

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**FENOTIPAGEM DE LINHAGENS DE ARROZ DE *TERRAS ALTAS* SOB DÉFICIT
HÍDRICO NO CERRADO TOCANTINENSE**

**GURUPI-TO
JULHO DE 2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**FENOTIPAGEM DE LINHAGENS DE ARROZ DE *TERRAS ALTAS* SOB DÉFICIT
HÍDRICO NO CERRADO TOCANTINENSE**

Thômas Vieira Nunes
Eng. agrônomo

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Tocantins
(UFT), Campus Universitário de
Gurupi no dia 29 de julho de 2009,
como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal.

**GURUPI-TO
JULHO DE 2009**

Trabalho realizado junto ao laboratório de *Ecofisiologia Vegetal*, Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, sob orientação do Professor Antônio Clementino dos Santos.

Banca examinadora:

Dr. Antônio Clementino dos Santos
Universidade Federal do Tocantins

Dra. Susana Cristine Siebeneichler
Universidade Federal do Tocantins

Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal
Universidade Federal do Tocantins

Dr. Aloísio Freitas Chagas Junior.
Universidade Federal do Tocantins

Esta Dissertação foi apresentada em 29 de julho de 2009, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

A DEUS, por me conceder o dom da vida;
Ofereço

Ao senhor Abdias (in memorian) e Benedita, meus pais, por serem essenciais em meus ensinamentos, exemplos de vida e dignidade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal pelas orientações, ensinamentos e paciência.

Prof. Dra. **Susana Cristine** Siebeneichler pelas orientações, mas também pela amizade e apoio, muito obrigado.

Aos Drs. Paulo Hideo Nakano Rangel, Antônio Clementino dos Santos e Márcio Elias Ferreira Thiago Gledson Rios Terra: pelas orientações, apoio e amizade.

À Universidade Federal do Tocantins, especialmente ao Campus Universitário de Gurupi pela oportunidade de concluir essa etapa acadêmica.

Aos professores da UFT, pela disponibilidade plena na elucidação das dúvidas, muito obrigado.

Aos servidores da Universidade Federal do Tocantins pela dedicação, amizade e colaboração.

Aos colegas bolsistas de graduação em agronomia, pelo comprometimento e contribuição no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos colegas Eliane, Joabes e Rafael, bolsistas do ensino médio pela contribuição e amizade.

Aos colegas de curso pelos momentos especiais de descontração e de companheirismo.

Aos colegas do *Ruraltins*, pelo apoio e torcida por mais esta nossa empreitada rumo ao conhecimento, muito obrigado.

Ao *Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins – RURALTINS*, por conceder – me a oportunidade do aperfeiçoamento profissional, muito obrigado.

E ao Projeto *Orygens* pela oportunidade a dissertação junto a este arranjo de pesquisa voltado ao agronegócio do arroz no Brasil.

ÍNDICE	Pág.
RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS	13
REVISÃO DE LITERATURA	14
Origem e domesticação.....	14
Dispersão do arroz no mundo, na América e no Brasil.....	15
Importância sócia - econômica.....	17
Estado do Tocantins: condições edafoclimáticas e as baixas produtividades do arroz de terras altas.....	16
A planta e o estresse do ambiente.....	16
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
Florescimento.....	28
Temperatura do dossel.....	31
Altura de planta.....	32
Perfilhamento.....	34
Esterilidade de espiguetas.....	35
Peso de grãos (P100).....	37
Número de grão por panícula (NGP).....	38
Produção de grãos e ISS.....	41
Coefficientes de correlação de Pearson.....	42
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE TABELAS

Tabelas		Pág.
1	Características química e física do solo da área experimental, fevereiro de 2007.	23
2	Características química e física do solo da área experimental, fevereiro de 2008.	23
3	Lista de linhagens e progenitores selecionados segundo a média dos valores do ISS ano 2007 e 2008.	28
4	Fonte de variação (FV), quadrado médio do resíduo ($QM_{\text{resíduo}}$) e Coeficiente de variação (CV) de linhagens de arroz de terras altas submetidos a dois regimes hídricos: com estresse (CE) e sem estresse (SE).	28
5	Floração sob dois regimes hídricos: sem (SE) e com déficit (CE), em linhagens de arroz de terras altas médias de 2007 e 2008.	29
6	Médias de dois anos de avaliação (2007 e 2008) da temperatura do dossel foliar de dezenove acessos e dois progenitores de arroz de terras altas com e sem estresse hídrico.	31
7	Valores médios de altura de plantas em linhagens de arroz de terras altas sob estresse hídrico em dois anos de avaliação.	33
8	Emissão de perfilho por m^2 em linhagens de arroz de terras altas no tratamento sem estresse (SE) e com estresse hídrico (CE) em média de dois anos: 2007 e 2008.	34
9	Valores médios de esterilidade de espiguetas em linhagens de arroz de terras altas sob duas condições hídricas com e sem déficit hídrico em médias de 2007 e 2008.	35
10	Médias de peso de cem grãos (P100) em linhagens de arroz de terras altas sob duas condições hídricas sem estresse (SE) e com déficit hídrico (CE) em dois anos de avaliação 2007 e 2008.	38
11	Número de grãos por panícula (NGP) em linhagens de arroz de terras altas sob condições hídricas ideais (SE) e com déficit hídrico (CE) em dois anos de avaliação: 2007 e 2008.	39
12	Médias da produção de grãos sob condições ideais (SE), com déficit hídricos (CE) e Índice de Suscetibilidade a Seca de linhagens de arroz de terras altas em dois anos de avaliação 2007 e 2008.	41
13	Coeficientes de correlação de Pearson, média de dois anos de avaliação entre variáveis morfofisiológicas e agronômicas de linhagens de arroz de terras altas sob duas condições de disponibilidade hídrica: SE e CE.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Temperaturas máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) durante o período de junho a dezembro de 2007, na cidade de Gurupi, Tocantins.....	23
2	Temperaturas máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) durante o período de junho a dezembro de 2008, na cidade de Gurupi, Tocantins.....	24

Anexos

- 1** Barras irrigadoras: componente do sistema auto – propelido instalado na EEP-UFT, Gurupi – TO (2008).
- 2** Tensiômetro instalado na área do tratamento sem estresse hídrico.
- 3** Parcela experimental do trabalho. EEP, Gurupi – TO (2008)
- 4** Termômetro laser (a), utilização nas aferições da temperatura de dossel, (b) área com estresse e (b') área sem estresse hídrico na EEP, Gurupi - TO (2008)

LISTA DE SIGLAS

CNPAF – Centro Nacional de Pesquisa com Arroz e Feijão

CENARGEN – Centro Nacional de Recursos Genéticos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISS – Índice de Susceptibilidade à Seca

SEAGRO – Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento.

UFT – Universidade Federal do Tocantins

RESUMO

A cultura do arroz é uma das principais fontes de energia e proteína para metade da população mundial. No entanto a ocorrência de adversidade nas condições ideais ao pleno desenvolvimento das plantas, sobretudo o estresse de seca, a cada dia vem se tornando uma das principais causas de perdas no rendimento produtivo da cultura. O presente trabalho objetivou a caracterização fenotípica de vinte linhagens de arroz de terras altas provenientes do cruzamento PT x CH considerando também as variáveis fitotécnicas ligadas à produção e focadas na tolerância à seca, nas condições edafoclimática do cerrado sul tocantinense sob dois manejos de disponibilidade de água sem estresse (SE) e com déficit hídrico (CE). Avaliou-se a temperatura do dossel, produção de grãos, número de dias para floração, emissão de perfilhos por m², esterilidade de espiguetas, peso de cem grãos, número de grãos por panícula e altura de planta e índices de suscetibilidade a seca (ISS). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste “t” e as médias submetida ao critério de agrupamento de Scott & Knott (1974). O ISS diferiu nas respostas dentre as linhagens observadas. A linhagem 73 apresentou o maior intervalo entre a emergência e o florescimento já as linhagens 213, 29 e 34 apresentaram maior precocidade no ambiente SE. O menor porte de planta foi observado nas linhagens 180 e 102 e a maior altura de planta foram obtidas na linhagem 99 no ambiente SE, já no CE a menor e a maior altura de planta foi obtida pelo progenitor PT e linhagem 212. A temperatura do dossel no tratamento não diferiu, já linhagem 18 apresentou menor temperatura de dossel. A esterilidade de espiguetas no ambiente SE foi maior nas linhagens 102, 99, 170 e 240. Já no ambiente CE a maior esterilidade de espiguetas foi obtidas pelo progenitor CH, já a linhagem 73 e 240 obtiveram os menores valores. No ambiente SE observando a variável peso de cem grão as linhagem 121 apresentou maior peso, já a linhagem 99 seguidas dos dois progenitores PT e CH obtiveram o menor valor de peso de 100 grãos, no tratamento CE o maior e menor peso de cem grãos foi obtido pelas linhagens 121, 73, respectivamente. As linhagens 121, 212, 161, 102, 73 apresentam menor ISS. O grupamento das linhagens 212, 161, 102 e 73 obtiveram a maior produtividade em ambos os ambientes.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, deficiência hídrica, Índice de suscetibilidade a seca - ISS.

ABSTRACT

Rice cultivation is one of the main sources of energy and protein for half the world's population. However the occurrence of adversity in ideal conditions to the full development of plants, particularly drought stress, each day has one of the main causes of productive income losses of culture. This work CPU installed phenotypic characterization of twenty rice lines from crossing Highlands en x CH whereas fitotécnica variables also linked to production and focused on drought tolerance, under the conditions tocantinense climatic of cerrado South from two maneja ment water availability without stress (SE), and with water deficit (CS). Assessed-canopy temperature, grain production, number of days for flowering, perfilhos/m², sterility of spikiletos, a hundred weight, number of grains per panicle grains and plant height and susceptibility drought indices (ISS). The data obtained were subjected to analysis of variance by test "t" and medium subjected to grouping criterion of Scott & Knott (1974). The ISS differed in the responses from the observed lines. The line 73 presented greater interval between the emergency and the blossoming already lines 213, 29 and 34 presented greater has on the environment. The smaller businesses have been observed in plant lineages 180 and 102 and plant height of line 99 were obtained in the environment is already in the CS the smallest and the largest plant height was obtained by parent PT and lineage 212. The temperature of the canopy in treatment does not differed, already tabled less lineage 18 canopy temperature. The sterility of espiguetas in the environment was higher in lineages 102, 99, 170 and 240. Already in the CS environment more sterility of espiguetas was obtained by parent CH, already line 73 and 240 obtained the lowest values. The environment variable is observing a hundred Grand the weight line 121 presented greater weight already lineage 99 followed genders PT and CH obtained the lowest weight value of 100 grains in treatment EC the largest and less weight than a hundred grains was obtained by lineages 121, 73, respectively. The linhagens 121, 212 161, 102, 73 have less ISS. The grouping of lines 212 161, 102 and 73 the increased productivity in both environments.

Key-Words: *Oryza sativa*, draught deficiency, index susceptibly drought.

INTRODUÇÃO

Fonte de energia e proteínas para aproximadamente metade da população mundial o arroz é um dos cereais cultivados de importância econômica e social, sobretudo em países em desenvolvimento. Ocupa 159 milhões de hectares, cuja produção cresce (1,8 %) em relação a 2007, chegando à previsão de 661,9 milhões de toneladas para a safra 2008/2009 (FAO, 2009).

