



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM
ECOSSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO
MUNICÍPIO DE MARI - PB**

TAYRON RAYAN SOBRINHO COSTA

AREIA - PB
NOVEMBRO DE 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM
ECOSSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO
MUNICÍPIO DE MARI - PB**

Autor: Tayron Rayan Sobrinho Costa

Orientador: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

AREIA - PB
NOVEMBRO DE 2018

TAYRON RAYAN SOBRINHO COSTA

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM
ECOSSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO
MUNICÍPIO DE MARI - PB**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para a
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fabio Mielezrski

**AREIA – PB
NOVEMBRO DE 2018**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C838d Costa, Tayron Rayan Sobrinho.

Desempenho produtivo de genótipos de arroz em ecossistemas e correlação com imagens aéreas no município de Mari - PB / Tayron Rayan Sobrinho Costa. - Areia - PB, 2018.
30 f. : il.

Orientação: Fabio Mielezrski.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Arroz. 2. produtividade. 3. imagem aérea. 4. oryza sativa. I. Mielezrski, Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

TAYRON RAYAN SOBRINHO COSTA

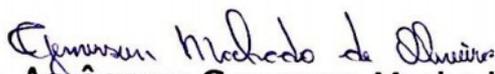
**DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM
ECOSSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO
MUNICÍPIO DE MARI – PB**

MONOGRAFIA APROVADA EM: 29/11/2018

BANCA EXAMINADORA


Prof(a) Dr(a). Fábio Mielezski
Orientador(a)


MSc. Adeláido de Araújo Pereira
Examinador


Eng. Agrônomo Gemerson Machado de Oliveira
Examinador

DEDICATÓRIA

*A Odin pela
sabedoria, a Thor
pela força,*

*A meus pais
E a todos aqueles que
de alguma forma
ajudaram para a
minha formação.*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao pai dos deuses, Odin pela sua sabedoria, e a Thor pela força para sustentar as batalhas cotidianas e transpor cada obstáculo que surgiu me permitindo aprendizado e experiência, assim me tornado cada vez mais sábio.

Aos meus Pais, Osvaldo Carlos Vasconcelos Costa e Flaviana Regina Veloso Sobrinho Costa, sem eles com certeza não estaria aqui hoje, por muitas vezes tirando de onde não tinha para incentivar meus estudos, sempre torcendo pelo meu sucesso e aconselhando para o bem, espero algum dia retribuir e orgulhar-los.

A minha irmã Taynne, que mesmo com todas as nossas diferenças nunca deixou de torcer pelo meu sucesso (assim desconfio). As minhas duas avós, Sônia Regina e Ivone Costa, pelo amor proporcionado a mim, e também Livia Pontes, razão de muitas vezes me estressar, mas em compensação, me dar muita força e está comigo nas batalhas do dia-a-dia como minha namorada e mulher.

A todos meus Amigos que conheci aqui na cidade de Areia durante esses últimos seis anos, dividindo e proporcionando tantas alegrias e histórias que vão ficar ao longo da vida.

Agradecer ao Orientador deste trabalho e da vida, Prof. Dr. Fabio Mielezrski sempre humilde e de bom coração, disponível e austero para tirar dúvidas e prestar esclarecimentos, e agradecer em especial a Adeláido Araújo, o grande mestre.

Agradecer a Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, a me proporcionar a formação de agrônomo. E por fim a esta cidade que tive o prazer de viver esses últimos anos da minha vida como graduando, me proporcionando histórias e alegrias que vou levar para sempre em minhas memórias.

A todos, o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	1
LISTA DE IMAGENS.....	1
LISTA DE TABELAS.....	2
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1. Importância econômica do arroz.....	6
3.2. Importância do arroz vermelho na Paraíba.....	7
3.3. Morfologia da cultura do arroz.....	7
3.4. Ecofisiologia do Arroz.....	9
3.5. Índices de vegetação.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	13
4.2 ANÁLISES BIOMÉTRICAS.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	19

LISTA DE IMAGENS

FIGURA 1:Experimento com o sistema em terras altas, localizado no assentamento Tiradentes, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018. 17

FIGURA 2:Experimento com o sistema irrigado, na comunidade tradicional Sitio Açude Grande, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018. 17

FIGURA 3:Resultado do índice de vegetação MPRI para cada parcela individualmente sob sistema irrigado no assentamento Tiradentes, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018. 18

FIGURA 4:Resultado do índice de vegetação GLI para cada parcela individualmente sob sistema irrigado no assentamento tiradentes, Mari-PB, imagem do dia 15/07/2018. 18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1:Tipos de onda e seus respectivos comprimentos das bandas espectrais. 11

TABELA 2:Aplicações das diferentes bandas espectrais. 11

TABELA 3:Demonstrações das formulas para o calculo dos respectivos índices seguidas de suas referências. 13

TABELA 4:Médias das cultivares para número de sementes, comprimento da panícula e produtividade sobe os sistemas irrigado e terras altas, Mari-PB/2018. 16

TABELA 5: Médias das cultivares para altura de plantas, largura da folha bandeira e comprimento da folha bandeira sobe os sistemas irrigado e terras altas. 16

COSTA, Tayron Rayan Sobrinho. **DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM ECOSSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO MUNICÍPIO DE MARI – PB.** Areia – PB, 2018. --p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

No Brasil, o arroz é cereal que se desenvolve bem, proporcionando ao país o título de maior produtor do cereal na América do Sul. O Brasil tem previsão de cultivar durante a safra 2017/18, 1.966,7 milhões de hectares de arroz, sendo 72,8% de arroz irrigado, com produtividade média de 7.514 kg/ha, comparado com a baixa produtividade de 2.378kg/ha em terras de arroz em sequeiro. A produção do arroz na Paraíba está muito abaixo da demanda pelo produto e, apesar de possuir elevado potencial, em termos de várzea, topografia e mananciais de água para a exploração rizícola. O trabalho foi conduzido no Município de Mari – Paraíba, em duas localidades, sendo um no sistema de cultivo em sequeiro, localizado na comunidade tradicional Sítio Açude Grande, nas coordenadas 9221499.22 S, 246739.15 O, altitude de 133 m. O segundo local permite o sistema irrigado para o experimento, onde se localiza no assentamento Tiradentes, nas coordenadas 9226721.67 S, 247364.83 O, com altitude de 141 m. Para este experimento a irrigação. A execução do experimento em campo ocorreu durante o período de maio/2018 a agosto/2018. As cultivares BRS-esmeralda, BRS-pepita e BRS-sertaneja se apresentaram superiores, sendo estas indicadas para plantio em sistema irrigado, para plantio em terras altas as 3 cultivares apresentadas anteriormente mais a variedade crioula tipo A demonstram qualificação para produtividades.

Palavras-chaves: Arroz, produtividade, imagem aérea, oryza sativa.

COSTA, Tayron Rayan Sobrinho. **DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ARROZ EM ECOSISTEMAS E CORRELAÇÃO COM IMAGENS AÉREAS NO MUNICÍPIO DE MARI – PB.** Areia – PB, 2018. --p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.

