

# COMPORTAMENTO DAS SECAS AGRÍCOLAS EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ESTADO DE GOIÁS

**PAZ, Denys Lopes da; BONETTO, Nelson Cesar Fernando**

Denys\_paz@hotmail.com

Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz - IEPG

**Resumo:** *Este trabalho tem como finalidade estimar a possibilidade de ocorrência de secas, nos aspectos agrícolas e como as mesmas pode afetar a produtividade do Estado de Goiás. Baseado em modelos de dados de estimativas de como será o ambiente em um intervalo de tempo futuro, onde esse por sua vez sofreu com possíveis mudanças, causado pelo acúmulo de gases na atmosfera, os mesmos que causam o efeito estufa. O cuidado com o meio e o monitoramento das mudanças deve ser intensificada e mantida para haver mudança no pensamento da sociedade, objetivando o contexto das novas gerações, para que sejam diferentes das atuais e que o processo não aparente ser tão longo e difícil a ponto de exigir restrições e sanções dos governos e de grupos ambientalistas.*

**Palavras-chave:** Fenômenos, Futuro, A1 e B2, IPCC, RegCM3

**Abstract:** *This work aims to estimate the possibility of drought on agricultural aspects and how they can affect the productivity of the state of Goiás. Based on data models estimates of how is the environment in a range future time where this in turn suffered from possible changes caused by the accumulation of gases in the atmosphere, the same that cause the greenhouse effect. Care for the environment and the monitoring of changes should be intensified and maintained for any change in the thinking of society, to the context of the new generations, to be different from the current and the process does not apparently be as long and hard as to require restrictions and sanctions from governments and environmental groups.*

**Keywords:** *Phenomena, Future, A1 and B2, IPCC, RegCM3*

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura sempre teve forte influência pelas intempéries do tempo e pelos fenômenos extremos ocasionados pelo clima em vários níveis diferentes do processo produtivo. A diferença entre tempo e clima é explicada pelo fato que o primeiro é definido como as condições atuais da atmosfera, enquanto que o clima é definido como as condições médias da atmosfera em um período de tempo. A meteorologia, em sua subdivisão a agrometeorologia, é a ciência que estuda uma variável da produção, a qual, não há o controle total, salvo cultivos tecnologicamente controlados, em locais restritos, e com áreas percentualmente menores, em comparação com as exposta às intempéries do tempo.

No Brasil, em específico no estado de Goiás, 4º em produtividade de grãos no País (IBGE, 2011), tem-se a seca como uma das variáveis climatológicas mais determinantes na produção agrícola. De acordo com Souza et al.(2000), a seca é definida como sendo "...o fenômeno climático que afeta drasticamente uma região, além de provocar graves danos

econômicos e sociais”. Como agricultura é o encontro dessas duas determinantes, há necessidade crescente do acompanhamento e compreensão dos dados gerados pelos modelos meteorológicos ou climáticos.

Os modelos meteorológicos são calculados por scripts, que alimentados com dados e cenários, propiciam resultados probabilísticos das manifestações do ambiente, com uma margem estatística de erro da possível realidade presente ou previsão futura. Dentre os modelos climatológicos, o qual melhor se aplica aos processos produtivos agrícolas, em uma esfera regional é o RegCM3 (Regional ClimateModel), que leva em consideração a interação solo-planta-atmosfera (FERNANDES et. al, 2011), índices como precipitação e capacidade de campo, em um espaço temporal. Em complemento aos dados já aferidos, se adiciona aos cálculos os cenários climáticos projetados A2 e B2 de tendências de estimativas elaboradas pelo IPCC em 2007 (AVÍLA, 2007).

Para obter o conhecimento dos períodos secos de uma região é necessária a aplicação do índice de seca nos dados projetados por modelos climáticos, e para isso, pode ser aplicado o índice “Anomalia de umidade de Palmer”, conhecido como Z-index.

## 2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Um importante marco das atuais gerações é a preocupação com causas que englobem o meio ambiente ao qual fazem parte. Uma dessas causas, a qual afeta a todos, é o aquecimento Global, problemática ambiental essa atribuída ao efeito estufa. Esse efeito é produzido pelo acúmulo de determinadas substâncias na atmosfera, as quais alteram em termos de reflexão e absorção a radiação Solar e sua interação com a superfície da Terra (DE PAULA et al., 2009).