No entanto, o crescimento populacional, e a conseqüente demanda por alimentos, crescem em ritmo superior aos incrementos de produção, fato que afeta os estoques mundiais, portanto aumentaria o risco de possível desabastecimento nos próximos anos.

A premente necessidade de suprir a demanda por alimento, fez com que o cultivo de arroz ocupasse, também, áreas marginais, em sistema de *terras altas*, dependente da precipitação pluviométrica, sem a presença permanente de lâmina de água em superfície. Tal fato haveria levado a expressão de mecanismos ou processo morfofisiológicos resultando em seleção natural e induzida de variedades tradicionais quanto à expressão de mecanismos de tolerância ao ambiente propenso à seca. A importância da distribuição, intensidade e frequência da precipitação pluviométrica como fatores determinantes para a obtenção de eficiência produtiva no cultivo de terras altas (GUIMARÃES et al., 2002). Porém, em diferentes locais, verificou-se a redução gradativa da produção em função da ação de fatores do ambiente como: temperatura, seca, salinidade e baixa disponibilidade de nutrientes, causando modificações bioquímicas e fisiológicas, que comprometeriam funções essenciais ligada à produção (MACAN-MARKAR, 2008). Adversidades relacionadas à baixa temperatura, seca, baixa disponibilidade de nutrientes e salinidade são condições que afetam negativamente a produção e o crescimento das culturas. As respostas das plantas aos estresses ambientais têm sido estudadas intensamente (THOMASHOW, 1999).

O estresse relacionado à seca pode ser considerado um dos principais fatores de limitação em ecossistemas de *terras altas* (RANGEL, 2008). No entanto, de acordo com estudos na tentativa de mitigar os impactos do estresse abiótico do meio evidenciaram a identificação de sinais metabólicos e morfofisiológicos como resposta de organismos vegetais submetidos a condições adversas de temperatura,

disponibilidade de água e salinidade em varias regiões agroclimáticas no mundo. Estes trabalhos buscam a caracterização do fenótipo que estariam relacionados às expressões gênicas induzidas pelo estresse. Portanto a identificação destes caracteres de tolerância poderá ser a alternativa sustentável aos programas de melhoramento para o uso racional dos recursos naturais, sobretudo no uso da água na orizicultura, tanto em sistema de produção irrigado quanto em *terras altas*, reduzindo a demanda hídrica sem prejuízo aos rendimentos e incrementando a produção, respectivamente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Selecionar linhagens de arroz de *terras altas* tolerantes ao estresse de seca no cerrado tocantinense, as quais poderão ser utilizadas em posteriores trabalhos de melhoramento genético para obtenção de cultivares produtivas sob este tipo de estresse.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar características morfofisiológicas e produtivas em linhagens de arroz de *terras altas* submetidas ao estresse de seca, em dois anos consecutivos: 2007 e 2008.
2. Determinar o Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS) de linhagens de arroz de *terras altas*.
3. Identificar as correlações entre as variáveis e a produção de grãos.

REVISÃO DE LITERATURA

Origem e domesticação

O gênero *Oryza* pertence à família Poaceae, subfamília *Oryzoideae* tribo *Oryzeae*. Este gênero apresenta duas espécies conhecidas e utilizadas em cultivos: *O.sativa* L, a mais conhecida, e *O. glaberrima* Steud (CHANG; VAUGHAN e MORISHIMA, 2003). A primeira caracteriza-se por ampla distribuição mundial e as variedades cultivadas no Brasil seriam provenientes desta espécie. A segunda espécie possui distribuição mais restrita, cultivada somente no continente africano (TORO, 2006; VAUGHAN e MORISHIMA, 2003).

Espécie autógama diplóide, com flores hermafroditas, o arroz possui o número de cromossomos de $n = 12$ e $2n = 24$. Seu ancestral selvagem, *Oryza rufipogon*, encontra-se, nas formas anual, perene e intermediária, distribuído no continente asiático, povoando ecossistemas distintos de clima tropical e subtropical. O consenso em relação ao ancestral comum ainda não existiria, no entanto a descendência seria justificada por evidência sobre a domesticação de alguma destas formas (MATSUO, 1997; LI et al., 2000; VAUGHAN e MORISHIMA, 2003). No entanto, de acordo com Rangel (2008), estudos recentes sobre as formas de domesticação e relações filogenéticas do evidenciam o *rufipogon* ou *O.nivara* como o ancestral comum do arroz.

Dois grandes grupos caracterizam as espécies cultivadas: *indica* e *japonica* que diferem quanto às adaptações morfofisiológicas, expressas em características distintas, como tolerância à seca, tolerância ao acamamento, tolerância ao frio e ao calor, respostas distintas à fertilidade dos solos e nutrição de plantas, habilidade de competir, taxa de crescimento e regulação do potencial osmótico (MATSUO, 1997; LI et al., 2000; CHANG; VAUGHAN & MORISHIMA, 2003). Predominantemente, materiais do grupo *japonica* são encontrados no norte da Ásia, em terras altas de região montanhosa, e as variedades do *Indica* são encontradas em áreas de planícies nas zonas tropicais deste continente. No grupo *japonica* são descritos dois subgrupos: temperado e tropical. Neste último, são incluídos as *Javanica* ou *Bulus* (VAUGHAN e MORISHIMA, 2003). No grupo *indica* são encontrados diversos ecotipos: *Aus*, *Amam*, *Boro* e *Tjereth*, caracterizados por terem desenvolvido adaptações distintas às condições edafoclimáticas da Índia e Bangladesh (TORO, 2006).

Dispersão do arroz no mundo, na América e no Brasil.

Teve início de acordo com evidências e registros que os portugueses foi introduzido o ecotipo *japonica* tropical em Guiné Bissau, a partir da Indonésia, de onde se espalhou aos países da África Ocidental. No Brasil, durante o período de colonização, há evidências, que os portugueses introduziram um ecotipo *japonica* tropical. Existem referências ao fato de que esta cultura instalou-se na capitania de São Vicente no século XVI e no vale do Ribeira em São Paulo no século XVII, posteriormente distribuída pelo Brasil e sido constatado na costa do Maranhão no século XVII (MAGRINI e CANEVER, 2003). Nos demais países da América houve a introdução de materiais semelhantes, por ação da colonização espanhola. Portanto, a base genética que deu origem às antigas variedades de arroz de *terras altas* do Brasil e América Latina seriam, basicamente do subgrupo *japonica* tropical (TORO, 2006).

Importância sócio-econômica

A cultura do arroz detém grande importância na alimentação humana de várias regiões do mundo (GORANTLA et al., 2007). É o segundo cereal mais cultivado e o principal alimento para mais da metade da população do planeta (VAN NGUYEN e FERRERO, 2006). O Arroz colocou o Brasil em nona colocação na produção mundial na safra 2007/2008 e primeiro da América Latina (FAO, 2009). A produção mundial de arroz deverá aumentar na safra 2008/2009 cerca de 1,8% e poderá atingir 661,9 milhões de toneladas (FAO, 2009). No cenário interno, a produção anual também segue a tendência mundial, em 2008 foram alcançados 12 milhões de toneladas (IBGE, 2009; FAO, 2009).

No Brasil, o arroz é cultivado por grandes e pequenos produtores em todos os Estados da Federação, abrange dois grandes sistemas de produção: o de *terras altas* ou de *sequeiro*, com ou sem irrigação suplementar; e o de várzeas, neste estando representadas as áreas de arroz irrigado por inundação controlada, em várzeas sistematizadas ou em várzeas não sistematizadas (PRABHU e FILIPPI, 2006).

No Brasil, o Estado que se destaca como maior produtor é Rio Grande do Sul, o qual responde por mais de 50% da produção nacional. Já a outra metade corresponde aos estados de: Santa Catarina, Mato Grosso, Maranhão e Tocantins (CONAB, 2009). No Estado do Tocantins, na safra agrícola 2007/2008, foram cultivados cerca de 53 mil hectares de arroz irrigado, com rendimento médio de 4.481 kg ha⁻¹, o arroz cultivado em sistema de *terras altas*, ocupou área plantada de 107 mil hectares, alcançando apenas 1.828 kg ha⁻¹ de produtividade (CONAB, 2009; SEAGRO, 2009).

Estado do Tocantins: condições edafoclimáticas e as baixas produtividades do arroz de terras altas.

O Estado do Tocantins reúne diversas potencialidades para o cultivo do arroz, como posicionamento geográfico estratégico, infra-estrutura de escoamento de produção e condições edafoclimáticas favoráveis, contribuindo para o desenvolvimento do agronegócio da cultura no Estado. Tais aspectos são decisivos ao desenvolvimento da economia agrícola, sobretudo no que se refere aos investimentos em produção, beneficiamento e exportação de arroz para os demais Estados da Federação (IBGE, 2007). No entanto o estado possui 80% de seu território inserido no ecossistema de cerrado central brasileiro, portanto, de acordo com Datta (1981) nesta região ocorrem com frequência regular períodos definidos de déficit hídrico durante o ciclo de chuvas de verão, estes são conhecidos como “veranicos”. Estes influenciam negativamente no rendimento produtivo do arroz de terras no estado, além de condições de solos de baixa fertilidade natural, temperaturas elevadas baixo nível tecnológicos utilizados pelos orizicultores também contribuem. De acordo com Embrapa (2005) são fatores que desencadeiam internamente estímulos que promovem alterações em processos bioquímicos e fisiológicos nas plantas. As interações dos genótipos com as condições ambientais desfavoráveis afetam negativamente o desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente são expressas na forma de menores produtividades em plantas cultivadas.

A planta e o estresse do ambiente.

Condições ambientais desfavoráveis ao bom desenvolvimento do arroz, tais como altas e/ou baixas temperaturas, estresse de seca, solos de baixa fertilidade e

salinidade, dentre outros, causam perdas de rendimento produtivo em todos os continentes (HUANG et al., 2007; FICHER et al., 2003). Para Chaves e Oliveira (2004), a sustentabilidade em sistemas de produção de arroz fundamenta-se basicamente na busca por alternativas biológicas ou biotecnológicas, as quais possibilitem a obtenção de indivíduos que apresentem eficiência no uso dos recursos naturais. O estresse por deficiência hídrica, presentes no ecossistema de cerrados e ou savanas é resultado da constante interação no dinâmico sistema: “solo-planta-atmosfera” (TUONG e BOUMAN, 2003), induzindo as modificações nas plantas de ordem morfofisiológica e bioquímica (EMBRAPA, 2005). A planta perde para o meio externo, através dos poros estomáticos, a maior parte da água que é absorvida, liberando energia em forma de calor, regulando, assim, a sua temperatura interna. Cada poro é formado por um par de células esclerenquimáticas especializadas, denominadas células- guarda responsáveis pela regulação do tamanho da abertura do poro estomático (Raven et al., 2001; Taiz e Zeiger, 2004).