ABSTRACT

In Brazil, rice is a well-developed cereal, giving the country the title of largest cereal producer in South America. Brazil plans to grow during the 2017/18 crop, 1,966.7 million hectares of rice, of which 72 , 8% of irrigated rice, with an average yield of 7,514 kg / ha, compared to a low yield of 2,378 kg / ha in dry rice land. Rice production in Paraíba is well below the demand for the product and, despite having a high potential, in terms of floodplain, topography and water sources for irrigation. The work was conducted in the municipality of Mari - Paraíba, in two localities, one in the dry farming system, located in the traditional community of Açude Grande, coordinates 9221499.22 S, 246739.15 O, altitude of 133 m. The second site allows the irrigated system for the experiment, where it is located in the Tiradentes settlement, at coordinates 9226721.67 S, 247364.83 O, with an altitude of 141 m. For this experiment the irrigation. The execution of the field experiment occurred during the period from May / 2018 to August / 2018. The cultivars BRS-emerald, BRS-nugget and BRS-sertaneja presented higher, being these indicated for planting in irrigated system, for planting in high lands the 3 cultivars presented previously plus the variety Creole type A demonstrate qualification for productivities.

Keywords: Rice, productivity, aerial image, oryza sativa.

1. INTRODUÇÃO

O arroz é da família *Gramineae (Poaceae)*, gênero *Oryza* e espécie *Oryza sativa L.*, sendo esta, uma espécie cultivada com grande importância em todo o mundo, tornando-o um dos cereais de maior consumo e fonte de alimento principal para mais da metade da população mundial (Qasimet al., 2013).

No Brasil, o arroz é um dos cereais que se desenvolve bem, destacando o país como maior produtor do cereal na América do Sul. De acordo com a CONAB (2018), o Brasil tem previsão de cultivar durante a safra 2017/18, 1.966,7 milhões de hectares de arroz, sendo 72,8% de arroz irrigado, com produtividade média de 7.514 kg/ha, comparado com a baixa produtividade de 2.378kg/ha em terras de arroz em sequeiro.

O estado da Paraíba em 2017 produziu 1331,48 toneladas de arroz (com casca), sendo 0,01% da produção nacional que é de 11.615.634,24 toneladas para o mesmo ano. Os motivos para que ocorra esta baixa produtividade, que se situa na faixa dos 926,16 kg/ha (IBGE, 2018), são, entre outras, a adaptabilidade das cultivares e os sistemas adotados que tornam esta produtividade abaixo do cenário nacional, que possui produtividade média de 6554,55 kg/ha (IBGE, 2018).

Não se atende apenas para a fenologia, mas também a tecnologias empregadas, observa-se que, ao longo dos anos, o Sensoriamento Remoto tem obtido resultados expressivos enquanto provedor de informações. Esse sucesso é inerente à sua alta capacidade para subsidiar dados a respeito da interação planta e luz, conforme pode ser observado em Ponzoni e Shimabukuro (2010).

Para tal, utilizam-se os índices de vegetação que são baseados em imagens providas de satélites. São várias as aplicações dadas aos índices de vegetação, como, por exemplo, na agricultura (Camargo et al., 2007). Não só satélites, mas o uso de veículos aéreos não tripulados (VANT's) tem seu potencial, quando para o monitoramento da vegetação, destacam-se principalmente os sensores imageadores, que registram informações nas regiões espectrais do visível, infravermelho e infravermelho termal (SALAMÍ, BARRADO e PASTOR, 2014).

O índice MPRI (*Modified Photochemical Reflectance Index*) também é baseado na diferença normalizada entre duas bandas, porém, o mesmo utiliza as bandas da região do verde e do vermelho, sendo independente de uma banda do infravermelho. Se observado o comportamento da vegetação ao longo do visível (R G B) é possível observar que a relação existente entre as bandas da região do verde e do vermelho é similar à relação existente entre as bandas do infravermelho e do vermelho (LILLESAND e KIEFER, 1994).

O desenvolvimento estrutural de um dossel vegetal é estreitamente influenciado pela atividade fotossintética, Esse desenvolvimento estrutural pode ser caracterizado pelo IAF (*Índice de Área Foliar*) que é um dos parâmetros biofísicos comumente utilizados para monitorar as condições de crescimento das culturas agrícolas e pode ser correlacionado à disponibilidade de N no ambiente. Este índice se relaciona positivamente com os processos de perfilhamento e de acumulação de matéria seca (Panhwar, 2004).

2. OBJETIVOS

Busca-se correlacionar os dados de crescimento e produtividade com o de imagens aéreas a fim de distinguir e apontar dentre as genótipos de arroz e manejos utilizados qual apresenta o maior desempenho produtivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Através de imagens aéreas e geoprocessamento, apontar antes da colheita a produtividade esperada próximo à realidade, caso haja interação entre os índices de produção e os índices de vegetação.
- b) Avaliar o desempenho produtivo entre os genótipos em Mari-PB

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Importância econômica do arroz

O gênero *Oryza* pertence à família Gramineae (Poaceae), ordem Glumiflorae, subfamília Ehrhartoideae, e tribo Oryzae (Vaughanet al., 2003). em 1753 o gênero foi descrito por Linnaeus, onde ele aponta possuir duas espécies cultivadas (*Oryza sativa* L. e *Oryzaglaberrima* Steud) de genoma diplóide ($2n = 24$ cromossomos) AA, e cerca de 21 espécies silvestres distribuídas nos trópicos da África, Ásia, Américas e Austrália que podem possuir genoma diplóide ou tetraplóide, representando os genomas AA, BB, CC, BBCC, CCDD, EE, KK, KKLL, FF, HH/LL, HHJJ, GG e JJ (Shivrain et al., 2010). O arroz esta entre as espécies mais cultivadas atualmente no Rio Grande do Sul, apresentando altas produtividades e boas qualidades de consumo, mas segundo Elias (2003) é suscetível a fatores adversos do meio.

Segundo dados da Fundação das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, o consumo brasileiro de arroz é de aproximadamente 52,5 quilogramas por habitante por ano (base casca). Apesar de ser inferior ao consumo mundial médio por habitante (84,8 kg/hab/ano), este valor é considerado alto, se comparado com o consumo per capita dos países desenvolvidos (16,7 kg/hab/ano). No mercado internacional, segundo dados do United States Department of Agriculture (USDA), a produção mundial de arroz base beneficiado ficará acima dos 486,26 milhões de toneladas na Safra 2017/18, expansão de 0,11 milhões de toneladas em relação à safra 2016/17. Esse resultado é reflexo, principalmente, do incremento produtivo da China, Tailândia e Vietnã, apesar de se identificarem reduções nas colheitas da Índia e do Estados Unidos da América (EUA), que tiveram problemas climáticos ao longo de 2017. Ademais, para os EUA é previsto uma redução de área. Sobre o consumo mundial, este está estimado em 480,5 milhões de toneladas, o que representa retração de 1,1 milhão de toneladas (CONAB, 2018).