Em 2007, o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima), colocou em pauta a crescente emissão de compostos prejudiciais à atmosfera, entre eles, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o encontro gerou estimativas e previsões do ambiente no intervalo temporal entre o momento atual até 2100. Essas previsões foram denominadas de cenários, e tiveram como parâmetros, para sua formação aspectos sociais, jurídicos e econômicos, como a mudança de mentalidade do uso das fontes de energias atuais, mudanças de leis que regem o emprego adequado de possíveis compostos poluentes e o aumento do nicho de mercado econômico de produtos de denominação ecológica de baixo impacto ambiental (GHINI et al., 2008).

Dentre os cenários estimados, quatro deles formam um quadrado, onde cada face se remete a uma determinada característica, que se sobressai as outras 3. Os parâmetros desses cenários são: Econômicos, Regionais, Ambiental e Global. Dentro das características do parâmetro Ambiental, encontramos subdivisões como: população, tecnologia, energia e Agricultura. Onde os cenários “As” são influenciados pelo aspecto econômico, enquanto cenários “Bs” são por sua vez influenciados por pontos Ambientais. Sendo essa diferenciação alfabética posicionada no eixo x. A segunda subdivisão e a diferenciação algébrica de 1 e 2. Onde 1 se refere à grande influência de mudanças do patamar global, enquanto o 2 se opõem, seguindo influência de mudanças regionais. Todavia a posição desses numerais é determinada por um eixo y. Formando assim os cenários A1, A2, B1, B2. O cenário (A2) refere-se a um cenário extremo de alta emissão dos compostos descritos e suas respectivas consequências, já o cenário (B2) e uma representação otimista de baixa emissão de compostos e por sua vez um menor grau de severidade das consequências climáticas (AVÍLA, 2007).

Segundo Ávila (2007), que analisou os dados meteorológicos dos últimos 30 anos, da região Centro-Sul e das mudanças de comportamento humano e determinou que a partir de 1750 a incidência de gases que causam impactos climáticos teve uma acentuada elevação, até os dias atuais. Com esses dados sobrepostos aos cenários descritos pelo IPCC, em específico, no espaço temporal de 2071 a 2100, foi determinado que: “No cenário A2 o aquecimento no

Centro-Oeste e Sudeste pode variar entre 4° e 6°C, enquanto que o cenário B2 apresenta valores entre 2° e 3°C”.

## **2.1 Impactos de Mudanças Climáticas nas culturas de Soja e Milho**

### ***Soja (Glycine max.)***

A necessidade hídrica para que a soja alcance alto rendimento se situa na faixa de 450 a 850 mm, diferenciando de acordo com a variedade e período de crescimento da cultura (FRANKE et al., 1999).

A máxima necessidade de água está ligada ao estágio de florescimento e enchimento de grãos, reduzindo drasticamente após esta etapa. O motivo de o déficit ser prejudicial à fase de enchimento de grão e que os nutrientes que o compõem estão situados no solo e como toda a planta, essa espécie transloca com o emprego da água, graças as suas ligações com os elementos desses nutrientes e da pressão e coesão superficial da água (FIETZ et al., 2002).

### ***Milho (Zea mays L.)***

O milho tem uma necessidade mínima de água em torno de 350 a 500 mm, mudando de acordo com a variedade, mas em sua maioria se comporta de forma mais adequada na faixa de 500 a 800 mm. Essa espécie tem suas maiores necessidades hídrica nas fases de polinização e na última semana pré-florescimento. O stress hídrico durante a polinização pode render uma queda na produção de grão entre 3 a 8% por cada dia que a planta se encontrar nesse estado. Sendo passível de perda de produtividade na casa de 81 a 89% (safra verão) e 91 a 95% (safrinha), quando se encontra em um grau de severidade de seca elevada, e baixa umidade no solo, já que em sua maioria o milho cultivado em Goiás, independente de ser referente à safra de verão ou a “safrinha”, não está associada a meios de irrigação (HEINEMANN et al., 2008).

## **2.2 Secas e suas Subdivisões**

Todas as formas de secas têm como padrão de classificação a deficiência na disponibilidade de água através da precipitação, causando algum tipo de dano, as formas de vida que existem sobre a área de influência da seca (FERNANDES et al., 2011).

### ***Seca Meteorológica***

A seca meteorológica tem somente uma variável de avaliação de sua ação, o déficit de chuvas ou déficit pluviométrico, sendo assim uma descrição que tem uma grande abrangência e que esta presente, no mínimo, nas fases iniciais das demais formas de secas, pode até ser considerada uma fase primária ou inicial dos outros tipos de secas (FERNANDES et al., 2009).