Jagadish et al. (2007), avaliando efeitos de estresse de temperatura sob cultivares de ecotipos *japonica* e *indica*, observaram, em dois anos, que as plantas ao serem submetidas à temperatura igual ou superior a 33,77 °C, por ocasião da floração, apresentam maior esterilidade das espiguetas, reduzindo a produção de grãos nas duas cultivares estudadas. De acordo com Embrapa (1998) o estresse promovido por temperaturas elevadas poderia ocasionar inúmeras alterações bioquímicas e metabólicas na célula, incluindo inativação enzimática em diversas vias metabólicas, redução da atividade fotossintética no cloroplasto e diminuição da fosforilação oxidativa na mitocôndria.

A tolerância à seca conforme Hoekstra et al. (2001) estaria possivelmente relacionada a interações moleculares ligados a manutenção da funcionalidade das membranas protéicas. Sobretudo da integridade na forma natural de macromoléculas vitais dos tecidos, desde que submetidos a ambiente de déficit hídrico.

Pesquisas realizadas na década de setenta com levantamentos de dados climatológicos históricos ao longo de 42 anos, evidenciaram que no cerrado central brasileiro ocorrem períodos de estresse por falta de chuvas regulares, intervalo este conhecido como: os *veranicos*, em frequência e duração distintas no mês de fevereiro (DATTA, 1981) nos demais meses a ocorrência de forma desuniforme reduzindo assim a possibilidade previsão.

Para Nguyen et al. (1997), os mecanismos fisiológicos de tolerância à seca estão relacionados ao uso moderado da água pela planta, redução da área foliar, controle da perda de água pelas folhas e habilidade das raízes em explorar camadas mais profundas do solo.

Sob condição de estresse hídrico do solo, a planta poderia desenvolver formas de reduzir a perda de água por transpiração, por meio da regulação estomática. Este mecanismo, por sua vez, induziria menor absorção de CO₂, gerando efeitos negativos sobre a taxa fotossintética e, conseqüentemente, reflexos indesejáveis sobre o vigor e a altura da planta, fertilidade do grão de pólen e produtividade, dentre outros (BOTA et al., 2004)

De acordo com Zou et al. (2007), avaliando genótipos de arroz em condição normal de irrigação e sob estresse, encontraram uma redução de altura de planta de até 12,5 cm, em média, na condição sob estresse, observou-se também correlação negativa da déficit hídrico com a altura de planta e a produção de grãos, ou seja, à medida que a planta expressava redução de porte haviam conseqüentemente perdas em produtividade.

Gomez et al. (2006) mostraram ter havido efeito de redução de altura de planta entre linhagens de geração F6 de arroz, oriundas do cruzamento das variedades Azucena (subespécie *japônica*) e Bala (subespécie *indica*), conduzidas sob estresse hídrico resultando na redução do porte das plantas submetidas a este tipo de estresse.

Os efeitos deletérios da seca variam em conseqüência da sua intensidade, freqüência e estágio de desenvolvimento das plantas, ou seja, os prejuízos causados pelo déficit hídrico dependem da demanda específica do arroz em cada estágio fenológico e da disponibilidade da água no solo (RANGEL, 2008).

Para Prasertsak e Fukai (1997), o peso de grãos é característica variável entre genótipos e até mesmo dentro do genótipo, dependendo da condição do ambiente, principalmente sob déficit hídrico. Portanto de acordo com Taiz e Zeiger, (2004) plantas sob estresse de seca têm dificuldades para transportar fotoassimilados da fonte para os drenos e este fenômeno estaria relacionado a deficiências ocasionadas pela ação do mecanismo estomático. Este seria induzido ao fechamento dos estômatos para uma vital redução nas perdas de água, este evento conseqüentemente paralisaria o fluxo natural da fotossíntese ocasionado pela deficiência de [CO₂] vindo da trocas gasosas ocorridas através das aberturas

estomáticas. Tal fato reduz significativamente a disponibilidade de fotoassimilados para o atendimento das demandas dos drenos constituídos.

Em trabalhos conduzidos sob condições controladas Stone et al. (1986) observaram que o estresse hídrico com duração de quatro dias, durante a fase reprodutiva, provocou redução de 60 a 87 % na produtividade. De acordo com Crussiol et al. (2001), é possível se definir a necessidade hídrica em cada estágio do ciclo da cultura, por meio do uso do coeficiente da cultura (K_c) em conjunto com a evapotranspiração, determinada através de levantamentos realizados por estações meteorológicas particulares instaladas nas propriedades ou oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

A elucidação dos mecanismos e interações adaptativas das plantas de arroz ao estresse hídrico é de fundamental importância no mapeamento das expressões gênicas, sobretudo na manipulação destas informações para obtenção de indivíduos tolerantes à seca (RANGEL, 2008). A mesma autora ressalta que a caracterização fenotípica mais aceita dos mecanismos morfofisiológicos de adaptação relacionados ao estresse de seca estaria ligada as respostas de interação genótipo x ambiente. A busca pela caracterização relacionada com tolerância à seca seria, então, a via mais rápida para o melhor entendimento dos QTL's (*Quantitative Trait Loci*) específicos presentes no genoma dos indivíduos superiores, contribuindo com o melhor entendimento de genes ou regiões genômicas relacionados com mecanismos de tolerância à seca (XU et al., 2005).

Fukai e Cooper (1994), pesquisando o desenvolvimento de resistência à seca em cultivares de arroz, observaram que o potencial hídrico nas folhas poderia estar inteiramente relacionado ao ajustamento osmótico, indicador promissor, neutralizando, portanto, os efeitos do rápido decréscimo no potencial da água da folha o qual prejudicaria a fotossíntese em função do fechamento estomático.

Nas fases iniciais do desenvolvimento, o estresse de seca poderá causar retardamento da floração. Já na fase de diferenciação floral ou emborrachamento, poderá aumentar o índice de esterilidade de espiguetas. A elevação das temperaturas nesta fase, também contribui para a redução na fertilidade, que, por ocorrência de distúrbios fisiológicos na formação dos grãos de pólen, torna-os estéreis, impossibilitando a fecundação e formação dos grãos (WADE et al. 1999).

Kumar et al. (2007) confirmaram em seus estudos que o efeito do estresse hídrico em genótipos de arroz estaria relacionado à produção de matéria seca, bem

com as interações entre as fases fenológicas e a ocorrência do déficit hídrico, portanto os materiais que conseguiram obter elevado aporte de matéria seca, desde que não submetidos ao estresse na fase de diferenciação floral, conseqüentemente obtiveram também maior índice de enchimento de grãos, diminuindo assim, a esterilidades das espiguetas.

Pesquisas relacionadas com tolerância à seca na cultura do arroz evoluem lentamente, pois o conhecimento do complexo de mecanismos depende da melhor compreensão das interações do genótipo com a grande diversidade nos tipos de estresse e ambientes de cultivo (LAFITTE et al. 2006). Conforme Wade et al. (1999), este fato poderia estar relacionado à expressão gênica induzida dos caracteres que apresentam correlação com o estresse de seca, pois são geralmente características de ordem quantitativa e apresentam considerável influência na interação genótipo x ambiente.

Em trabalhos com desenvolvimento de tolerância a seca observaram que por vários anos a modelagem de experimentos voltada à tolerância seca era dificultada por faltas dados e metodologia adequadas ao objetivo da pesquisa, (LAFITTE e COURTOIS, 2002; FUKAI e COOPER, 1994), este fato dificultava, aos programas de melhoramento, a seleção de indivíduos superiores (LAFITTE e COURTOIS, 2002). No entanto propostas presentes no manual para o melhoramento de arroz sob condições de seca, publicado pelo *Internacional Rice Researcher Institute* (IRRI) em 2003 (FISCHER et al., 2003), vêm contribuindo de forma decisiva para os avanços nos programas de melhoramento voltados à tolerância a seca em todo o mundo (LAFITTE e COURTOIS, 2002).

De acordo com Hayashi et al. (2007), em pesquisa com arroz no nordeste da Tailândia, constatou - se a importância da avaliação da fenologia da cultura, considerando as interações genótipo x ambiente nos estudos de tolerância à seca. Portanto, as expressões gênicas poderiam estar ligadas a estímulos bioquímicos internos, desencadeados pela interação dos genes com condições ambientais de adversidade, que resultaria ao final em maior esterilidade das espiguetas, menor produção de grãos, infertilidade dos perfilhos, dentre outros componentes de produção. Desta forma, o controle ambiental deve seguir critérios específicos para que sejam, ao final, obtidas informações consistentes. Já os mecanismos de escape de seca estariam relacionados a modificações de ciclo, maior aprofundamento e densidade de raiz, redução de porte das plantas, dentre outros.

De acordo com Lafitte et al. (2006), plantas de arroz sob estresse apresentam porte relativamente menor e mais variável entre genótipos quando comparadas àquelas cultivadas sem estresse hídrico. Tal observação pode ser atribuída à capacidade de cada genótipo em produzir e acumular mais ou menos fotoassimilados a serem convertidos em matéria seca e altura de planta, expressando-se de forma divergente sob situação de limitada disponibilidade hídrica. Entretanto, segundo Xu et al. (2005), vale ressaltar que durante o processo evolutivo do arroz de terras altas o mesmo desenvolveu mecanismos de escape a se induzidos por estímulos internos desencadeados por ações de fitormônios, os quais favoreceriam, por exemplo, o maior desenvolvimento radicular, diminuindo a mobilização dos fotoassimilados para a parte aérea, que por estar em contado direto com a demanda atmosférica contribuiria com a perda de água da planta para o ambiente. Condições de déficit hídrico comprometem a intensidade de emissões vegetativas primárias originárias de gemas meristemáticas presentes na base das folhas de cada nó não alongado, do colmo principal durante o crescimento vegetativo (Perfilhos). (GUIMARÃES, 2002).

Fisher e Maurer (1987), estudando a cultura do trigo sob estresse hídrico, desenvolveram modelo matemático para estimar o rendimento de grãos em ambiente com estresse hídrico, relacionando o rendimento de grãos sem e com estresse hídrico, assegurando a percepção de tendência, em genótipos selecionados, sob traços para a tolerância à seca.

Lazar et al. (1995) em estudos com trigo observam que a natureza expressão de susceptibilidade à seca poderia estar relacionada nos estudos de correlações entre parâmetros morfofisiológicos e fitotécnicos. Entretanto foi destacado também que a medida em que os materiais eram submetidos ao estresse seca as respostas foram uniformes entre os mesmos, de modo que as distinções em outras medidas da susceptibilidade a seca não pudessem ser atribuída somente ao rendimento de grão isoladamente. Conforme Lazar et al. (1995) a elucidação das interações e expressões fenotípicas dentre as populações de plantas cultivadas, seria de fundamental importância ao entendimento das relações genéticas, agrônômicas e de desenvolvimento relacionadas a respostas quanto a susceptibilidade à seca.

De acordo com Grzesiak et al. (1997) em trabalhos com feijão e ervilha observaram que os coeficientes de correlação entre as características fitotécnicas medidas e os valores do índice da susceptibilidade da seca (ISS) não eram na

maioria dos casos estatisticamente significativos, embora, em geral, fossem elevados, entretanto os mesmos afirmam que esta poderia ser a indicação de uma participação relativamente elevada das características medidas na variação total da tolerância à seca nos cultivares avaliados.

