maranhense. **Rev Ciências Agrárias**, v. 57, p.351-357, 2014.

SILVA, M. R. M.; CANTANHEDE, J. D.; CORREA, M. J. P.; MESQUITA, M. L. R. Phytosociology and interference of weeds in upland rice in Maranhão State, northeastern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 34, p. 3412-3420, 2015.

SILVA, M.R.M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. – cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v.24, n.4, p.685-694, 2006.

SILVA, M.R.M.; DURIGAN, J.C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – cultivar caiapó. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.373-379, 2009.

TOURÉ, A.; SOGBEDJI, J. M.; GUMEDZOÉ, Y. D. The critical period of weed interference in upland rice in northern Guinea savanna: Field measurement and model prediction. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 17, p. 1748-1759, 2013.

TREZZI, M.M. e VIDAL R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeito da cobertura morta. **Planta daninha** 22: p. 1-10. 2004.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

## APÊNDICES

**Apêndice A** - Densidade Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 35 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	57,28	40,18	47,21	43,8	51,03	28,76	10,16
<i>Murdannia nudiflora</i>	14,43	24,66	11,85	13,71	4,87	20,8	6,35
<i>Phyllanthus niruri</i>	11,29	7,31	6,38	5,79	6,04	4,87	0
<i>Outras espécies</i>	17	27,85	34,56	36,7	38,06	45,57	83,49
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	45,61	48,54	25,09	41,78	51,25	23,72	17,63
<i>Murdannia nudiflora</i>	18,07	19,53	19,27	21,48	15,31	35,17	20,05
<i>Phyllanthus niruri</i>	12,16	11,37	7,09	11,26	6,41	3,59	0,24
<i>Outras espécies</i>	24,16	20,56	48,55	25,48	27,03	37,52	62,08
12,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	40,94	44,05	54,33	50,65	37,8	34,32	6,94
<i>Murdannia nudiflora</i>	20,13	21,53	14,25	13,9	23,19	13,22	24,08
<i>Phyllanthus niruri</i>	22,48	14,16	11,31	9,7	10,32	6,05	1,63
<i>Outras espécies</i>	16,45	20,26	20,11	25,75	28,69	46,41	67,35
16,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	42,03	47,5	45,42	54,39	27,36	32,39	14,71
<i>Murdannia nudiflora</i>	14,01	14,98	19,01	23,13	16,74	15,79	20,22
<i>Phyllanthus niruri</i>	29,47	17,07	15,85	18,63	10,59	7,09	0,74
<i>Outras espécies</i>	14,49	20,45	19,72	3,85	45,31	44,73	64,33

**Apêndice B** - Frequência Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 35 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
	0 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	13,33	19,70	9,47	9,64	10,26	14,29	5,32
<i>Murdannia nudiflora</i>	13,33	22,73	8,88	9,04	7,69	17,86	9,57
<i>Phyllanthus niruri</i>	13,33	10,61	6,51	9,64	9,62	9,52	0,00
<i>Outras espécies</i>	60,01	46,96	75,14	71,68	72,43	58,33	85,11
	8,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	16,48	17,02	14,12	12,73	11,63	11,11	6,00
<i>Murdannia nudiflora</i>	15,38	15,96	16,47	11,82	12,40	13,68	16,00
<i>Phyllanthus niruri</i>	14,29	17,02	12,94	14,55	10,85	9,40	1,00
<i>Outras espécies</i>	53,85	50,00	56,47	60,90	65,12	65,81	77,00
	12,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	18,39	14,95	14,81	13,89	13,76	12,50	5,48
<i>Murdannia nudiflora</i>	17,24	14,95	13,89	13,89	13,76	10,83	15,07
<i>Phyllanthus niruri</i>	18,39	14,95	13,89	14,81	11,01	10,00	2,74
<i>Outras espécies</i>	45,98	55,15	57,41	57,41	61,47	66,67	76,71
	16,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	22,00	14,44	16,44	14,29	11,32	9,47	6,67
<i>Murdannia nudiflora</i>	20,00	16,67	21,92	16,88	15,09	15,79	18,33
<i>Phyllanthus niruri</i>	20,00	17,78	19,18	19,48	14,15	10,53	3,33
<i>Outras espécies</i>	38,00	51,11	42,46	49,35	59,44	64,21	71,67