### ***Seca Agrícola***

A seca agrícola pode ser definida como uma seca com uma duração suficiente para que haja um desequilíbrio na disponibilidade de água no solo, entretanto, somente nas camadas as quais realizem algum processo de interação com as plantas cultivadas. A área de atuação da mesma se aplica a região com proximidade das raízes e os quais as forças de tensão da água no solo têm valor menor que a força de absorção da superfície radicular, e assim por sua vez

sendo absorvida para o interior da planta, quando a tensão da água no solo é muito maior que a força da planta, a água se torna parcialmente imóvel no solo, causando assim a indisponibilidade de água para a planta, acarretando consequências nos processos fisiológicos os quais são necessárias para a manutenção da saúde da mesma. Tem uma duração maior que a meteorológica e esta ligada a necessidade de cada cultura, em nível diferente, por haver demandas diferenciadas de acordo com o estágio fisiológico. A variação do teor de água no solo parte do ponto de murchamento, o qual pode ser irreversível, até a capacidade de campo, quando esse se encontra em ponto máximo na retenção de água (FERNANDES et al., 2009).

### ***Seca Hidrológica***

A seca hidrológica acontece após a seca meteorológica e a agrícola, por ser necessário um espaço temporal maior de déficit pluviométrico, ocorre quando a disponibilidade de água não afeta somente as plantas e também outras formas de vida, como criações de animais e a populações humanas (FERNANDES et al., 2011).

### ***Seca Socioeconômica***

A seca socioeconômica ocorre quando a escassez de água afeta a vida de uma população. Ela é detectada quando as anteriores se encontram em processo de instalação e seus danos as suas referentes áreas já atingiram valores preocupantes (FERNANDES et al., 2009). Quando a seca agrícola tem um grau de severidade elevada e prejudica a produtividade das culturas, as reservas de alimentos têm suas quantidades reduzidas e seus valores monetários elevados. Gerando assim uma crise de disponibilidade de alimentos, principalmente para as classes menos favorecidas economicamente. Esse tipo de seca é um efeito colateral das anteriores.

## **2.3 Ocorrências de secas no Brasil**

O Brasil desde os primórdios de sua descoberta apresenta relatos de secas. Todavia deve se ter em mente que os dados dos primeiros anos de colonização exploratória do território brasileiro, as secas só foram registradas em locais onde se houve centros de concentração humana. Os primeiros registros brasileiros são da região nordeste, por essa ser o primeiro ponto de povoamento da formação do Brasil. A primeira instituição a descrever os relatos de secas no Brasil foi a Igreja Católica que mantinha comunicação com os padres, freis e outros dessa ordem religiosa (CARDIN, 1583).

O Brasil é um país com grande aptidão agrícola, para tal processo o uso da água é de suma importância, para a irrigação de áreas anteriormente consideradas improdutivas e manutenção de áreas produtoras em períodos longos de escassez natural da água, todavia para que haja o uso de forma consciente e se possa delimitar o emprego desse recurso natural o mesmo deve ser acompanhado em toda sua cadeia de atuação.

Todas as formas de definir seca partem do princípio básico de que é uma condição de déficit de água, ou no solo ou no meio ambiente durante certo período de tempo (FARIA, 2011). Entretanto, o ponto de muita discussão para a conceituação de seca é a duração que a mesma deve permanecer nesse estado para ser estimada, e se deve ser levado em consideração algum dano que essa cause para que possa ser conceituada anteriormente que meramente o tempo, baseado em sua severidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O clima de Goiás é tropical semiúmido, tipicamente do Cerrado, com temperatura média anual de 23°C e grande volume de chuvas concentradas nos meses de Outubro a Março. Entre setembro e abril, as temperaturas podem chegar a até 39°C. A estação da seca dura de maio a setembro. Entre os meses de maio e julho, as temperaturas podem chegar perto dos 4°C, dependendo da região do estado (IBGE, 2010).

#### 3.1 Modelo Climatológico RegCM3

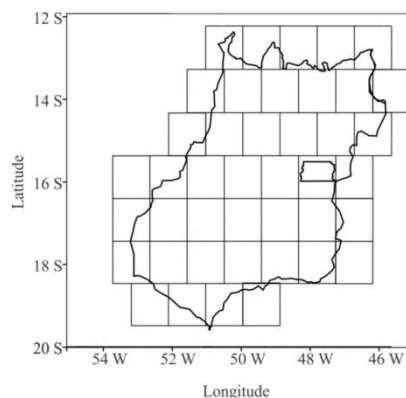
O modelo regional, RegCM3, foi carregado com acumulado do banco de dados meteorológicos do Estado de Goiás, e suplementado com os possíveis cenários (A2) e (B2), descritos e delimitados pelo IPCC em 2007. Os resultados por sua vez foram submetidos aos índices de anomalia de umidade de Palmer, para determinar possíveis secas, e seu grau de intensidade. Os índices de anomalia de umidade de Palmer variam em uma escala de 4 a -4, indo de extremamente úmido a extremamente seco, respectivamente. O RegCM3 resolve os processos de interação solo planta atmosfera, precipitação, radiação e de troca turbulenta entre a superfície-atmosfera.