Impactos provocados por altas temperaturas em processos complexos, como a fotossíntese e respiração, são dependentes dos genótipos das plantas e condições de cultivo (CHAISSOMPONGPAN et al., 1990), podendo haver aumento ou diminuição da sua eficiência em determinada situação. Apesar de não ter sido ainda totalmente elucidado o possível papel bioquímico de algumas proteínas de choque térmico, numerosas evidências apontam para a existência de correlação entre a presença destas e o desenvolvimento de termo-tolerância em diversas espécies de plantas.

Jagdish et al. (2007), avaliando efeitos de estresse de temperatura sob cultivares de ecotipos *japonica* e *indica*, observaram em dois anos, que as plantas ao serem submetidas à temperatura igual ou superior a 33,77 °C, por ocasião da floração, apresentam maior esterilidade das espiguetas, reduzindo a produção de grãos nas duas cultivares estudadas. De acordo com Embrapa (1998) o estresse promovido por temperaturas elevadas poderia ocasionar inúmeras alterações bioquímicas e metabólicas na célula, incluindo inativação enzimática em diversas vias metabólicas, redução da atividade fotossintética no cloroplasto e diminuição da fosforilação oxidativa na mitocôndria.

Impactos provocados por altas temperaturas em processos complexos, como a fotossíntese e respiração, são dependentes dos genótipos das plantas e condições de cultivo (CHAISSOMPONGPAN et al., 1990), podendo haver aumento ou diminuição da sua eficiência em determinada situação. Apesar de não ter sido ainda totalmente elucidado o possível papel bioquímico de algumas proteínas de choque térmico, numerosas evidências apontam para a existência de correlação entre a presença destas e o desenvolvimento de termo-tolerância em diversas espécies de plantas.

O desenvolvimento de cultivares com melhor eficiência do uso da água em sistemas de cultivo terras altas elevaria o rendimento produtivo sob condições de estresse de seca ou mesmo em sistema irrigado que, conseqüentemente, reduziria a demanda por este recurso e assim poderia mitigar os impactos atribuídos ao sistema de produção mundial de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados e conduzidos na Estação Experimental de Pesquisa (EEP), pertencente ao *Campus* Universitário de Gurupi - TO, da Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizado a 11° 43' de latitude sul e 49° 04' de longitude oeste, a 280m de altitude. A caracterização climática local é de clima tropical úmido com pequena deficiência hídrica (*B1wA'a'*) conforme a classificação de Thornthwaite (TOCANTINS, 2005); ou *Aw* Cerrado ou Savana tropical segundo Köppen – Geiger (PEEL, 2007). O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho – Amarelo distrófico, textura média com seus atributos químico e físicos descritos nas Tabelas 1 e 2, sendo típico de solos de cerrado (EMBRAPA, 2006). Os ensaios foram conduzidos no período de Junho a Dezembro de 2007 e Maio a Novembro de 2008, tendo-se acompanhado as condições climáticas através da estação climatológica INMET instalada nesta Estação (Figuras. 1 e 2). As linhagens avaliadas foram provenientes do banco de germoplasma de arroz da EMBRAPA/ Centro Nacional de Recursos Genéticos – CENARGEN. Obtidas através do cruzamento dos cultivares PT (CA 780217) e Chorinho (CA 800103) dando origem à população F1. Esta por sua vez foi conduzida em sucessivas autofecundações (característica do arroz), gerando a população F2 que posteriormente foram conduzidas por método *Single Seed Descend*(SSD), ou seja, descendência de única semente, até a geração F7. Obtendo, ao final, uma população de 186 linhagens, (População: CNAx13201), objeto da avaliação, apresentando variabilidade genotípica com indivíduos em alto grau de homozigose. Ambos os ensaios foram conduzidos na (EEP/UFT- campus de Gurupi). O primeiro ensaio foi implantado aos trinta e um dias do mês de maio de 2007 sendo a semeadura realizada em área de primeiro cultivo, recém desmatada. Já o segundo ensaio foi implantado aos oito dias do mês de maio de 2008.

Tabela 1. Características química e física do solo da área experimental, fevereiro de 2007.

m Prof.	Resultado da análise de solo													
	cmol. dm ⁻³				mg.dm ⁻¹		%				pH			
	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	t	K	P	MO	Areia	Silte	Argila	CaCl ₂
0-0,2	2,36	0,38	0,25	2,3	0,097	5,13	3,08	38	0,3	4,75	56	13	31	5,5

Fonte. Laudo do Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, (2007).

Tabela 2. Características química e física do solo da área experimental, fevereiro de 2008.

Resultado da análise de solo															
m	cmol _c dm ⁻³							mg. dm ⁻¹		%			pH		
Prof.	Ca	Mg	Al	H+Al	K	T	t	K	P	MO	Areia	Silte	Argila	CaCl ₂	H ₂ O
0,2	1,65	0,47	0,09	3,23	0,06	5,4	2,27	21,4	0,6	3,0	66,9	3,8	29,3	5,2	5,6

Fonte. Laudo do Laboratório de Análises de Solos Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, (2008).

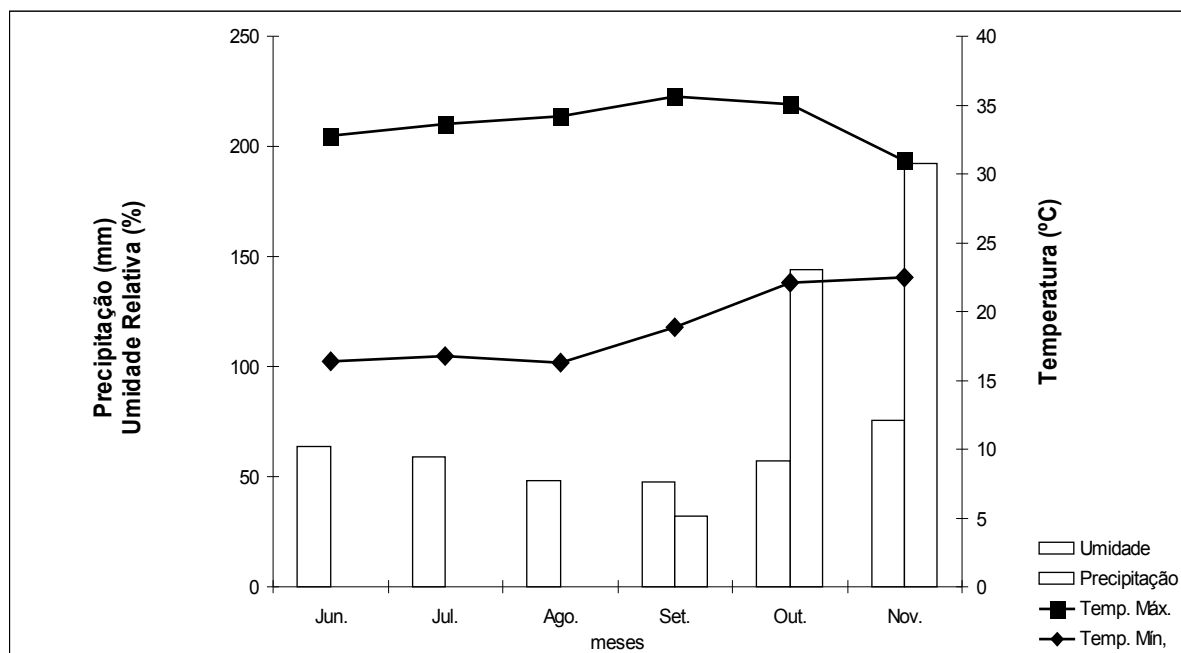


Figura 1: Temperaturas máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. mín.) em (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período de junho a dezembro de 2007 na estação experimental de Pesquisa (EEP):Universidade Federal do Tocantins/ Campus Universitário de Gurupi, Tocantins, estação automática INMET, 2008.

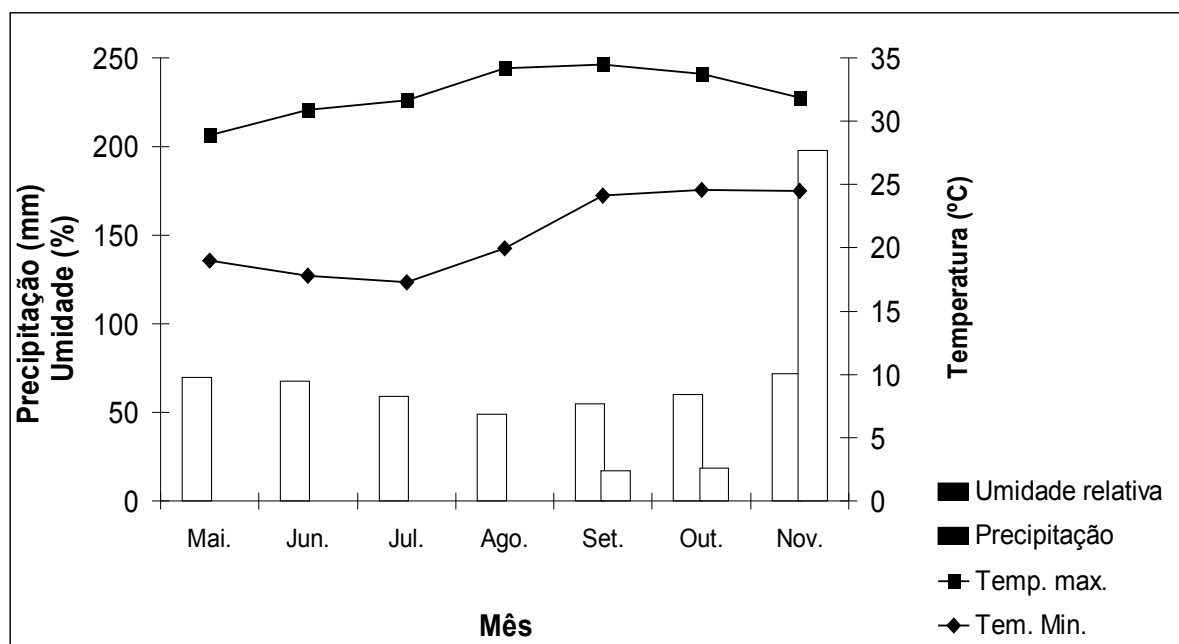


Figura 2: Temperaturas máxima (Temp. máx.) e mínima (Temp. min.) em (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) durante o período de maio a novembro de 2008 na estação experimental de Pesquisa (EEP):Universidade Federal do Tocantins/ *Campus* Universitário de Gurupi, Tocantins, estação automática INMET, 2009.

No ano de 2007 o ensaio foi alocado em arranjo fatorial *latice* triplo 14 x 14 com três repetições. Já em 2008 o delineamento utilizado foi de blocos aumentados de Federer contendo três repetições. Por ocasião do plantio, tanto em 2007 quanto em 2008, à área foi dividida em duas sub - áreas destinadas aos tratamentos com e sem estresse hídrico de igual tamanho, cada uma contendo os mesmos genótipos, nas mesmas disposições em campo.

Nos primeiros 30 dias após a emergência das plântulas de arroz, toda a área foi igualmente irrigada, conforme a demanda hídrica, com equipamento de irrigação tipo auto - propelido de barras, dotados de bicos dispersores, regulador de lâmina aplicada. A partir deste período, as mesmas foram submetidas aos tratamentos hídricos: irrigado adequadamente (SE = sem estresse), conforme a necessidade da cultura (STONE et al.,1986) e com deficiência hídrica (CE = com estresse), aplicando -se 50% da lâmina ideal de água.