O Rio Grande do Sul tem a maior produção, que representa 86,37% da produção brasileira. Na safra 2017/2018, cultivou mais de um milhão de hectares de arroz irrigado, totalizando uma produção próxima a oito milhões de toneladas de arroz em

casca. A região sul do Brasil também se destaca por abrigar o maior número de indústrias do arroz (CONAB, 2018).

Pelotas é um dos maiores centros de beneficiamento de arroz da América Latina, industrializando aproximadamente 11,4% da produção do Rio Grande do Sul com 33 indústrias de beneficiamento instaladas (IRGA, 2006).

3.2. Importância do arroz vermelho na Paraíba

O arroz vermelho foi introduzido no Brasil pelos portugueses no século XVI, na então capitania de Ilhéus. No entanto, ali não conseguiu se desenvolver, mas teve grande aceitação no Maranhão nos dois séculos seguintes. Em 1772 o cereal foi até proibido de ser cultivado pelo Governador do Maranhão. Com isso, a produção migrou para região semi-árida, onde ainda é encontrado, principalmente no estado da Paraíba (SLOW FOOD, 2010).

A Paraíba é o maior Estado produtor de arroz vermelho do Brasil e onde ele ainda é conhecido como “arroz da terra”, sendo sua produção concentrada nas regiões do Vale do Piancó e Vale do Rio do Peixe (PEREIRA, 2004).

3.3. Morfologia da cultura do arroz

Morfologia é a parte da botânica que trata da estrutura da planta e das partes que a compõem. As partes da planta de arroz se dividem em órgãos vegetativos, que compreendem as raízes, os colmos (caule) e as folhas, e os órgãos florais, que compreendem a panícula constituída por um conjunto de espiguetas. A seguir, são descritos, sucintamente, cada um dos órgãos que compõem a planta de arroz.

3.3.1. Raiz

As raízes seminais, ou embriogênicas, são aquelas que se desenvolvem a partir do promeristema da raiz do embrião. São acompanhadas de raízes seminais secundárias, todas elas desenvolvendo raízes laterais. Persistem apenas por um curto período de tempo após a germinação, sendo logo substituídas pelo sistema secundário de raízes adventícias (PINHEIRO, 1999).

Com o desenvolvimento da planta, novas raízes podem surgir dos nós dos colmos, acima do nível do solo. Geralmente, as raízes adventícias atingem uma profundidade de 50 cm, sendo que 46% de sua massa se desenvolvem na superfície do solo. Um sistema de raízes longas e ramificadas é característica de extrema importância ao arroz de terras altas, pois propicia melhor absorção da água disponível no solo (FONSECA et al. 2008).

3.3.2. Caule

Para Guimarães (2002) o caule da planta de arroz é composto por um colmo principal e um número variável de colmos primários e secundários, ou perfilhos. O colmo é constituído por nós e entrenós. É envolvido pela bainha antes da floração, porém pequena parte dele é exposta, abaixo da panícula, após a floração.

O diâmetro externo dos entrenós, de 2-6 mm, varia com a sua posição, tipo de caule (colmo principal ou perfilho) e condições ambientais. Apresenta um espaço central vazio denominado cavidade medular. Feixes vasculares maiores encontram-se distribuídos no meio dos tecidos do entrenó. Adicionalmente, feixes vasculares menores localizam-se próximo da epiderme. Ocorrem, também, bolsas de ar entre os feixes vasculares (YOSHIDA, 1981).

O alongamento máximo, já observado, foi de 25 cm/dia, porém o comum é de 2 a 10 cm/dia, bem como as características dos entrenós, comprimento, diâmetro e espessura, determinam a resistência ao acamamento (VERGARA et al., 1965).

3.3.3. Folha

A primeira folha surgida do coleótilo difere das demais por ser cilíndrica e não apresentar lâmina. Ela é denominada de prófalo ou folha incompleta. A segunda folha, e todas as demais, são dispostas de forma alternada no colmo, surgindo a partir de gemas situadas nos nós. A porção da folha que envolve o colmo denomina-se bainha e a pendente é a lâmina (GUIMARÃES, 2002).

Na junção dessas duas partes situa-se o colar, do qual emergem dois pequenos apêndices em forma de orelha, sendo por essa razão denominados de aurículas, e uma estrutura membranosa em forma de língua, denominada lígula (Figura 8). A partir do colmo principal originam-se de oito a quatorze folhas, dependendo do ciclo da cultivar. A última folha a surgir em cada colmo denomina-se folha-bandeira. Genótipos diferem quanto ao comprimento, largura, ângulo de inserção, pubescência e cor das folhas, entre outros (PINHEIRO, 1999).

As nervuras são distribuídas paralelamente na lâmina foliar. Nelas estão os feixes vasculares e os espaços vazios. Os estômatos estão em ambos os lados da superfície da folha. Na bainha também ocorrem feixes vasculares, maiores e menores, e também espaços vazios, grandes e bem desenvolvidos, entre os feixes vasculares (Figura 9). Estes espaços vazios, assim como os presentes nas folhas, conectam os estômatos às raízes, através dos espaços vazios do caule. Eles são denominados de aerênquimas. Este sistema de conexão permite o suprimento adequado de oxigênio às raízes das plantas, mesmo no sistema de produção inundado (YOSHIDA, 1981).

3.3.4. Panícula

A panícula do arroz, denominada também de cacho, é constituída por uma haste central, denominada raquis, e por uma série de ramificações, as quais as espiguetas se inserem, esta panícula permanece ereta na floração, porém quando as espiguetas estão na

fase de enchimento ou quando os grãos estão formados ou maduros, geralmente curva. As espiguetas se ligam às ramificações por meio de pedicelos(CHANG, 1965).

Dependendo das cultivares, as panículas podem ser abertas, compactas ou intermediárias, e, segundo o ângulo de inserção nas ramificações primárias, classificam-se em eretas, pendentes ou intermediárias (PEDROSO, 1982).

3.3.5. Espiguetas

Guimarães et al (2002) afirma que as espiguetas são formadas por dois pares de brácteas ou glumas, que envolvem a flor do arroz. Após a formação do grão, essa estrutura vai constituir a casca. O par inferior é rudimentar, sendo suas glumas denominadas lemas estéreis. As glumas do par superior denominam-se lema e pálea, ambas podem ter uma extensão filiforme denominada arista. As espiguetas ligam-se às ramificações das panículas por meio de pedicelos curtos.

Para Fonseca (2008) Denomina-se de espiguetas o conjunto formado pelos dois pares de brácteas superiores, dois pares de brácteas inferiores e a flor propriamente dita. As brácteas superiores, após a formação do grão, constituem as cascas, botanicamente denominadas de glumelas. A maior delas possui 5 nervuras, sendo uma central, carena, duas medianas e duas marginais; a menor, chamada pálea, possui 3 nervuras, uma central e duas marginais. No grão maduro, as brácteas inferiores são denominadas de glumas estéreis.