#### 3.2 Dados Meteorológicos e Validação

Os dados utilizados foram projetados pelo modelo climático regional RegCM3. Para utilização dos dados nos cálculos do índice de anomalia de umidade de Palmer (Z-index) utilizou-se um script de extração de dados no programa meteorológico GrADS (Grid Analysis and Display System) para obtenção dos dados pontuais.

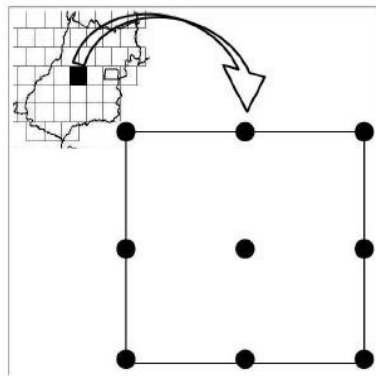
As Figuras 1 e 2 descrevem o método de obtenção dos dados meteorológicos.

**Figura 1** Dados Meteorológicos



Fonte: Adaptado de (FERNANDES *et. al*, 2011)

**Figura 2** Dados Meteorológicos



Fonte: Adaptado de (FERNANDES *et. al*, 2011)

Primeiramente separa-se do mapa a região de estudo, o Estado de Goiás, depois o divide em quadrantes, que correlacionam posições em latitude e longitude (Figura 1). Após essa fase cada quadrante é subdividido novamente, onde em teoria seriam seus pontos de extremos e de meios (Figura 2), totalizando um conjunto de nove pontos em cada quadrante de avaliação, sabendo-se que os dados podem se repetir por haver compartilhamento de extremos entre os quadrantes. Em resumo cada quadrante receberá o valor médio de seus nove pontos, pois são baseados nas estações de captação meteorológicas do Estado, que podem apresentar uma falha em preenchimento simétrico do quadrante, sendo assim minimizado o erro com a média.

Essa avaliação tem a delimitação física do Estado de Goiás, que ocupa uma área de 340.103,467 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Após a coleta dos dados, os mesmos foram carregados no simulado de modelos climático RegCM3 (*Regional Climate Model – versão 3*). O pesquisador Kruger validou em 2009 os dados climatológicos, simulando os mesmos e comparando-os com a observada do CMAP (*Climate Prediction Center – Merged Analysis of Precipitation*), CRU (*Climate Research Unit*) e NCEP (*National Center of Environmental Prediction*). É de relevância ressaltar, que as simulações do modelo RegCM3 utiliza como parâmetros inicial e de fronteira os dados do modelo global HadAM3 1975-1989. A região de estudo foi dividida em 42 quadrículas. As variáveis climáticas precipitação, temperatura máxima e mínima em cada quadrícula, representam a média de 9 pontos de grade no domínio do modelo RegCM3(FERNANDES *et, al.*, 2011).

### 3.3 Análises Estatísticas

A análise de regressão juntamente do emprego de tabelas de probabilidades condicionadas foram utilizadas nessa avaliação, especificamente os dados de precipitação, temperatura máxima e mínima do estado de Goiás. Para a formação dos dados de modelagem, que posteriormente foram aproveitados para a geração dos mapas de Cenários, dividiu-se os meses de acordo com seus respectivos valores do Z-Index e baseado no índice de severidade de seca. Nem todas as classes se encaixam nas estatísticas de determinação de secas. Das nove classes iniciais, quatro foram selecionadas, por sua relevância e empregadas no mesmo como especificado na Tabela 1.

**Tabela 1** Índice de Severidade de Seca – Classe Z-index

Pouco seco	- 0.50 a - 0.99
Moderadamente seco	-1.00 a -1.99
Muito seco	-2.00 a - 2.99
Extremamente seco	< -3.00