A irrigação no tratamento SE foi controlada com tensiômetros de dupla escala instalados na área a 0,15 m de profundidade, ou seja, as irrigações, de aproximadamente 25 mm de precipitação, foram aplicadas sempre que o potencial da água no solo atingia - 200 mmHg equivalente a - 0,025 MPa, que configurava turnos de rega de três dias. No tratamento CE a lâmina aplicada correspondeu à

metade da recomendação para atender necessidade da cultura, que correspondeu em ao turno de rega de seis dias em média.

A parcela experimental consistiu em quatro linhas de 3 m, espaçadas entre si por 25 cm, nas quais foram semeadas 70 sementes de arroz por metro linear, considerando-se como área útil somente 1 m², que correspondia aos dois metros centrais das duas linhas centrais, desconsiderando-se os 50 cm de cada extremidade e as duas linhas externas, bordaduras.

Na adubação de plantio, aplicou-se 12, 90, 48 e 20 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O e sulfato de zinco, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada aos 49 dias após a emergência (DAE), correspondente ao início da fase de diferenciação floral, distribuindo-se 30 kg ha⁻¹ de N através da aplicação de uréia. O controle de plantas daninhas foi efetuado por meio de uma aplicação de herbicida seletivo Oxadiazon, na dose de 1000 g i.a. ha⁻¹, em pré-emergência. O controle fitopatológico foi realizado aos 50 DAE, com uma aplicação conjunta dos fungicidas sistêmico Trifloxistrobina + Propiconazol na dosagem de 750 ml p.c. ha⁻¹ com Triciclazol 300 g p.c. ha⁻¹ no manejo da população do fungo *Piricularia grizae*, causador da brusone na folha, logo após a adubação nitrogenada. Aplicado também de maneira preventivamente. A mesma dosagem de Trifloxistrobina + Propiconazol, foi aplicada no manejo preventivo de brusone na panícula. Já no manejo de insetos-praga, aplicou-se, junto ao fertilizante de plantio, o inseticida sistêmico, Tiametoxam, com objetivo de manejo do ataque de percevejo-do-colmo, *Tibraca limbrativentis*, além de outras possíveis pragas de solo, bem como pragas de início de ciclo.

Variáveis avaliadas:

- A)** Início do florescimento: determinação do número de dias desde a emergência das plântulas até o momento em que as mesmas apresentavam, aproximadamente, 50% das panículas emitidas por parcela, realizada visualmente, com intervalos de três dias e determinado em dias após a emergência (DAE).
- B)** Temperatura do dossel: as leituras de temperatura foram realizadas por meio de termômetros portáteis a laser: Raytek®, modelo Raynger® ST™. Foram efetuadas cinco leituras de temperatura no período após os 30 DAE até o início do enchimento de grãos. As medições de temperatura eram realizadas

antecedendo-se as irrigações, no horário de temperatura mais elevadas do dia entre (12 horas e 30 minutos às 13 horas e 30 minutos). Com termômetros posicionados a, aproximadamente, 10 cm do dossel foliar. Neste posicionamento era realizado o disparo do feixe de *laser* obtendo-se a determinação direta da temperatura da superfície do dossel, obtida em graus *Celsius* (°C).

- C)** Emissão de perfilhos: quantificados em um metro linear da área útil de cada parcela, determinando-se, a seguir, número de perfilhos emitidos por metro quadrado de cada linhagem.
- D)** Altura de plantas: realizada imediatamente antes da colheita das panículas, mensurando-se as plantas por meio de trena, tendo como referência a distância da superfície do solo ou base da planta até a extremidade da folha bandeira.
- E)** Produção de grãos: após a completa maturação fisiológica dos grãos de cada parcela, as plantas de arroz da área útil eram colhidas manualmente por meio de instrumentos de corte manuais “*cutelo*”, em seguida retirado das panículas com um mini-batedor móvel. Os grãos colhidos eram acondicionados em sacos de fibra de algodão, identificado por meio de etiquetas com códigos de barra e conduzido à Unidade de Pesquisa da EMBRAPA-CNPAP, localizada em Formoso do Araguaia - TO para a determinação da peso de grãos por parcela.
- F)** Esterilidade das espiguetas, número de grãos por panícula e peso de 100 grãos: por ocasião da maturação fisiológica dos grãos, amostrava-se aleatoriamente, 10 panículas em cada parcela, as quais eram acondicionadas em embalagens de papel identificadas. Em seguida, eram conduzidas ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal/ UFT. Onde se procedia, manualmente, a quantificação de grãos cheios e grãos vazios, obtido posteriormente o número total de grãos e daí deduzido a média do número de grãos por panícula, seguido da determinação da massa de 100 grãos de cada amostra, em balança de precisão digital com três casas decimais, e equipada com cúpula de proteção. Os dados obtidos a partir das determinações foram levados à porcentagem de esterilidade de espiguetas, utilizando – se a fórmula:

$$ES = (GV \times 100) / TG.$$

onde *ES* corresponde à esterilidade das espiguetas, *GV* corresponde à quantificação de grãos vazios por amostra de dez panículas e *TG* número total de grãos de dez panículas.

Os valores em percentual foram transformados, por radiciação, para realizar a análise de variância utilizando a fórmula da raiz quadrada de (*x*) mais um (MARCHEZAN, 2004):

$$y_{ijk}' = \sqrt{y_{ijk} + 1}$$

onde *y_{ijk}* corresponde ao valor de esterilidade de espiguetas em percentual da tratamento (*i*) do bloco (*j*) da repetição (*k*).

G) Índice de Susceptibilidade à Seca (ISS) calculado conforme a metodologia de Fisher e Maurer (1987) realizada por meio da fórmula:

$$ISS = [1 - (Y_{ce}/Y_{se})] / [1 - M_{ce}/M_{se}]$$

Onde *Y_{ce}* produção de grãos da linhagem sob estresse, *Y_{se}* produção de grãos da linhagem sem estresse, *M_{ce}* = média de produção no tratamento com estresse e *M_{se}* = média de produção do tratamento sem estresse.

Após a avaliação do ISS foram selecionados 21 materiais do total de 186 linhagens da população CNAX13201 incluídos os dois progenitores. Assim escolheu-se os dez matérias mais suscetíveis e os dez menos suscetíveis a seca segundo os resultados obtidos, com os quais se realizou os estudos propostos no presente trabalho.

Tabela 3. Lista de linhagens e progenitores selecionados segundo a média dos valores do ISS ano 2007 e 2008.

Materialis	Abreviatura
Puteca	PT
Chorinho	CH
CNAx13201-8-73-1-1-1-B	73
CNAx13201-8-180-1-1-1-B	180
CNAx13201-8-179-1-1-1-B	179
CNAx13201-8-161-1-1-1-B	161
CNAx13201-8-227-1-1-1-B	227
CNAx13201-8-236-1-1-1-B	236
CNAx13201-8-212-1-1-1-B	212
CNAx13201-8-18-1-1-1-B	18
CNAx13201-8-102-1-1-1-B	102
CNAx13201-8-32-1-1-1-B	32
CNAx13201-8-52-1-1-1-B	52
CNAx13201-8-121-1-1-1-B	121
CNAx13201-8-99-1-1-1-B	99
CNAx13201-8-240-1-1-1-B	240
CNAx13201-8-194-1-1-1-B	194
CNAx23201-8-170-1-1-1-B	170
CNAx13201-8-34-1-1-1-B	34
CNAx13201-8-29-1-1-1-B	29
CNAx13201-8-213-1-1-1-B	213

(*) Linhagens provenientes da população CNAx13201 (PT x Chorinho) e seus progenitores.

Tabela 4. Fonte de variação (FV), quadrado médio do resíduo (QM_{resíduo}) e Coeficiente de variação (CV) de linhagens de arroz de terras altas submetidos a dois regimes hídricos: com estresse (CE) e sem estresse (SE).

FV	ANOVA			
	QM _{resíduo}		CV (%)	
	SE	CE	SE	CE
Produção	3921,05	2260,12	21,63	38,3
Temperatura do dossel	1,04	0,39	2,64	1,60
Florescimento	23,82	15,80	4,17	2,98
Perfilhamento	2964,39	2616,88	17,26	24,98
Esterilidade de espiguetas*	0,45	0,41	8,65	6,24
Peso de 100 grãos	0,02	0,21	5,22	18,99
Nº. de grãos por panícula	817,41	519,25	24,46	24,05
Altura de planta	51,16	33,93	5,81	5,36

Dados obtidos com software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A) Florescimento

Houve divergência entre as linhagens no ambiente sem estresse hídrico, portanto o retardamento e a precocidade do florescimento poderiam ser características ligadas à expressão gênica distinta ou agrupadas das linhagens em resposta às interações com o ambiente. O número de dias entre a emergência e o florescimento, no tratamento sem estresse hídrico situou-se entre 110 e 127 DAE (Tabela 4).

Tabela 5. Floração sob dois regimes hídricos: sem (SE) e com déficit (CE), em linhagens de arroz de terras altas médias de 2007 e 2008.

Linhagens	Floração (DAE)	
	SE	CE
73	127 a	134 b
180	124 a	137 b
179	123 a	136 b
161	122 a	137 b
227	121 a	136 b
236	120 a	136 b
212	120 a	133 b
18	119 a	133 b
102	118 a	126 a
PT	118 a	140 b
CH	117 b	136 b
32	117 b	133 b
52	116 b	131 b
121	115 b	134 b
99	114 b	133 b
240	114 b	132 b
194	113 b	134 b
170	113 b	123 a
34	111 b	134 b
29	110 b	137 b
213	110 b	134 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A linhagem 73 apresentou o maior intervalo entre a emergência e o florescimento já as linhagens 213, 29 e 34 apresentaram os menores intervalos entre a emergência e a plena floração. Quando as mesmas linhagens seus

respectivos progenitores foram submetidos às condições de estresse hídrico, observou-se que o progenitor, PT seguido de outras linhagens destacaram-se quanto à expressão do maior intervalo até o florescimento. No entanto a linhagem 170 no ambiente CE apresentou tendência desuniformidade nas respostas de observada no tratamento SE. Resultados que concordam com obtido por Xu et al. (2005), em trabalhos com arroz observaram aumento no ciclo vegetativo de cultivares de arroz em resposta ao efeito do estresse hídrico. Vale ressaltar que conforme Xu et al. (2005) e Pantuwan et al. (2002) o período do florescimento pode ser usado como mecanismo de escape à seca, portanto poderia –se, então, inferir com base nos dados que plantas de arroz quando submetidas a condições de estresse seriam induzidas a retardar o florescimento, assim teria ampliado também o estágio reprodutivo. Este efeito estaria relacionado em parte ao aporte ideal de reservas ainda não presentes na planta para o pleno desenvolvimento reprodutivo no período em que ocorreria o estresse. Assim, interação de genótipos e ambiente (G x A) é explicada em parte pela variação na disponibilidade da água entre os ambientes e por variações na fenologia das linhagens; por exemplo, pôde-se observar que quando os materiais eram submetidos à incidência da seca, houve um aumento de dez dias até o pleno florescimento. Corroborando com resultados de Ouk et al. (2007) que ao avaliarem as respostas a interações de genótipos de arroz submetidos ao ambiente de cultivo em terras altas em diferentes locais, observaram que em ambientes os quais havia incidência de seca com maior intensidade ocorria também acréscimo de dezessete dias no período até o florescimento.