3.3.6. Grãos

O grão de arroz com casca compreende o ovário desenvolvido, a lema e a pálea, a ráquila, as lemas estéreis e a arista, quando presente. O grão sem casca denomina-se cariopse ou fruto-semente, o qual está protegido também pelo pericarpo - película resultante das paredes do ovário – que é onde se encontram os pigmentos responsáveis pela coloração vermelha dos genótipos de arroz vermelho e preto. O pericarpo se divide em epicarpo, mesocarpo e endocarpo e apresenta sulcos longitudinais que correspondem à posição das nervuras, devido à pressão exercida pelas glumelas sobre o fruto-semente durante o seu desenvolvimento. (CASTRO, 1999).

3.4. Ecofisiologia do Arroz

O arroz no Brasil é cultivado em dois ecossistemas de produção denominados terras altas e irrigado por inundações, sob diferentes sistemas de cultivo. O ecossistema de terras altas, que engloba o sistema de produção sem uso de irrigação, é o mais difundido territorialmente.

O arroz de terras altas ganhou espaço no cenário nacional de produção de grãos em função do avanço da fronteira agrícola para a região dos Cerrados. Foi considerado a principal cultura nesta região agrícola (CRUSCIOL et al., 1999) e seu cultivo ocorria em áreas de abertura para implantação de pastagens ou em áreas para fins agrícolas onde era cultivado por um a dois anos em solos preparados e corrigidos de forma

precária (GUIMARÃES; STONE, 2004).

Atualmente, a região central do Brasil é a mais importante no cultivo tradicional mecanizado de arroz de terras altas. Nesta região, as propriedades agrícolas são caracterizadas por apresentarem áreas bastante extensas, em que o cultivo tradicional do arroz de terras altas vem sendo utilizado desde o início dos anos setenta, considerando o estímulo das políticas governamentais para a produção de alimentos (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006; GUIMARÃES et al., 2006).

Em função do baixo requerimento em fertilidade e tolerante a solos ácidos, o arroz de terras altas foi pioneiro durante o processo de ocupação agrícola do Cerrado brasileiro na década de sessenta. Entre os anos de 1975 e 1985, a cultura chegou a ocupar área superior a 4,5 milhões de hectares, apresentando produtividade média em torno de 1 tonelada por hectare (PINHEIRO, 2003).

O ecossistema de terras altas corresponde a 49% da área total cultivada com arroz no Brasil e contribuiu com 21% da produção nacional. A baixa produtividade, cerca de 1800 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2009) é consequência especialmente do déficit hídrico causado pela irregularidade pluvial na época de cultivo, desencadeando uma série de problemas metabólicos e fisiológicos, e, conseqüentemente, perdas na produção (GUIMARÃES et al., 2007).

No Brasil, destacam-se como regiões climaticamente favoráveis ao cultivo do arroz de terras altas, parte do Maranhão e do Mato Grosso, Rondônia e Pará (GUIMARÃES et al., 2006). Os estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, no geral são regiões consideradas desfavoráveis para o cultivo de arroz de terras altas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Dentre as cultivares disponíveis destaca-se a BRS Esmeralda que é uma cultivar de arroz de terras altas, indicada pela Embrapa para as lavouras de Mato Grosso, de Goiás e da região sul do Pará, com produtividade média acima de 4 mil quilos por hectare. Além disso, tem moderada resistência às principais doenças do arroz e ao acamamento, apresenta maior tolerância ao estresse hídrico, o que lhe garante maior rusticidade. O ciclo médio dessa cultivar, da emergência à colheita, varia de 105 a 110 dias (EMBRAPA, 2007).

3.5. Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto, cujo conceito clássico é dado por Lillesand e Kiefer (1994): "... é a ciência e a arte de se obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação". já Garcia diz que Sensoriamento Remoto pode ser definido de maneira ampla como a detecção da natureza de um objeto sem que haja contato direto entre o referido objeto e o sistema sensor (GARCIA, 1982).

Todos os materiais da superfície terrestre com temperatura superior a zero absoluto (0°K) podem emitir, refletir, transmitir ou absorver seletivamente Radiação Eletromagnética – REM. Na maioria das vezes, contudo, o uso do sensoriamento remoto em estudos da vegetação, inclui a reflectância como o fenômeno físico mais

analisado, isto foi descrito por Ponzoni(2001). Para ele, a fonte de Energia Eletromagnética (EM) mais importante para o Sensoriamento Remoto é a radiação solar.

O Sol constitui-se na mais importante fonte de radiação natural para a Terra. A radiação eletromagnética (REM) é definida como sendo a forma de energia que se move à velocidade da luz, sendo em forma de ondas ou de partículas eletromagnéticas, não necessitando de um meio material para se propagar no espaço (ROSA, 2003).

Rosendo (2005) descreve que a representação contínua da radiação eletromagnética, em termos de comprimento de onda, frequência ou energia, é denominada espectro eletromagnético. O espectro eletromagnético é subdividido em faixas que representam regiões com características próprias, em termos de processos físicos de detecção de energia, como pode ser observado a seguir (tabela 1):

TABELA 1: Tipos de onda e seus respectivos comprimentos das bandas espectrais.

TIPO DE ONDA	BANDA ESPECTRAL
Raio γ	<0,003 – 0,4 μm
Raios-X	0,03 – 3,0 nm
Ultravioleta	0,003 – 0,4 μm (0,4 – 0,72 μm)
Espectro visível	Blue - 0,45 – 0,50 μm
	Green - 0,50 – 0,54 μm
	Red - 0,65 – 0,72 μm
Infravermelho próximo	0,72 – 1,3 μm

Schultz (2000) apresenta as aplicações das bandas espectrais extraídas das imagens de satélite, descritos na tabela 2.

TABELA 2: Aplicações das diferentes bandas espectrais.

BANDA ESPECTRAL	APLICAÇÃO
Blue	Penetração d'água, uso do solo, características da vegetação, sedimentos
Green	Reflectância verde da vegetação saudável
Red	Discriminação da vegetação devido à absorção da clorofila vermelha
Infravermelho próximo	Biomassa, identificações solo-colheita, limites da terra-água

Sendo assim, as imagens obtidas digitalmente, são geradas pelos sistemas sensores, discretamente, e constituída por um arranjo de elementos (dígitos) sobre a forma de malha ou grade regular. A área de cruzamento entre colunas e linhas dessa malha é chamada de pixel, do inglês “picture element”. A cada pixel é atribuído um valor numérico indicativo da intensidade da radiação eletromagnética denominada nível de cinza (NC). Os NCs variam em tonalidades que vão do preto (nível mínimo) ou branco (nível máximo) (BENVENUTI, 2005).

Para Backes (2010) dados provenientes de sensores remotos, auxiliados por

Sistemas de Informações Geográficas (SIG), têm sido muito utilizados para o mapeamento, monitoramento, caracterização, estudo da evolução do uso do solo, gerenciamento de propriedades, dentre outras atividades ambientais e agrônômicas, pois, fornecem informações periódicas, de extensas áreas e com menor custo do que as metodologias tradicionais.