**Apêndice C** - Dominância Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 35 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
	0 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	36,19	14,47	31,14	26,48	21,37	6,46	1,02
<i>Murdannia nudiflora</i>	23,9	21,01	36,7	23,4	15,76	46,17	5,07
<i>Phyllanthus niruri</i>	4,4	6,84	3,85	10,05	12,73	3,11	0
<i>Outras espécies</i>	35,51	57,68	28,31	40,07	50,14	44,26	93,91
	8,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	22,85	9,57	6,04	9,2	12,87	7,11	3,15
<i>Murdannia nudiflora</i>	21,91	14,55	45,84	35,35	25,91	42,69	30,03
<i>Phyllanthus niruri</i>	7,53	4,62	6,83	25,8	14,84	5,94	0,15
<i>Outras espécies</i>	47,71	71,26	41,29	29,65	46,38	44,26	66,67
	12,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	17,63	12,7	27,06	17,05	7,89	9,72	0,56
<i>Murdannia nudiflora</i>	27,52	29,31	29,97	26,34	29,45	35,67	20,78
<i>Phyllanthus niruri</i>	14,02	13,12	11,9	25,16	18,18	5,54	0,31
<i>Outras espécies</i>	40,83	44,87	31,07	31,45	44,48	49,07	78,35
	16,5 t ha <sup>-1</sup>						
<i>Cyperus spp</i>	20,57	19,73	20,51	8,95	6,67	9,32	1,76
<i>Murdannia nudiflora</i>	21,63	43,98	41,98	36,81	41,45	61,1	26,45
<i>Phyllanthus niruri</i>	18,19	8,3	21,98	28,48	18,52	13,96	0,44
<i>Outras espécies</i>	39,61	27,99	15,53	25,76	33,36	15,62	71,35

**Apêndice D** - Densidade Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 45 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	61,71	54,72	69,38	66,49	65,61	50,18	10,99
<i>Murdannia nudiflora</i>	9,40	12,59	5,19	6,65	4,02	9,77	4,67
<i>Phyllanthus niruri</i>	11,51	10,09	5,19	7,80	4,60	2,53	0,00
<i>Outras espécies</i>	17,38	22,60	20,24	19,06	25,77	37,52	84,34
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	42,16	50,23	60,31	54,75	45,36	36,27	5,88
<i>Murdannia nudiflora</i>	20,99	16,69	13,53	18,58	13,62	7,08	19,61
<i>Phyllanthus niruri</i>	21,56	17,61	11,34	9,33	9,86	10,88	0,00
<i>Outras espécies</i>	15,29	15,47	14,82	17,34	31,16	45,77	74,51
12,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	32,91	46,48	49,37	54,65	42,92	48,89	13,29
<i>Murdannia nudiflora</i>	14,24	19,38	22,17	31,17	10,69	10,32	4,98
<i>Phyllanthus niruri</i>	25,00	21,15	9,82	7,46	4,03	5,71	0,33
<i>Outras espécies</i>	27,85	12,99	18,64	6,72	42,36	35,08	81,40
16,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	23,08	40,18	38,93	46,86	33,42	28,76	9,13
<i>Murdannia nudiflora</i>	28,21	24,66	19,67	29,95	27,76	20,80	13,48
<i>Phyllanthus niruri</i>	17,95	7,31	8,20	9,18	7,01	4,87	0,00
<i>Outras espécies</i>	30,76	27,85	33,20	14,01	31,81	45,57	77,39

**Apêndice E** - Frequência Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 45 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	13,91	13,68	12,03	11,20	11,11	11,72	4,62
<i>Murdannia nudiflora</i>	13,91	13,68	11,28	10,40	10,42	11,72	9,23
<i>Phyllanthus niruri</i>	11,30	10,26	9,77	10,40	8,33	7,03	0,00
<i>Outras espécies</i>	60,88	62,38	66,92	68,00	70,14	69,53	86,15
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	17,05	13,21	16,00	1,77	12,40	11,21	5,06
<i>Murdannia nudiflora</i>	18,18	15,09	15,00	14,16	9,30	8,62	15,19
<i>Phyllanthus niruri</i>	17,05	15,09	16,00	13,27	12,40	11,21	0,00
<i>Outras espécies</i>	47,72	56,61	53,00	70,80	65,90	68,96	79,75
12,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	16,67	17,20	11,90	15,66	11,88	11,43	7,79
<i>Murdannia nudiflora</i>	16,67	17,20	17,86	19,28	13,86	14,29	7,79
<i>Phyllanthus niruri</i>	17,86	17,20	16,67	15,66	8,91	0,95	1,30
<i>Outras espécies</i>	48,80	48,40	53,57	49,40	65,35	73,33	83,12
16,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	12,96	19,70	18,92	13,64	17,57	14,29	7,06
<i>Murdannia nudiflora</i>	22,22	22,73	20,27	22,73	14,86	17,86	12,94
<i>Phyllanthus niruri</i>	18,52	10,61	10,81	18,18	14,86	9,52	0,00
<i>Outras espécies</i>	46,30	46,96	50,00	45,45	52,71	58,33	80,00

**Apêndice F** - Dominância Relativa das principais plantas espontâneas na cultura do arroz no espaçamento 45 cm em função das quantidades de palha e dos períodos avaliados durante o ciclo da cultura. São Bento, MA, 2014/2015.