B) Temperatura do dossel.

No tratamento sem estresse hídrico em relação diferenças relacionado à variação da temperatura do dossel foliar, não houve diferenciação estatística. O mesmo ocorreu quando a população foi submetida ao déficit hídrico, pois os valores não diferiram para nenhuma linhagem ou progenitor.

Tabela 6. Médias de dois anos de avaliação (2007 e 2008) da temperatura do dossel foliar de dezenove acessos e dois progenitores de arroz de terras altas com e sem estresse hídrico.

Linhagens	Temperatura (°C)	
	SE	CE
102	40,00 a	39,33 a
212	39,67 a	38,67 a
73	39,33 a	39,67 a
170	39,33 a	39,33 a
179	39,33 a	39,00 a
240	39,33 a	38,67 a
32	39,00 a	38,67 a
99	39,00 a	39,33 a
194	39,00 a	39,00 a
227	38,67 a	39,67 a
PT	38,33 a	39,33 a
34	38,33 a	39,33 a
121	38,33 a	39,00 a
161	38,33 a	39,33 a
236	38,33 a	39,33 a
CH	38,00 a	39,00 a
52	38,00 a	39,33 a
180	38,00 a	39,00 a
29	37,67 a	39,33 a
213	37,33 a	39,00 a
18	37,00 a	39,33 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

No entanto a temperatura do dossel foliar no ambiente sem estresse demonstra uma correlação negativa quando com a produtividade de grãos, NGP e perfilhamento (tabela 13), ou seja, em média o acréscimo de temperatura reduziria significativamente a produção de grãos nas linhagens avaliadas.

C) Altura de Planta

Sob condições ideais, sem déficit hídrico, observou-se que os materiais de arroz de terras altas não expressão respostas divergentes. No entanto a altura de plantas no tratamento com déficit hídrico segue uma tendência de redução do porte (tabela 7), Resultados semelhantes foram encontrados por Gomez et al. (2006) avaliando linhagens F6 de uma população proveniente do cruzamento das variedades Azucena (subespécie *japônica*) e Bala (subespécie *indica*), conduzidas sob estresse hídrico observaram redução do porte das plantas. Sob condições de estresse hídrico (CE), o grupo de linhagens que apresentaram maior valor de altura de planta atingiu 118 cm, entretanto o grupamento dos materiais com menor valor atingiu 98 cm (tabela 7). Corroborando com o resultado encontrado por Bernier et al. (2007), que relatam terem observado variação na altura de plantas em linhagens oriundos do cruzamento de duas variedades de arroz: uma susceptível ao estresse hídrico (Way Rarem, subespécie *indica*) e outra tolerante (Vandana, subespécie *japônica*), conduzidos sob estresse ocasionado por deficiência hídrica. Tal variação poderia ser explicada, devido à capacidade distinta das linhagens em produzir e redirecionar os fotoassimilados sob condição de estresse hídrico para o desenvolvimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea, portanto vale ressaltar que um possível ideótipo de tolerância à seca estaria relativamente relacionado a plantas com porte compacto e com sistema radicular mais desenvolvido. Em função da distinta partição de assimilados a planta melhor adaptada poderia teriam menor comprometimento na manutenção da estabilidade de funções morfofisiológicas essenciais. Portanto o desenvolvimento vegetativo da parte aérea da planta seria quando submetida ao estresse hídrico.

Tabela 7. Valores médios de altura de plantas em linhagens de arroz de terras altas sob estresse hídrico em dois anos de avaliação.

Linhagens	Altura (cm)	
	SE	CE
212	124 a	118 a
161	127 a	118 a
179	127 a	117 a
236	133 a	116 a
99	134 a	115 a
121	128 a	114 a
CH	125 a	113 a
240	121 a	112 a
29	125 a	110 a
34	125 a	109 a
73	122 a	109 a
180	114 a	109 a
52	122 a	105 b
32	125 a	105 b
102	114 a	104 b
213	122 a	104 b
170	118 a	104 b
227	121 a	103 b
18	120 a	101 b
194	121 a	100 b
PT	116 a	98 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

D) Perfilhamento

No ambiente sem déficit hídrico (SE) os contrastes entre os materiais não se apresentam significativos, mesmo sob déficit hídrico (CE) não apresentaram diferenças quanto à emissão de perfilho por m². De acordo com Guimarães (2002) em estudos com arroz de terras altas constatou que dentre as respostas relacionadas a perfilhamento, há evidências que este efeito poderia estar relacionada à capacidade dos genótipos em proceder à partição dos fotoassimilados, portanto plantas com maior perfilhamento possivelmente seriam resultado da maior eficiência na alocação de reservas internas destinadas a emissão de perfilhos férteis (GUIMARÃES, 2002). Entretanto um fator limitante também a presença de quantidades essenciais de reservas necessárias ao desencadeamento dos referidos estímulos relacionados com o perfilhamento.

Tabela 8. Emissão de perfilho por m² em linhagens de arroz de terras altas no tratamento sem estresse (SE) e com estresse hídrico (CE) em média de dois anos: 2007 e 2008.

Linhagens	Perfilhamento (perf. m ⁻²)	
	SE	CE
227	363,3 a	220,8 a
194	357,3 a	165,2 a
121	347,5 a	196,3 a
CH	344,8 a	243,0 a
240	341,0 a	236,7 a
180	340,3 a	197,0 a
34	338,9 a	179,9 a
232	334,6 a	174,3 a
236	329,0 a	181,4 a
18	323,7 a	170,3 a
102	316,5 a	212,9 a
170	315,6 a	223,5 a
161	311,1 a	193,3 a
179	306,7 a	209,0 a
29	298,9 a	179,0 a
99	293,0 a	227,0 a
213	289,6 a	187,3 a
pt	289,0 a	236,7 a
52	288,7 a	183,6 a
212	251,3 a	244,4 a
73	242,6 a	238,2 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

E) Esterilidade de espiguetas.

No ambiente sem déficit hídrico os materiais: 99,121,161,PT213, 32, 212, 170, 227, 34, 179 102, 240 apresentaram maior esterilidade de espiguetas nestas condições obtiveram valores entre 7,69 e 8,55 (Tabela 9). Entretanto o progenitor CH obteve a menor esterilidade. As demais linhagens obtiveram valores intermediários (Tabela 9). Quando avaliou-se a resposta das linhagens no ambiente com “estresse”, déficit hídrico (CE), a maior esterilidade de espiguetas foi constatada no progenitor CH. De acordo com o resultado obtido no pelo mesmo progenitor CH, poderia estar contido neste evento um indicador tendência negativa relacionada à sensibilidade ao estresse para o dado ambiente, sobretudo de restrição de umidade no solo, onde houve inversão no resultado de esterilidade em relação aos demais materiais e o ambiente SE (tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de esterilidade de espiguetas em linhagens de arroz de terras altas sob duas condições hídricas com e sem déficit hídrico em médias de 2007 e 2008.

Linhagens	Ester. Espiguetas **	
	SE	CE
CH	5,25 c	23,54 a
194	7,95 a	10,27 b
99	8,55 a	10,25 b
121	8,16 a	9,92 b
161	8,09 a	9,89 b
PT	8,04 a	9,85 b
52	7,35 b	9,83 b
213	8,00 a	9,77 b
32	7,98 a	9,71 b
212	8,18 a	9,70 b
180	7,22 b	9,61 b
170	8,52 a	9,60 b
227	8,09 a	9,57 b
18	7,69 a	9,47 b
34	8,04 a	9,34 b
179	8,21 a	9,31 b
236	7,22 b	9,31 b
29	7,18 b	9,25 b
102	8,71 a	9,22 b
240	8,50 a	9,15 b
73	7,17 b	9,10 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

(**) dados transformados em $(\sqrt{x+1})$.

No entanto este efeito não seguiu uma tendência geral, pois as linhagens 73, 29, 236, 180, 52, posicionaram-se entre os materiais que apresentaram de intermediário a menor esterilidade de espiguetas em ambos os ambientes. A menor esterilidade sob condições de estresse hídrico foi expressa nas demais linhagens. Estes resultados de intensificação da esterilidade em ambiente com estresse corroboram com as observações de Kumar et al. (2007) ao estudarem o efeito do estresse hídrico em genótipos de arroz, relatam que os materiais que obtiveram melhores resultados no acúmulo de biomassa sob esta condição, apresentaram menores valores de esterilidades das espiguetas, desde que não ocorresse déficit hídrico no momento da diferenciação floral que conseqüentemente resultou em maior índice de enchimento de grãos.

Os materiais que apresentaram menores produtividades em geral obtiveram maiores índices de esterilidade (Tabela 13) em seus resultados corroborando com as observações de Terra (2008) que avaliando uma coleção nuclear constatou que genótipos ao apresentavam maiores produtividades coincidentemente obtinham menores valores de esterilidade de espiguetas. De acordo com Lafitte (2002), a esterilidade ou fertilidade das espiguetas é importante componente de produção na cultura do arroz sob deficiência hídrica, existindo correlação negativa entre esterilidade das espiguetas e produtividade, em plantas de arroz sob estresse hídrico. De acordo com Liu et al. (2007) estudando os efeitos do estresse de seca em cultivares de terras altas e de planície observaram que os componentes de produção apresentam correlação negativa com o estresse de seca, diminuindo a fertilidade das espiguetas e relativamente à produção de grãos com a intensificação do estresse de seca.

F) Peso de 100 grãos

Sob condições normais de disponibilidade hídrica no solo, as linhagens 121, 52, 180, 170 apresentaram o maior valor de massa de 100 grãos (P100) quando comparados as demais linhagens, as quais se agrupam por apresentarem o menor P100. Este efeito poderia estar relacionado á mobilização das reservas internas da planta, os fotoassimilados, na fase reprodutiva por serem direcionadas prioritariamente a atender o desenvolvimento das estruturas responsáveis pela produção. Esta fase de intensas modificações apresenta a elevação na demanda por fotoassimilados direcionados ao acúmulo de massa seca nos grãos, corroborando com os resultados obtidos por Prasertsak e Fukai (1997) os quais sob a ocorrência de condição de estresse hídrico durante o estágio fisiológico em questão, comprometeu o desenvolvimento de componentes de produção a exemplo da densidade grãos dentre outros. No entanto as mesmas linhagens submetidas às condições de déficit hídrico expressaram respostas contrastantes quanto ao P100, ou seja, não diferem das demais. Percebe-se haver tendência de manutenção dos resultados obtidos nas condições sem estresse, nas seguintes linhagens: 121,52, 170, 180 e 121 quanto aos valores de P100. No entanto o mesmo não ocorre nas linhagens com menores valores de P100 (Tabela 10), de acordo com resultados de Liu et al. (2007) estudando os efeitos do estresse de seca em cultivares de arroz de terras altas e de planície observaram correlação negativa com o estresse de seca e componentes de produção, e esta correlação poderia ser contatada na diminuição na densidade de grãos; que conseqüentemente o rendimento da produção.