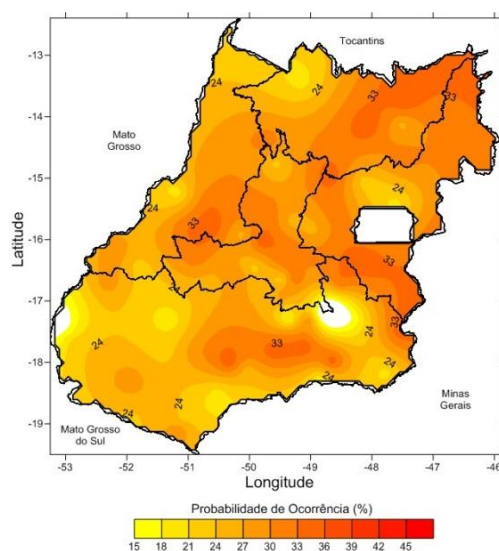
Para que haja uma melhor compreensão e posterior conclusão, os dados usados foram divididos em três variáveis de climatológicas (Temperatura máxima, Temperatura mínima e Temperatura média), em um espaço de tempo de 180 meses (15 anos) do estado de Goiás, em 5 mesorregiões, totalizando 42 quadriculas, representando a média de 378 pontos de grade do modelo climatológico RegCM3.

### 3.4 Análise espaço-temporal

O método escolhido de interpolação dos dados pontuais para construção dos mapas espaciais foi o de *Krigagem*. De acordo com (ROSSI et al.,1994) esse método apresenta vantagens em relação aos outros métodos pelo fato de apresentar valores maiores ou menores do que os apresentados na amostra.

A primeira etapa foi à organização dos dados georreferenciados das probabilidades de ocorrência de secas em arquivos no formato “BLN” (arquivos de dados) para leitura no programa SURFER. Com os dados organizados, utilizou-se a ferramenta GRID com o intuito de realizar a espacialização dos dados pontuais em pontos de grade, gerando os arquivos “GRD” (arquivos de gride). Por último, o arquivo GRD foi executado e realizaram-se os seguintes procedimentos: a) corte dos dados nos limites do estado de Goiás; b) adição de uma máscara com os limites das mesorregiões geográficas do Estado; e c) escolha das cores e barra de cores para identificar as probabilidades. Depois de realizado esses procedimento salvou-se os arquivos no formato “SRF” (arquivo do SURFER) (Figura 3).

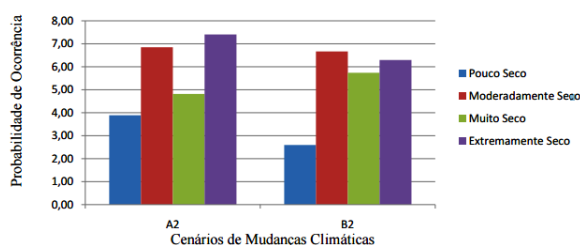
**Figura 3** Mapa especializado no formato de arquivo SRF



## 4 RESULTADO

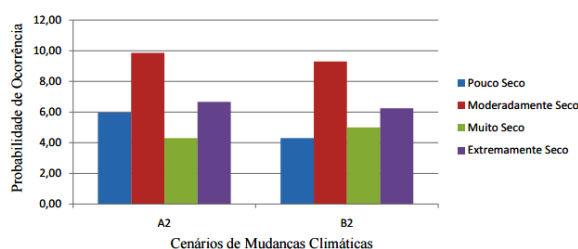
O gráfico abaixo (Gráfico 1) se refere à probabilidade de ocorrência de secas e seus níveis de intensidade na mesorregião central, na possibilidade de Pouco Seco, o cenário A2 se encontra com um nível maior, em comparação ao cenário B2, entretanto com valores baixos em comparação aos outros tipos de secas possíveis. Na subdivisão Moderadamente Seco, os cenários tem uma diferença de variação mínima entre si, sendo possível ser considerada igual, levando em consideração a margem de erro estatístico. Na subdivisão probabilística de seca, Muito Seco, o cenário B2 tem valores maiores que o cenário A2, é tem na escala de valores o terceiro maior índice e o único onde o cenário B2 se mostra superior ao A2. Na ultima subdivisão avaliada nesse gráfico, Extremamente Seco, novamente os valores de A2 se sobressaem ao do B2, sendo esses valores os maiores atingidos na escala probabilística, sendo possível se pressupor que mudanças que ocorram e transforme as características do cenário, próximas às características do cenário A2, a possibilidade de ocorrência de seca Extrema ser maior na mesorregião central do Estado de Goiás.