3.5. Índices de vegetação

Para Machado et al. (1985), a reflectância engloba os efeitos de muitos fatores biofísicos, tais como elevação solar, tamanho, estrutura e geometria das plantas, tamanho, anatomia e idade das folhas, arranjo das plantas no campo, entre outros.

Em duas regiões do espectro a luz é fisiologicamente eficaz – na faixa da radiação ultravioleta ao azul, e na faixa do vermelho até próximo ao infravermelho. O alongamento e o fototropismo são regulados por receptores de luz azul, tais como o caroteno e a riboflavina (LARCHER, 1986).

Conforme Moreira (2003), nem toda radiação que atinge a planta tem efeito sobre ela. As radiações eletromagnéticas, cujos comprimentos de onda são capazes de induzir uma resposta fisiológica na planta, isto é, capaz de provocar uma reação fotoquímica, são denominadas radiação fisiologicamente ativa (RFA). Da radiação solar que chega à superfície da Terra, ao atingir a planta (aproximadamente 50% do total que chega à planta), uma parte dessa radiação é absorvida pelos pigmentos contidos na folha, participando do processo de fotossíntese entre outros.

Segundo Acco (2004), existe uma variedade de índices de vegetação que têm sido desenvolvidos para auxiliar no monitoramento da vegetação. A maior parte está baseada em interações entre a vegetação e a energia eletromagnética nos comprimentos de onda do vermelho e do infravermelho próximo. Para ela, a reflectância na região do vermelho (cerca de $0,6 - 0,7 \mu$) é baixa devida à absorção pelos pigmentos das folhas (principalmente clorofila). A região do infravermelho (aproximadamente $0,8 - 0,9 \mu$), entretanto mostra caracteristicamente alta reflectância por causa do espalhamento por parte da estrutura das células das folhas.

Folhas mais grossas têm a tendência de transmitir pouco e absorver muito e vice-versa (CURRAN, 1995). Os constituintes da folha que são mais importantes do ponto de vista da interação com a radiação são: a celulose que é encontrada nas paredes celulares, os solutos (íons e moléculas), espaços intercelulares e pigmentos dentro dos cloroplastos (PONZONI, 2010).

Os índices de vegetação são combinações aritméticas simples baseadas no contraste entre as respostas espectrais da vegetação na região do vermelho e do infravermelho e podem ser entendidos como razões matemáticas entre bandas. Para LILLESAND e KIEFER (1994), o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, em inglês (*Normalized Difference Vegetation Index*), serve para separar vegetação verde do solo usando imagens LANDSAT MSS. Esse índice expressa a diferença entre as bandas do infravermelho próximo e vermelho normalizada pela soma de suas bandas.

Não se obtendo apenas este índice, existem vários outros, e estes podem ser expressos na tabela 3 a seguir:

TABELA 3: Demonstrações das formulas para o calculo dos respectivos índices seguidas de suas referências.

ÍNDICE	REFERÊNCIA	DEFINIÇÃO*
RVI	PERSON & MILLER (1972)	IVP / V
NDVI	ROUSE (1974)	(IVP-V) / (IVP+V)
TVI	DEERING (1975)	(NDVI + 0,5) ^{1/2}
TTVI	PERRY & LAUTENSCHLAGER (1981)	ABS (NDVI + 0,5) ^{1/2}
SAVI	HUETE (1988)	(IVP-V) / (IVP + V + L) * (1+L)

* V, IVP refere-se a reflectância na faixa espectral do visível e do vermelho próximo, respectivamente e L é uma constante para minimizar a influência do solo.

Na literatura são encontrados mais de 50 índices de vegetação, entretanto, os dois mais comumente usados são SAVI e NDVI (ACCO, 2004).

Yang et al. (2008) propõe entre outros, o índice MPRI (Modified Photochemical Reflectance Index). O MPRI também é baseado na diferença normalizada entre duas bandas, porém, o mesmo utiliza as bandas da região do verde e do vermelho, sendo independente de uma banda do infravermelho. Se observado o comportamento da vegetação ao longo do visível (R G B) é possível observar que a relação existente entre as bandas da região do verde e do vermelho é similar à relação existente entre as bandas do infravermelho e do vermelho.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O projeto foi instalado no Município de Mari – Paraíba, em dois locais, sendo um no sistema de cultivo em sequeiro, onde se localiza na comunidade tradicional Sitio Açude Grande, nas coordenadas 9221499.22 S, 246739.15 O (**figura 1**), altitude de 133 m. O segundo local permite o sistema irrigado para o experimento, localizado no assentamento Tiradentes, nas coordenadas 9226721.67 S, 247364.83 O (**figura 2**), com altitude de 141 m. Para este experimento a irrigação. A execução do experimento em campo ocorreu durante o período de maio/2018 a agosto/2018. A classificação de Köppen para a região é Aw, clima tropical com estação seca de inverno, temperaturas que variam de 28 a 20 °C e pluviosidade de 1012 mm anual, sendo mais concentrada nos meses de Maio a Julho. Ambos os solos foram corrigidos segundo o manual de adubação de Pernambuco versão segunda, ano 2008.

Os dois experimentos foram montados com o delineamento em 4 blocos casualizados com 5 tratamentos, sendo as cultivares BRS-ESMERALDA, BRS-SERTANEJA, BRS-PEPITA, e duas variedades Crioulas denominadas variedade crioula de Arroz Vermelho A e variedade crioula de arroz Vermelho B. Cada bloco conteve 5 parcelas, totalizando 20 parcelas por experimento. Cada parcela teve 4 linhas (5 metros) sendo a distância

entre linhas de 0,5 metros. As cultivares foram semeadas em linha, contendo densidade de plantio de 70 sementes/m linear. No experimento irrigado a lâmina de irrigação entrou principalmente nas fases de maior exigência da cultura, tendo uma faixa de 4 a 6 mm/dia.

O manejo fitossanitário foi apenas a capina de 15 em 15 dias após germinação até obter cobertura quase total das entrelinhas. Para controle de pragas e doenças não foi utilizado nenhum produto defensivo sintético ou agroecológico.

Para o sistema sequeiro tivemos estes dados de pluviosidade, maio com 121,6 mm, junho = 55,9, julho = 53,9, e agosto com 10,9. Dados estes cedidos pela EMATER-PB do escritório de Mari.

4.2 ANÁLISES BIOMÉTRICAS

Para avaliação de crescimento, foram utilizadas técnicas de análise biométricas que consistem em medir parâmetros de crescimento da planta aos 30 dias após a semeadura e com intervalos de 15 dias entre cada avaliação, totalizando 4 avaliações. Estes parâmetros foram altura, largura da folha bandeira e comprimento da folha bandeira.

4.3 ANÁLISES DE PRODUTIVIDADE

Foi utilizado o uso de parâmetros que possibilitem a mensuração da produção e da produtividade das cultivares em questão no projeto, estes parâmetros serão número de grãos por panícula, comprimento da panícula, produtividade em Kg/ha.