Tabela 10. Médias de peso de cem grãos (P100) em linhagens de arroz de terras altas sob duas condições hídricas sem estresse (SE) e com déficit hídrico (CE) em dois anos de avaliação 2007 e 2008.

Linhagens	P100 (g)	
	SE	CE
121	3,21 a	3,09 a
52	3,09 a	2,52 a
180	3,07 a	2,59 a
170	3,06 a	2,61 a
32	3,04 b	2,60 a
73	2,99 b	2,87 a
213	2,96 b	2,37 a
240	2,90 b	2,21 a
29	2,89 b	2,20 a
236	2,88 b	2,47 a
212	2,87 b	2,56 a
34	2,86 b	2,50 a
179	2,86 b	2,40 a
161	2,84 b	2,38 a
227	2,84 b	2,41 a
194	2,78 b	2,38 a
18	2,77 b	2,37 a
102	2,69 b	2,43 a
CH	2,68 b	2,42 a
PT	2,64 b	2,48 a
99	2,52 b	2,32 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

G) Número de grãos por panícula

Na ausência de déficit hídrico observou-se que os materiais expressaram quanto ao número de grãos por panícula resultado sem divergência. Quando a avaliação dos materiais deu-se nas condições CE a tendência continuou semelhante dentre as linhagens. Estes resultados discordam dos obtidos por Boonjung e Fukai (1996), ao estudarem materiais de arroz submetidos ao déficit hídrico que relatam à diminuição do número de grãos por panícula. No tratamento sob estresse hídrico observaram-se a mesma tendência. (tabela 11).

Tabela 11. Número de grãos por panícula (NGP) em linhagens de arroz de terras altas sob condições hídricas ideais (SE) e com déficit hídrico (CE) em dois anos de avaliação: 2007 e 2008.

Linhagens	NGP	
	SE	CE
CH	127 a	95 a
PT	124 a	121 a
170	115 a	91 a
29	113 a	99 a
161	105 a	101 a
99	104 a	91 a
32	103 a	100 a
240	101 a	77 a
194	98 a	79 a
34	96 a	100 a
73	96 a	90 a
52	96 a	90 a
180	95 a	97 a
213	94 a	92 a
121	94 a	85 a
179	93 a	87 a
18	86 a	90 a
212	85 a	90 a
236	79 a	113 a
227	76 a	101 a
102	75 a	101 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

H) Produção de grãos

No ambiente ao qual foi submetido a condições sem déficit hídrico o progenitor PT seguido das linhagens 121, 18, 29 e 170 obtiveram as maiores produtividades em g por parcela (tabela 12). Por ser uma expressão gênica quantitativa, a produção de grãos seria bastante influenciada pela interação genótipo x ambiente (RANGEL, 2008). As diferenças observadas poderiam ser relacionadas aos resultados obtidos por Lafitte et al. (2006) atribuída à capacidade de cada genótipo em produzir e acumular fotoassimilados para serem convertidos em matéria seca e produção de grãos ao final fase de maturação fisiológica.

No tratamento CE as linhagens diferiram quanto à produção de grãos (Tabela 19). Observou-se que as linhagens 121 e 73 obtiveram as maiores produções. Já os menores valores de produção de grãos foram obtidos nos seguintes materiais: 170 e

227. Este fato poderia estar relacionado à resposta das linhagens ao estresse de seca, comprometendo a produção de fotoassimilados de acordo com as observações de Bota et al. (2004) ao relacionar a menor assimilação do CO₂ durante o período de fechamento estomático. Este desencadeado por estímulos hormonais provenientes do ácido abscísico (ABA) na regulação do mecanismo estomático, dentre outros como: plasticidade foliar, acúmulo de cera cuticular, regulação osmótica, potencial hídrico das folhas (LARCHER, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004; KERBAUY, 2004).

Tabela 12. Médias da produção de grãos sob condições ideais (SE), com déficit hídricos (CE) e Índice de Suscetibilidade a Seca de linhagens de arroz de terras altas em dois anos de avaliação 2007 e 2008.

Linhagens	Produção (g.parcela ⁻¹)		Índice
	SE	CE	ISS*
194	299 b	77 b	1,57 a
PT	464 a	86 b	1,49 a
213	295 b	75 b	1,35 a
170	348 a	52 b	1,34 a
18	411 a	110 b	1,33 a
29	416 a	116 b	1,31 a
52	312 b	88 b	1,31 a
227	253 b	71 b	1,29 a
180	313 b	92 b	1,29 a
34	269 b	77 b	1,29 a
32	280 b	115 b	1,00 a
CH	312 b	151 a	0,95 a
240	195 b	122 b	0,66 b
99	223 b	130 b	0,65 b
73	264 b	210 a	0,59 b
121	356 a	232 a	0,59 b
102	222 b	152 a	0,58 b
161	152 b	152 a	0,53 b
179	213 b	161 a	0,43 b
212	245 b	209 a	0,41 b
236	168 b	130 b	0,34 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

As linhagens que apresentaram menor ISS em média são: as 121, 212, 161, 102, 73. Este índice foi subsídio de tendências em indivíduos superiores quanto às interações e estímulos internos desencadeiam a expressão gênica de mecanismos de tolerância ao estresse hídrico (LAZAR et al. 1995; TOKER e ÇAGIRGAN 1998), pois levam em consideração as reações de rendimento produtivo em resposta ao ambiente sem e com estresse hídrico. De acordo com Pantuwan et al. (2002), este índice poderia ser utilizado para se selecionar materiais superiores de arroz sob condição de estresse hídrico, podendo os genótipos selecionados expressar traços morfofisiológicos característicos para a adaptabilidade ao déficit hídrico (EMBRAPA, 2005).

Tabela 13. Coeficientes de correlação de Pearson, média de dois anos de avaliação entre variáveis morfofisiológicas e agrônômicas de linhagens de arroz de terras altas sob duas condições de disponibilidade hídrica: SE e CE.

Variáveis	Prod SE	Prod. CE	ISS	Temp. SE	Temp. CE	Floração SE	Floração CE	Perf. SE	Perf. CE	Est. Espig. SE	Est. Esp. CE	Peso 100 SE	Peso 100 CE	NGP SE	NGP CE	Altura SE	Altura CE
Prod SE	x																
Prod.CE	-0,2447	x															
ISS	** 0,706	** -0,8113	x														
Temp. SE	** -0,565	0,2927	* -0,5165	x													
Temp. CE	0,1564	-0,1109	0,1252	-0,31	x												
Floração SE	-0,266	0,4252	* -0,437	0,2158	0,1706	x											
Floração CE	0,1144	0,12	-0,0746	-0,3732	0,0729	0,2929	x										
Perf. SE	-0,0407	-0,3536	0,2232	-0,1239	-0,0911	-0,2151	0,0288	x									
Perf. CE	-0,1412	0,3351	-0,2874	* 0,4466	0,0295	0,2749	-0,0672	-0,3555	x								
Est. Espig.SE	-0,2061	-0,0916	-0,0922	* 0,4952	-0,0639	-0,203	-0,3873	-0,0567	-0,0242	x							
Est. Espig.CE	0,0867	0,1056	0,013	-0,2404	-0,0631	-0,0161	0,1277	0,2184	0,3145	** -0,7596	x						
Peso 100 SE	** -0,6965	0,0067	-0,3371	0,4038	-0,365	0,0375	-0,1613	0,1449	0,0354	0,348	-0,3337	x					
Peso 100 CE	0,1317	-0,2601	0,1706	-0,1208	-0,3182	-0,4176	-0,0718	* 0,5311	-0,2886	0,2055	0,0731	0,0265	x				
NGP SE	0,0033	0,3667	-0,1515	0,1046	0,3071	0,424	0,0519	* -0,5227	0,3271	-0,2522	-0,0064	-0,1431	** -0,9394	x			
NGP CE	* -0,5409	0,1245	-0,3018	0,0141	-0,0349	0,066	-0,2693	0,1936	-0,3299	-0,1442	0,0319	0,4028	-0,022	-0,0613	x		
Altura de Planta SE	-0,3991	0,3623	* -0,536	-0,0126	0,0387	-0,0849	0,2729	-0,0549	-0,1214	-0,0856	0,0983	0,1097	0,0409	-0,0407	0,3412	x	
Altura de Planta CE	** -0,5738	** 0,643	** -0,7971	0,2437	-0,1934	0,2342	0,214	-0,1703	0,2314	-0,0983	0,1366	0,2882	0,0201	-0,0173	0,4221	** 0,6865	x

(*) e (**) significativa a (>0,05) e (>0,01) de probabilidade respectivamente.

A produtividade de grãos SE apresentou em média uma correlação negativa com a temperatura do dossel foliar, pois nesta na medida em que temperatura do dossel das plantas de arroz de terras altas eleva-se, o rendimento produtivo seria em média suprimido no tratamento SE. Há também neste mesmo ambiente a correlação negativa entre temperatura do dossel a esterilidade das espiguetas. Este fato poderia estar relacionado ao que observaram Wade et al. (1999) ao estudarem populações de arroz, constaram que havia redução na fertilidade de espiguetas, e isto estaria correlacionado a uma tendência de má formação do grão de pólen. Esta resposta fenotípica esta seria desencadeada a medida que as plantas de arroz eram submetidos à temperatura elevada no momento da diferenciação floral. Este fato poderia contribuir com a desnaturação de proteínas essenciais. Perderiam a conformação de algumas proteínas. Conseqüentemente havido queda na produtividade de grãos. Desta forma também poderia estar explicada também a correlação negativas entre a negativamente correlacionada á produção e a entre. Existe correlação positiva entre a produtividade de grãos e a altura de planta. O numero de grãos por panícula apresenta correlação negativa com a emissão de perfilho por m²;

CONCLUSÕES

Temperatura do dossel foliar não apresentou significância na seleção de característica para a tolerância a seca no ambiente CE.

A Temperatura do dossel apresenta correlação negativa com importantes componentes de produção: perfilhamento, NGP e P100.

As linhagens 121, 212, 161, 102, 73 apresentam menor ISS.

O grupamento das linhagens 212, 161, 102 e 73 obtiveram a maior produtividade em ambos os ambientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005. 176p. Disponível em: http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/Catalogo_imgs/Panorama/ANA-IQA.swf. Acessado em 06.06.2009.

BOONJUNG, H; FUKAI, S, Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield, **Field Crops Research**, v.48, p. 47-55, 1996.

BOTA, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Is photosynthesis limited by decreased Rubisco activity and RuBP content under progressive water stress. **New Phytologist**, v.162, p.671–681, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 10º Levantamento da safra 2007/2008 Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index>. Acesso em 03/04/2009

CHAISSOMPONGPAN, N.; LI, P. H.; DAVIS, D. W. & MARKHART III. A. H. Photosynthetic response to heat stress in common bean genotypes differing in heat acclimation potential. **Crop Science**, v.30, p.100-104, 1990.

CHANG, T. Origin, Domestication, and Diversification. In: SMITH, C.W. **Rice: Origin, History, Technology, Production**, 2003, 627p.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanism's underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture, **Journal of Experimental Botany**, v.55, p. 2365-2384, 2004.

CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; ZUVARELI, C.; SÁ, M.E. & NAKAGAWA, J. Produção e qualidade fisiológica de sementes de arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n. 2, p.287-293, 2001.