**Gráfico 1** Probabilidade de ocorrência de secas na Mesorregião Central, nos Cenários A2 e B2



O Gráfico 2 tem como parâmetros de avaliação os valores de probabilidade das subdivisões de intensidade de seca para a mesorregião Leste do Estado de Goiás, nos cenários A2 e B2. No comparativo dos valores de Pouco Seco, o Cenário A2 se apresenta com um valor maior que o cenário B2, o que caracteriza por sua vez uma possibilidade de ocorrência de secas mais amenas em A2, do que em B2. Já no aspecto comparativo de Moderadamente Seco os valores do cenário A2 se apresentam superiores, entretanto só que com uma diferença percentual menor que a do cenário B2. Na possibilidade de ocorrência de Muito Seco, o cenário B2 tem valores maiores que o cenário A2, percebe-se que essa subdivisão de severidade de seca, e a única das quatro avaliadas nessa mesorregião, que o valor alcançado por B2 é maior que o de A2. Na probabilidade de Extremamente Seco a diferença percentual entre os cenários é o menor encontrado nos comparativos da mesorregião Leste de Goiás, e o retorno da vantagem estatística ao cenário A2.

**Gráfico 2** Probabilidade de ocorrência de secas na Mesorregião Leste, nos Cenários A2 e B2

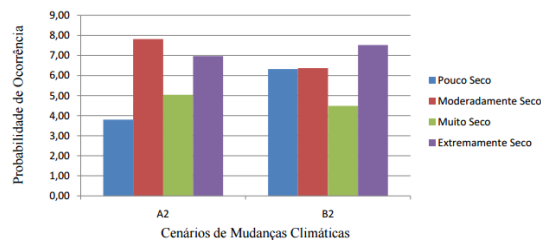


Nos comparativos dos cenários na mesorregião Noroeste de Goiás, demonstrados no Gráfico 3, temos o valor de B2 superior ao de A2 com uma grande diferença percentual. Diferença essa, que por sua vez é contrária e desfavorável ao Cenário B2 no parâmetro de



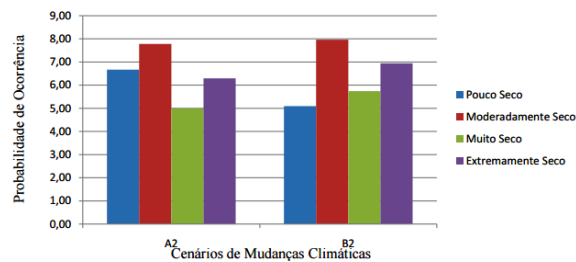
severidade de Moderadamente Seco. Quando avaliado Muito Seco, percebemos que o mesmo tem valores mais elevados no cenário A2, todavia com diferença percentual menor que o ocorrido nas avaliações anteriores desse mesmo gráfico. No caso de Extremamente Seco a probabilidade se mostra mais elevada na configuração do cenário B2. Analisando a totalidade do gráfico, percebe-se que os valores dos parâmetros periféricos são mais elevados em um possível cenário B2 e os parâmetros internos são mais elevados no cenário A2.

**Gráfico 3** Probabilidade de ocorrência de secas na Mesorregião Noroeste, nos Cenários A2 e B2



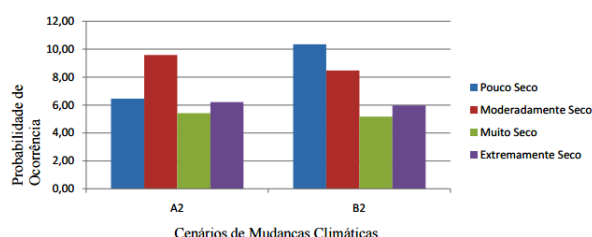
Avaliando o Gráfico 4, percebe-se que a possibilidade de ocorrência de secas de severidade Pouco Seco, são maiores no cenário A2, no caso da mesorregião Norte de Goiás. No caso de Moderadamente Seco o valor mais elevado está presente no cenário B2, entretanto com uma diferença percentual baixa. Na probabilidade de Muito Seco, o cenário B2 se mantém com os valores mais elevados, com um nível percentual de diferença maior que o Moderadamente Seco. Essa diferença volta a ser percentualmente menor quando se avalia o Extremamente Seco. Analisando o gráfico como um todo, percebe-se que só em um dos níveis de possibilidade de seca o cenário A2 tem valores mais altos, o que por sua vez indica uma probabilidade maior de secas nessa região, se as características do cenário B2 se concretizarem no cenário real futuro.

**Gráfico 4** Probabilidade de ocorrência de secas na Mesorregião Norte, nos Cenários A2 e B2



O Gráfico 5, se refere a probabilidade de ocorrência de secas na mesorregião Sul do Estado de Goiás. O cenário B2 se apresenta com um valor maior e com um percentual muito elevado em comparação ao cenário A2, na subdivisão de severidade de Pouco Seca. Já no Moderadamente Seco o valor de A2 é maior que o de B2, entretanto com uma diferença percentual menor que o anterior. Em Muito Seco, a diferença é quase imperceptível, entretanto o cenário A2 tem os valores mais elevados. Já Extremamente Seco é maior novamente em A2, com percentual pequeno entre os dois cenários avaliados.