4.4 GEOPROCESSAMENTO DAS IMAGENS OBTIDAS COM O VANT

As imagens aéreas foram obtidas com uso de um VANT da marca DJI® modelo Phantom4 e câmera do próprio VANT. Estas imagens foram processadas através do uso do programa AgisoftPhotoscan® para geração do orthomosaico, posteriormente foi trabalhada no QGIS® versão 2.18, para geração de mapas temáticos com a classificação dos índices de vegetação.

Estas imagens foram obtidas como um VANT da marca DJI® com o sensor (câmera) do próprio veículo. Nestas imagens estão sendo apresentado o sentido norte-sul dos experimentos, bem como localização das parcelas. Estas imagens foram recolhidas no período entre 11:00 AM e 12:00 AM, para evitar diferença radiométrica, buscando não interferir no resultado.

Os índices foram o índice de diferença normalizada verde-vermelho ou *Modified Photochemical Reflectance Index* (MPRI) e índice de folha verde ou *Green leaf index* (GLI). Através da equação $MPRI = (G - R) / (G + R)$ onde: R é as informações obtidas para a região do Vermelho, G às informações obtidas para região do Verde. Calculados os índices MPRI, foi utilizado o R® para medir a correlação existente entre os índices extraídos e dados obtidos em campo da mesma área.

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi para a avaliação a correlação dos dados de produtividade e de biometria com os índices de vegetação. Para avaliar a produtividade, foi utilizado o método de Tukey a 5% de probabilidade, para correlação e comparação de médias de produtividade fez-se uso do programa R®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas tabelas 4 e 5 a capacidade produtiva das variedades e cultivares avaliadas bem como os parâmetros agrônômicos (biometria) os quais foram mensurados no trabalho. Apresentou-se com diferenças estatísticas com Tukey a 5% os parâmetros produtividade e número de sementes. Para comprimento de panícula não houve diferença significativa.

Na tabela 4 podemos observar que as maiores produtividades para irrigado e terras altas foram 2300,83 kg/ha para a BRS-sertaneja e 1095,08 kg/ha para a BRS-pepita. Sob o sistema irrigado vemos que apenas a variedade crioula arroz vermelho B apresentou diferença, sendo inferior a demais. Mesmo sendo em solos diferentes, aparentemente houve uma diferença de -52,40% de queda da produtividade quando se compara diretamente as maiores produtividades sem uso de algum teste estatístico, fato parecido foi descrito por Guimarães (2007) quando apresenta mesmo fato com o resultado de 46% de queda na produtividade. Isto fisiologicamente é explicado, pois a água é de suma importância para o desenvolvimento dos vegetais, influenciando diretamente na floração e produção. A deficiência hídrica pode desencadear outros estresses abióticos, como a alta temperatura das plantas e deficiência de nutrientes. Portanto cultivares de arroz mais tolerantes à deficiência hídrica, que mantenham crescimento e produtividade durante os períodos irregulares de chuva, são necessárias para estabilizar a produção, assim demonstrando a importância da irrigação principalmente para o arroz, que, segundo o autor, é uma cultura bastante exigente em água e com regularidade (GUIMAREÃES, 2007).

Na tabela 5 observamos que não há nenhuma diferença estatística entre os genótipos e os parâmetros avaliados dentro de cada ecossistema, este fato é discrepante ao que foi demonstrado por Guimarães (2007), onde ele expõe que para altura houve diferença entre as cultivares/variedades e da maior para menor apresentou uma diferença de aproximadamente 30 cm. Para os dados desta pesquisa a variação no irrigado ficou de 11,49 cm e para terras altas de 15,21 cm. Possivelmente todas as variedades/cultivares avaliadas tanto em irrigado como em terras altas apresentam adaptação as condições locais, assim não demonstrando estatisticamente diferença entre as médias das cultivares/variedades submetidas a análise. Através dos dados podemos observar que como na produtividade, houve um decréscimo do irrigado quando comparado com terras altas no quesito altura de planta, demonstrando que este é de -21,34%. Isto também se repete para largura e comprimento da folha bandeira, onde apresentou diferença negativa de 0,03 cm ou 1,87% para largura da folha e 0,94 cm ou 3,53% para comprimento da folha. Para Guilherme (2017) as cultivares de arroz irrigado apresentaram melhor desempenho, produzindo mais que as cultivares de terras altas.

Portanto, para o produtor que pretende usar altas tecnologias e ter maior retorno em produtividade, as cultivares de arroz irrigado são mais adequadas ao cultivo nesse sistema. O autor também afirma que já é esperado este tipo de resultado, pois o irrigado por si só é um sistema com mais tecnologia, assim expressando isto produtividade.

TABELA 4: Médias das cultivares para número de sementes, comprimento da panícula e produtividade sobre os sistemas, irrigado e terras altas, Mari-PB/2018.

CULTIVARES	Nº de sementes ¹		Comprimento da panícula (cm)		Produtividade ¹ (Kg/ha)	
	Irrigado	Terras altas	Irrigado	Terras altas	Irrigado	Terras altas
BRS-Pepita	111,67 a	89,21 a	23,50 a	18,98 a	1903,62 a	1095,08 a
BRS-Esmeralda	109,54 ab	107,05 a	23,08 a	20,25 a	2159,54 a	673,79 a
BRS-Sertaneja	99,17 ab	88,83 a	23,61 a	21,29 a	2300,83 a	838,63 a
Variedade Crioula Arroz vermelho B	72 b	0,00 b	20,94 a	21,32 a	595,00 b	0,00 b
Variedade Crioula Arroz vermelho A	67,87 c	95,71 a	20,79 a	21,12 a	2071,20 a	866,16 a
CV(%)	22,58	56,73	6,26	4,86	38,32	59,93

¹Diferença de média registrada em coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5: Médias das cultivares para altura de plantas, largura da folha bandeira e comprimento da folha bandeira sobre os sistemas, irrigado e terras altas.

CULTIVARES	Altura de plantas (cm)		Largura da folha bandeira (cm)		Comprimento da folha bandeira (cm)	
	Irrigado	Terras altas	Irrigado	Terras altas	Irrigado	Terras altas
BRS-Pepita	54,36 a	48,59 a	1,60 a	1,34 a	26,62 a	25,68 a
BRS-Esmeralda	62,94 a	35,9 a	1,62 a	1,57 a	24,29 a	20,82 a
BRS-Sertaneja	51,45 a	49,51 a	1,62 a	1,47 a	20,52 a	23,88 a
Variedade Crioula Arroz vermelho B	57,34 a	44,99 a	1,55 a	1,55 a	20,75 a	22,89 a
Variedade Crioula Arroz vermelho A	59,32 a	34,3 a	1,38 a	1,49 a	20,65 a	18,19 a
CV(%)	7,76	16,70	6,52	6,35	12,24	12,95

¹Diferença de média registrada em coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2. CORRELAÇÃO COM AS IMAGENS

Como os resultados estatísticos de produtividade apresentaram uma diferença percentual de 52,40% negativos, ou seja, demonstrando superioridade do sistema irrigado apenas levando em conta este fator, assim trabalhamos apenas a imagem do irrigado, sendo estes resultados expostos nas imagens 3 e 4.