Espécies	20	30	40	50	60	70	110
	Dias Após a Emergência (DAE)						
0 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	48,04	40,48	37,37	28,70	19,23	13,72	1,70
<i>Murdannia nudiflora</i>	11,20	24,38	18,25	17,03	11,54	9,72	3,01
<i>Phyllanthus niruri</i>	4,80	3,74	4,64	13,09	5,54	2,44	0,00
<i>Outras espécies</i>	35,96	31,40	39,74	41,18	63,69	74,12	95,29
8,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	25,26	20,31	28,07	22,56	7,72	9,66	0,53
<i>Murdannia nudiflora</i>	27,52	30,42	35,59	29,86	25,74	28,29	9,71
<i>Phyllanthus niruri</i>	9,60	7,31	7,73	18,62	10,08	4,75	0,00
<i>Outras espécies</i>	37,62	41,96	28,61	28,96	56,46	57,30	89,76
12,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	12,00	32,12	18,71	16,52	14,91	11,19	2,29
<i>Murdannia nudiflora</i>	23,60	25,61	27,84	41,85	22,70	36,48	3,63
<i>Phyllanthus niruri</i>	8,28	11,08	7,18	11,78	5,53	8,61	0,04
<i>Outras espécies</i>	56,12	31,19	46,27	29,85	56,86	43,72	94,04
16,5 t ha <sup>-1</sup>							
<i>Cyperus spp</i>	10,82	14,47	16,00	9,70	7,77	6,46	3,43
<i>Murdannia nudiflora</i>	60,63	21,01	22,59	32,99	32,85	46,17	20,88
<i>Phyllanthus niruri</i>	16,87	6,84	5,16	25,24	10,39	3,11	0,00
<i>Outras espécies</i>	11,68	57,68	56,25	32,07	48,99	44,26	75,69

**Apêndice G** - Resumo da análise de variância para a característica altura de plantas. São Bento, MA, 2014/2015.

FV	GL	SQ	QM	F	<i>P</i> -valor
Bloco	3	125,12900	41,70967		
Espaçamento (E)	1	42,78125	42,78125	5,11	0,0501
Testemunha capinada (TC)	1	144,50000	144,50000	17,27	0,0025
E vs TC	1	119,02500	119,02500	14,23	0,0044
Tratamento primário	3	306,30620	102,10210	12,21	0,0016
Resíduo (a)	9	75,28480	8,36498		
Parcelas	15				
Quantidade de palha (Q)	3	33,36750	11,12250	1,04	0,3979
E x Q	3	5,69625	1,89875	0,18	0,9100
Resíduo (b)	18	192,15120	10,67507		
Total	39				

**Apêndice H** - Resumo da análise de variância para a característica número de panícula. São Bento, MA, 2015.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Bloco	3	135,4396	45,14653		
Espaçamento (E)	1	502,9209	502,92060	0,29	0,6032
Testemunha capinada (TC)	1	1760,6180	1760,61800	1,02	0,399
E vs TC	1	10636,0800	10636,08000	6,14	0,354
Tratamento primário	3	12899,6200	4299,87300	2,48	0,1274
Resíduo (a)	9	5124,0900	569,34330		
Parcelas	15				
Quantidade de palha (Q)	3	5257,2900	1752,43000	11,91	0,0002
E x Q	3	94,6793	31,55975	0,21	0,8851
Resíduo (b)	18	2649,3410	147,18560		
Total	39				

**Apêndice I** - Resumo da análise de variância para a característica produtividade de grãos. São Bento, MA, 2014/2015.

FV	GL	SQ	QM	F	P-valor
Bloco	3	37428,74	12476,25		
Espaçamento (E)	1	65451,67	65451,67	0,11	0,7469
Testemunha capinada (TC)	1	99114,88	99114,88	0,17	0,6917
E vs TC	1	17540780,00	17540780,00	29,68	0,0004
Tratamento primário	3	17705340,00	5901780,00	9,99	0,0032
Resíduo (a)	9	5318491,00	590943,40		
Parcelas	15				
Quantidade de palha (Q)	3	2973793,00	991264,30	31,20	0,0000
E x Q	3	69874,66	23291,55	0,73	0,5457
Resíduo (b)	18	571792,00	31766,24		
Total	39				