**Gráfico 5** Probabilidade de ocorrência de secas na Mesorregião Sul, nos Cenários A2 e B2

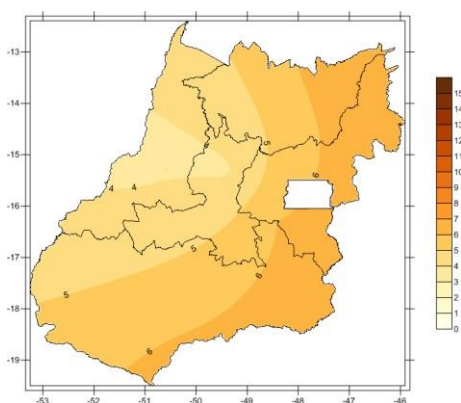


#### 4.1 Resultados Espaciais

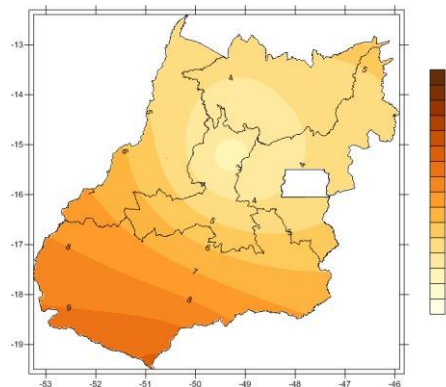
As Figuras 4 e 5 são representações dos parâmetros de classe, pouco seco, da tabela de severidade seca, nos cenários do IPCC A2 e B2. É possível perceber que nesse parâmetro de índice onde o valor do Z-index varia entre - 0.50 a - 0.99 o cenário A2 mostra tendências de uma maior possibilidade de atuação dos índices de secas na região Leste do Estado, adentrando nas mesorregiões do norte e do Sul e perdendo força de atuação no sentido que se encaminha para Oeste.

A mesorregião com maior homogeneidade de dados e a região central do estado, com duas graduações de cores na intensidade, sendo a menor inferior ao da mesorregião do oeste. Na figura 5, que retrata um cenário B2 se observa uma grande intensidade no sul do estado e cinco variações de intensidade na mesorregião Sul, forma de degradação de intensidade no sentido sudoeste para nordeste, como um micro região de baixa intensidade no centro-norte da mesorregião Central do Estado. Devem-se mais uma vez recordar que tais mudanças são atribuídas aos cenários as quais são encaixadas, e que os mesmos são o cruzamento de dados climáticos e de aspectos ambientais e socioeconômicos da população global e regional.

**Figura 4** pouco seco A2

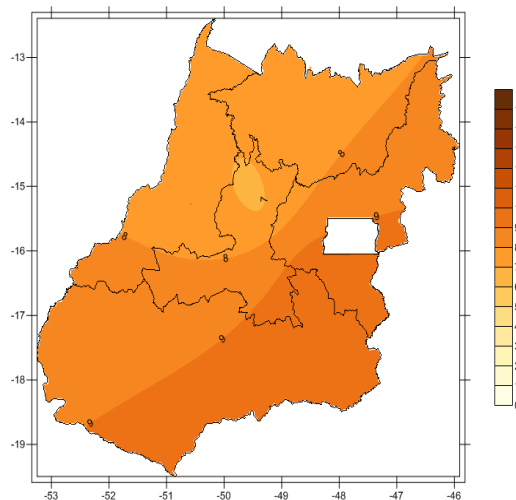


**Figura 5 Pouco Seco B2**



No caso da Figura 6, os cenários são os mesmos avaliados anteriormente, do mesmo Estado com as mesmas mesorregiões e com os mesmos parâmetros, a principal diferença é que o índice de seca do Z-index dessas representações são os valores para secas de valores moderadas (-1.00 a -1.99). O grau de severidade é diferenciado, mas o sentido de graduação de intensidade é no mesmo sentido leste- oeste, entretanto nesse cenário a mesorregião norte é a de maior uniformidade com menores variações de intensidade.