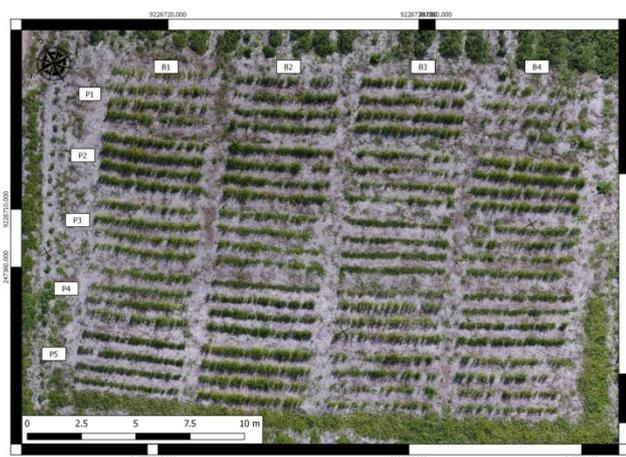


Figura 1: Experimento com o sistema sequeiro, na comunidade tradicional Sitio Açude Grande, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018.

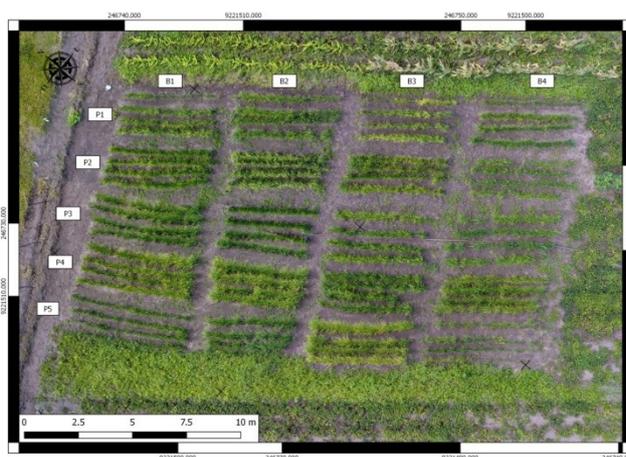


Figura 2: Experimento com o sistema em irrigado, localizado no assentamento Tiradentes, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018.

Para o índice MPRI obtivemos através da imagem 3, por meio de cálculos raster no programa QGIS versão 2.18, os resultados para cada parcela que variaram de 0.195 a 0.714, valores igual ou abaixo de zero foram excluídos por serem a resposta do solo ou outros corpos diferentes das plantas, com o índice GLI conseguimos os valores máximos por parcela entre 0.78 e 0.35.

A correlação entre os índices de vegetação (IV) e os parâmetros avaliados tanto para produtividade como para biometria, estão dispostos nos gráficos 1 e 2 abaixo. Nota-se que a correlação do MPRI com os parâmetros avaliados obtiveram correlação negativa para todos, exceto largura de folha bandeira (LFB) que expressou correlação de 0.18. O valor para comprimento de panícula (CP) foi de -0.61, ou seja, correlação inversamente proporcional de 61%. Para o comprimento de folha bandeira (CFB) o valor foi de -0.75. Já o número de sementes (NS) apresentou correlação -0.36, e produtividade -0.41, e altura de planta (AP) com -0.48. Camargo et al (2007) apresentou valores semelhantes de correlação para índice de área foliar (IAF), só que a correlação foi positiva, ele explica que os baixos valores de R^2 encontrados no trabalho podem estar associados a maior espalhamento dos IV conforme ocorre o aumento do IAF, possivelmente devido à saturação.

O mesmo ocorre quando correlacionamos o GLI com os parâmetros avaliados, neste caso todos apresentaram correlação negativa, porém em quase todas as correlações houve um aumento no valor, apresentando o GLI com melhor correlação quando comparado com o MPRI neste caso. Os valores da correlação são para produtividade -0.45, CP -0.53, NS -0.67, AP -0.34, CFB -0.92 e LFB -0,19.

Os índices não representaram correlação acima de 0.8, que seria bastante satisfatório, assim excluindo a utilização destes índices para estimar produtividade diretamente, para tal se faz necessário um trabalho mais específico para geração de uma regressão e assim comparar as curvas de crescimento.

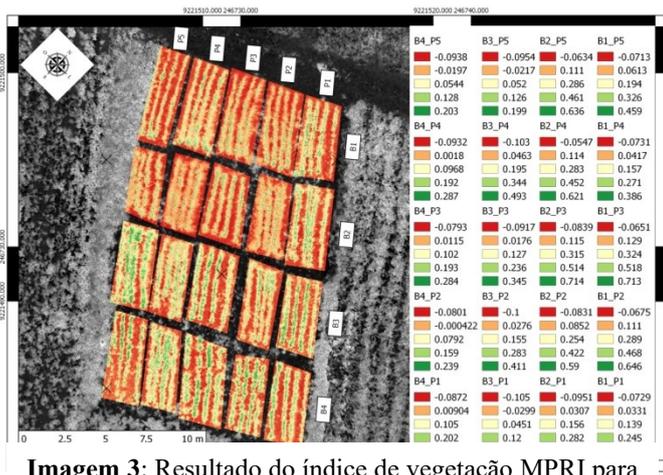


Imagem 3: Resultado do índice de vegetação MPRI para cada parcela individualmente sob sistema irrigado no assentamento Tiradentes, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018.

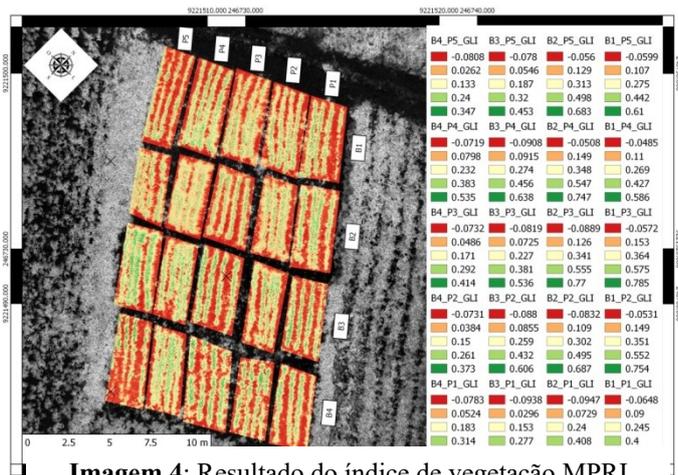


Imagem 4: Resultado do índice de vegetação MPRI para cada parcela individualmente sob sistema irrigado no assentamento Tiradentes, Mari-PB. Imagem do dia 15/07/2018.

	NS	CP	Kg/ha	MPRI	GLI
NS	1	0.24	0.51	-0.36	-0.67
CP	0.24	1	0.63	-0.61	-0.53
Kg/ha	0.51	0.63	1	-0.41	-0.45
MPRI	-0.36	-0.61	-0.41	1	0.93
GLI	-0.67	-0.53	-0.45	0.93	1

Gráfico 1: Correlação entre a produtividade (kg/ha), Nº de sementes por panicula (NP), comprimento da panicula (CP) e os índices de vegetação MPRI e GLI.