CRUZ, C. D. Programa GENES: Aplicativo Computacional em Estatística Aplicada à Genética (GENES - Software for Experimental Statistics in Genetics). **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n.1, 1998

DATTA, S.K. DE. **Principles and practices of rice production**. A Wiley – intersciences publication, 637p. 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos**, Campina Grande, Embrapa algodão, 2005. 19p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA **Proteínas de choque térmico e tolerância a altas temperaturas em plantas**. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 1998, 27p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nation. Disponível em: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2008/1000820/index.htm/> acesso em 03/04/09.

FAO. Concern about rice production practices. Disponível em: <http://www.fao.org/english/newsroom/> acesso em 03/04/09.

FISCHER, K.S.; LAFITTE, R.; FUKAI, S.; ATLIN, G. and HARDY, B. **Breeding rice for drought-prone environments**. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute, 2003, 98p.

FISHER, R. A. e MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I grain yield responses, **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 29, p. 897-912, 1978.

FUKAI, S. & COOPER, M. Development of drought-resistant cultivars using physiomorphological traits in rice. **Field Crops Research**, 40, p.67 – 86, 1995.

GOMEZ, S. M.; KUMAR, S. S.; JEYAPRAKASH, P.; SURESH, R.; BIJI, K. R.; BOOPATHI, N. M.; PRICE, A. H.; BABU, R. C. Mapping QTLs Linked to Physio-Morphological and Plant Production Traits under Drought Stress in Rice (*Oryza sativa* L.) in the Target Environment. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 161-169, 2006.

GORANTLA, M.; BABU, P.R.; REDDY LACHAGARI, V.B.; REDDY, A.M.M.; WUSIRIKA, R.; BENNETZEN, J.L. e REDDY, A.R. Identification of stress-responsive genes in *indica* rice (*Oryza sativa* L) using EST's generated from drought-stressed seedlings. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 2, p 253-265, 2007.

GUIMARÃES, C.M.; FAGERIA, N. K. e BARBOSA FILHO, M.P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Informações agronômicas**, n 99. potafós arq.agro.n13, 2002.

GRZESIAK, S.; IJIMA, M.; KONO, Y.; YAMAUCHI, A. Differences in drought tolerance between cultivars of field bean and field pea. Morphological characteristics, germination and seedling growth, **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 19. n. 3, p. 339-348, 1997.

HAYASHI, S.; KOMOSHITA, A.; YAMAGISHI, J.; KOTCHASATIT, A. and JONGDEE, B. Genotypic differences in grain yield of transplanted and direct – seeded rainfed lowland rice(*Oryza sativa* L.) in northeastern Thailand. **Field Crops** n.102, p. 9-21, 2007.

HOESKSTRA, F.A.; GOLOVINA, E.A. e BUITINK, J. Mecanismos of plant desiccation tolerance. **Plant Science**, v.6. n.9. p.1360-1385, 2001.

HUANG, Y.; XIAO, B. e XIONG, L. Characterization of a stress responsive proteinase inhibitor gene with positive effect in improving drought resistance in rice. **Planta**, n 226 p 73-85, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa.shtm, acesso, em: 03/04/2009

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Mapas interativos 2006. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br> Acesso em: 04/10/2007.

JAGADISH, S.V.K.; CRAUFURD, P.Q. & WHEELER, T.R. High temperature stress and spikelet fertility in rice. **Journal Experimental Botany**, n.12 p. 1-9, 2007.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. **Guanabara Koogan**, Rio de Janeiro, 2004. 452 p.

- KUMAR, A.; BERNIER, J.; VERULKAR, S.; LAFITTE, H. R. e ATLIN, G. N. Breeding for drought tolerance: Direct selection for yield, response to selection and use of drought-tolerant donors in upland and lowland-adapted populations, **Field Crops Research**, v. 107, p. 221-231, 2008.
- LAFITTE, H.R. e CURTOIS, B. Interpreting cultivar x environment interactions for yield in upland rice: assigning value to drought-adaptative traits. **Crop Sci.**, v.42: p. 1409-1420, 2002.
- LAFITTE, H. R.; LI, Z.K.; VIJAYAKUMAR, C. H. M.; GAO, Y.M.; SHI, Y.; XU, J. L.; FU, B. Y.; YU, S. B.; ALI, A. J.; DOMINGO, J.; MAGHIRANG, R.; TORRES, R. e MACKILL, D. Improvement of rice drought tolerance through backcross breeding: evaluation of donors and selection in drought nurseries, **Field Crops Research**. v. 97, p. 77-86, 2006.
- LAZAR, A. M. D.; SALISBURY, C. D. e WORRALL, W. D. Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines, **Field Crops Research**, v. 41, p. 147-153, 1995.
- LI, R.; JIANG, T.B.; XU, C.G.; LI, X.H.; WANG, X.K. Relationship between morphological and genetic differentiation in rice (*Oryza sativa* L.). **Euphytica**, v.114, p.1-8, 2000.
- LIU, L.; LAFITTE, R.; GUAN, D. Wild *Oryza* species as potential sources of drought-adaptive traits. **Euphytica**, v. 138, p. 149-161, 2004
- MACAN-MARKAR, M. Alimentação - Ásia: Arroz, alimento de luxo na Ásia, IPS – Inter Press Service, Bangcoc, 2008, disponível em: www.mwglobal.org/ipsbrasil.net/nota.php?idnews acessado em : 20.04.2009.
- MAGRINI, J. e CANEVER, M.D. O valor da orizicultura gaúcha: componentes área, produtividade e preço. **R. Bras. Agrociência**, v.9, n.1, p. 65-69. 2003.
- MATSUO, M. Origin and differentiation of cultivated rice. In MATSUO, T.; FUSHARA, Y.; KIKUCHI, F. e YAMAGUCHI, H. **The Science of the Rice Plant, Volume Three, Genetics**, Tokyo: Food and Agriculture Policy Research, 1997. chap. 3, p 69-88
- MARCHEZAN, E.; VILLA, S.C.C.; MARZAR, V.; KORNDÖRFER, G.H. e SANTOS, F.M. dos. Aplicação de silício em arroz irrigado: efeito nos componentes de produção. **Biosci. J.**, v.20, p. 125-131. 2004.
- NGUYEN, H. T.; BABU, R. C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, v. 37, p. 1426-1437, 1997.
- OUK, M.; BASNAYAKE, J.; TSUBO, M.; FUKAI, S.; FISHER, K.S.; KANG, S.; MEN, S.; THUN, V. e COOPER, M. Genotype-by-environment interactions for grain yield associated with water availability at flowering in rainfed lowland rice. **Field Crops Research** v. 101, p. 145-154, 2007.
- PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREEKUL, S. e O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands 2. Selection of drought resistant genotypes, **Field Crops Research**, v. 73, p. 169-180, 2002.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L. e McMAHON, T.A. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 11, p. 1633-1644. 2007
- PEREIRA, J.A. **Cultura do Arroz no Brasil**: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 226p.
-

PRABHU, A. S. e FILIPPI, M. C. C. **Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 2006, 388 p.

PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. **Field Crop Research**, v.52, n.1, p.249-260, 1997

RANGEL, P.H.N. informação pessoal durante reunião com grupo de pesquisa do projeto resistência à seca em arroz de terras altas: EMBRAPA/ UFT. Estação Experimental de Pesquisa da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi - TO. 2009.

RANGEL, P.H.N.; PEREIRA, J.A.; MORAIS, O.P.de; GUIMARÃES, E.P.; YOKOKURA, T. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no meio-norte do Brasil, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1595-1604, 2000.

RANGEL, P.N. Utilização de espécies selvagens *Oryza glaberrima* como doadora de alelos para aumento de produção e da tolerância à seca do arroz (*Oryza sativa*) via análise de AB-QTLs. **Tese** (Doutorado em Biologia) UFG, 2008.

RAVEN, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E.; Biologia Vegetal. 6ª ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**. 2001. 906p.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SEAGRO, Secretaria da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, **Condições Ambientais**, Governo do Estado do Tocantins, Disponível em: <http://www.to.gov.br> Acesso em: 05/02/2007

STONE, L.F.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.117-25, 1986.

TERRA, T.G.R. Avaliação de características morfofisiológica de tolerância à seca em uma coleção nuclear de acessos de arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), UFT – Gurupi. Tocantins, 2008. 82p.

TOKER, C.; ÇAGIRGAN, M. I. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions, Tr. **Journal of Agriculture and Forestry**, v. 22, p. 615-621, 1998

TORO, E.A.T. Avaliação de linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) suscetíveis e tolerantes a baixas temperaturas em cruzamentos dialélicos parciais. **Tese** (Doutorado em Agronomia), USP-Piracicaba, São Paulo, 2006.

TOCANTINS, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Atlas do Tocantins: subsídio ao planejamento e gestão territorial. Palmas: Seplan,2005 54p.

THOMASHOW, M.F. Plant cold acclimation: Freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** v.50, p.571–599, 1999.

TUONG, T.P. e BOUMAN, B.A.M. Rice production in Water-scarce Environment/ In: KIJNE, J.W. & MOLDEN, D. **Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement**. p. 53-67, 2003.

WADE, L. J.; FUKAI, S.; SAMSON, B.K.; ALI, A. e MAZID, M.A. Rainfed lowland rice: physical environment and cultivar requirement. **Field Crops Research** n.64, p. 3-12, 1999

VAN NGUYEN, N. e FERRERO, A. Meeting the challenges of global rice production. Paddy **Water Environ**, v.4, p.1-9, 2006.

VAUGHAN, D.A. e MORISHIMA, H. Biosystematics of the Genus *Oryza* In: SMITH, C.W. **Rice: Origin, History, Technology, Production**, 2003, 627p.

XU, J.L, LAFFITTE, H.R.; GAO, Y.M.; FU, B.Y.; TORRES, R.; LI, Z.K. QTLs for drought escape and tolerance identified in a set of random introgression lines of rice. **Theoretical and Applied Genetics**. 111:1642-1650. 2005.

Zou, G. H.; Liu, H. Y.; Mei, H. W.; Liu, G. L.; Yu, X. Q.; Li, M. S.; Wu, J.H.; Chen, L.; Luo L. J. Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 49, p. 1508-1516, 2007.



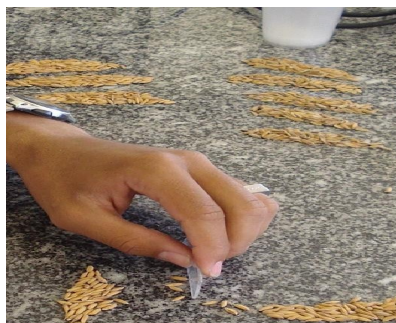
Anexo 3. Barras irrigadoras: componente do sistema autopropelido instalado na EEP-UFT, Gurupi – TO (2008).



Anexo 4. Tensiômetro instalado na área do tratamento sem estresse hídrico.



Anexo6. Termômetro laser (a), utilização nas aferições da temperatura de dossel, (b) área com estresse e (b') área sem estresse hídrico na EEP, Gurupi - TO (2008)..



Anexo 7. Quantificação do nº de grãos cheio, vazios de dez panícula



Anexo 8 Parcela experimental do trabalho. EEP, Gurupi – TO (2008).

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)