	AP	LFB	CFB	MPRI	GLI
AP	1	-0.28	0.12	-0.48	-0.34
LFB	-0.28	1	0.45	0.18	-0.19
CFB	0.12	0.45	1	-0.75	-0.92
MPRI	-0.48	0.18	-0.75	1	0.93
GLI	-0.34	-0.19	-0.92	0.93	1

Gráfico 2: Correlação entre a altura de planta (AP), largura da folha bandeira (LFB), e comprimento da folha bandeira (CFB) e o índice de vegetação MPRI e GLI.

6. CONCLUSÃO

As cultivares BRS-esmeralda, BRS-pepita e BRS-sertaneja e variedade crioula tipo A demonstram qualificação para produtividades em sistema irrigado e sequeiro.

Se torna importante a realização de novos experimentos em outros anos agrícolas para melhor compreensão dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKINBILE, C.O. **Assessment of the CERES-Rice model for rice production in Ibadan, Nigeria**. Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2013 pág:19-26, acesso em 25 ago. 2018
- ACCO, Mônica. **Modelagem de dados do satélite Ikonos II para estimativa de micronutrientes na floresta ombrófila mista montana**. 2004.
- BACKES, Kátia Simone et al. **Variações do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) do sensor modis associadas a variáveis climáticas para o estado do rio grande do sul**. Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS, 2010.
- BENVENUTI, Fernando Aparecido et al. **Relação de índices espectrais de vegetação com a produtividade da cana-de-açúcar e atributos edáficos**. 2005.
- CHANG, T. T.; BARDENAS, E. A. **The morphology and varietal characteristics of the rice plant**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1965. 40 p. (IRRI.Technical bulletin, 4.
- CAMARGO, F. F.; ADAMI, M.; BREUNIG, F. M.; MANTELLI, L. R.; COSTA, M. C.; PONZONI, F. J.; FREITAS, J. G. **Avaliação de Índices de Vegetação e de Índice de Área Foliar na caracterização espectral de dosséis de trigo (Triticumaestivum, L. - IAC-370)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. Pág: 103-110. CD-ROM; On-line. Disponível em:<<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.09.19.38/doc/103-110.pdf>> Acesso em: 25Ago. 2018.
- CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**: Safra 2017/18Acomp. safra bras. grãos, v. 11 Safra 2017/18 - Décimo primeiro levantamento, Brasília, pág. 1-148 <Acesso em 25 ago. 2018>
- CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. **Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 56, n. 1 p. 53-62, 1999
- CURRAN, P.J. **Principles of Remote Sensing; Longman Scientific & Technical**: New York; 1995.
- CASTRO, E. da M. de; VIEIRA, N. R. de A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 34).
- ELIAS, M.C. Rice: **quality and industry**. In: Rice Yearbook, 2003. Pelotas: Editora Gazeta, 2003. 147f.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sócioeconomia**. 2009. Disponível em: <<https://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 15 outubro de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Informações Técnicas Sobre o Arroz de Terras Altas: Estados de Mato Grosso e Rondônia Safra 2007/2008**. 2007. Disponível em: . Acesso em: 26 outubro de 2018.

FONSECA, Jaime Roberto Fonseca et al. **Descritores botânicos, agronômicos e fenológicos do arroz (Oryza sativa L.)**. Embrapa Arroz e Feijão, 2008.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Origem, história e morfologia. Manual da cultura do arroz**. Funep. Jaboticabal. p.29-58. 2006.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens**. Editora Nobel, UNESP, Campos de Rio Claro (SP), p. 248-293, 1982.

GUIMARÃES, Cleber Moraes; FAGERIA, NandKumar; BARBOSA FILHO, Morel Pereira. **Como a planta de arroz se desenvolve**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 99, 2002.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F. **Arroz de terras altas em rotação com soja**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 34. n.3. p. 127-132, 2004.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; MORAIS, O. P. **Resposta de Cultivares e Linhagens Elites de Arroz de Terras Altas ao Déficit Hídrico**. EMBRAPA Arroz e Feijão, Comunicado Técnico, 151, dez, 2007.

HORMAZA, P., FUQUEN, E.M., ROMERO, H.M. **Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis***. Scientia Agricola. 2012; pág:275-280.

Instituto brasileiro de pesquisas geográficas e econômicas – IBGE. 2018. <http://www.sira.ibge.gov.br/bda/> <Acesso em 25 Ago. 2018>

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Editora E.P.U., São Paulo, p.33-182, 1986.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. 3. ed. United States of América: Marketing Manager, 1994.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; CAMARGO, M.B.P.; FAHL, J.I. **Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar**. Bragantia, Campinas, v. 44 (1): p. 229-238, 1985.

MOREIRA, M.A.; **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologia de aplicação**. UFG, 2003.

- PANHWAR, F. **The role of nitrogen fertiliser in agriculture**. ChemLin, 2004, pág. 1-19
- PINHEIRO, B.S. **Cultivo do arroz de terras altas**. EMBRAPA Arroz e Feijão. Sistemas de Produção N° 1, ISSN 1679-8869, Versão eletrônica. n.1. jul. de 2003.
- PINHEIRO, B. da S. **Características morfológicas da planta relacionada à produtividade**. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (eds.). A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.116- 147.
- PONZONI, F. J. **Comportamento Espectral da Vegetação. In. Sensoriamento Remoto – Reflectância dos alvos naturais**. Editora UnB, Embrapa, Brasília (DF), p. 157-199, 2001.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. 2010. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2010. 128 p.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. 2010. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2010. 136 p.
- QASIM, S. M., JUAN, L. Y., FARRUKH S. M., NAEEM M., MIN W.C., DONG L. X. **Yield and yield components in autotetraploid and diploid rice genotypes ('Indica and Japonica') sown in early and late seasons**. Australian Journal of Crop Science. 201, pág: 632-41.
- ROSENDO, J. dos S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari -MG- utilizando dados do sensor Modis**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, Uberlândia: EDUFU, 2003.
- SALAMI, E.; BARRADO, C.; PASTOR, E. **UAV flight experiments applied to the Remote Sensing of vegetated areas. Remote Sensing**, v. 6, 2014, pág. 11.051-11.081,
- SCHULTZ, G. A.; ENGMAN, E. T.; (EDS.). **Remote Sensing in Hidrology and water management**. Edit. Engineering - Germany. 483 pág. 2000.
- SHIVRAIN, V. K., BURGOS, N. R., AGRAMA, H. A., LAWTON-RAUH, A., LU, B., SALES, M. A., BOYETT, V., GEALY, D. R., MOLDENHAUER K. A. K. **Genetic diversity of weedy red rice (Oryza sativa) in Arkansas**. Weed Research, USA, v. 50, n. 4, p. 289-302, ago. 2010.
- VERGARA, B.S.; LILIS, R.; TANAKA, A. **Studies of the internode elongation of the rice plant. I. Relationship between growth duration and internode elongation**. Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, v.11, p.246-250, 1965.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.