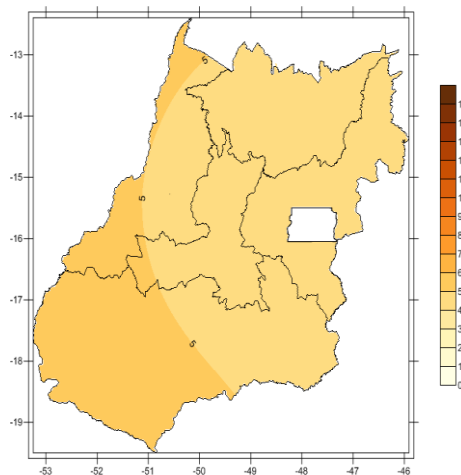
**Figura 6 Moderadamente Seco A2**



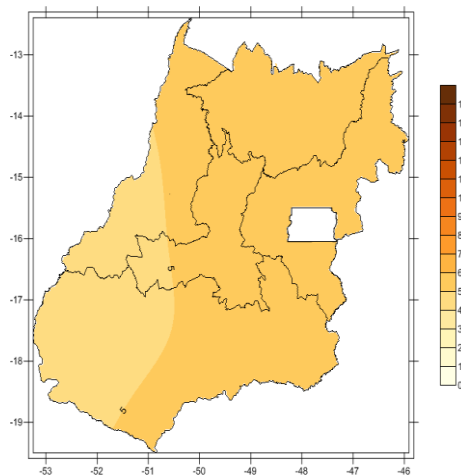
A Figura 7, do cenário A2 tem fortes tendências de maior intensidade na mesorregião Sul do Estado e enfraquece essa tendência de acordo se encaminha na direção Norte do mapa. Nesse caso em específico as mesorregiões Leste e Norte são as de maior uniformidade por apresentar somente um grau de tendências, mas a mesorregião central tem uma pequena área de interação, a qual foi registrada em sua maior ría região Sul.

No cenário B2 (Figura 8), na classe de severidade de seca de Muito Seco segue, uma tendência que foi verificada na maioria das imagens anteriores, uma intensidade maior na região Leste e Sul. Observa-se que nesse cenário proporcionalmente a área de menor intensidade é inferior em um nível diferente das imagens já analisadas.

**Figura 7 Muito Seco A2**



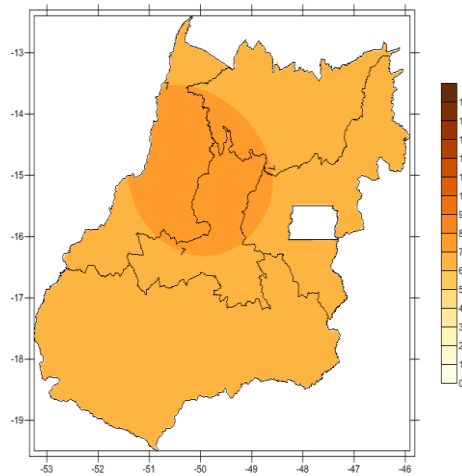
**Figura 8 Muito Seco B2**



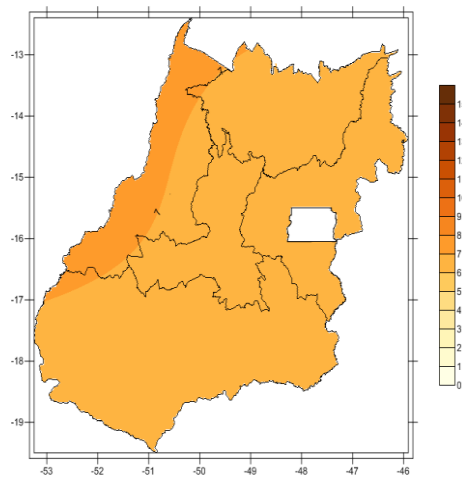
A Figura 9 se refere a uma representação em cenários A2 e B2 de mudanças climáticas, na classe de severidade de seca de Extremamente seco, que compreende valores mais elevados de dados usados nessas análises, pois sua gama de classificação pode se estender a valores muito maiores que o  $> -3,00$ . Esse cenário demonstra uma tendência diferenciada das anteriores, a maior intensidade se concentra em uma área restrita na região Oeste e tem a sua volta e em todas as direções uma perda de intensidade, ou suavização dos índices de severidade de seca.

No mapa se que refere ao cenário B2 (Figura 10), nas tendências de extremamente seco, o nível mais grave de todos, entretanto no cenário menos pessimista, por não apresentar um valor limite definido, só necessita ultrapassar um valor menor ou igual a  $-3,00$ . Analisando tal imagem se percebe que a mesorregião mais afetada por possíveis fenômenos de seca extrema nesse cenário seria a Oeste. E fora essa mesma mesorregião as demais se mantêm uniforme com uma pequena inserção de maior intensidade nas mesorregiões Norte, Central e Sul.

**Figura 9** Extremamente Seco A2

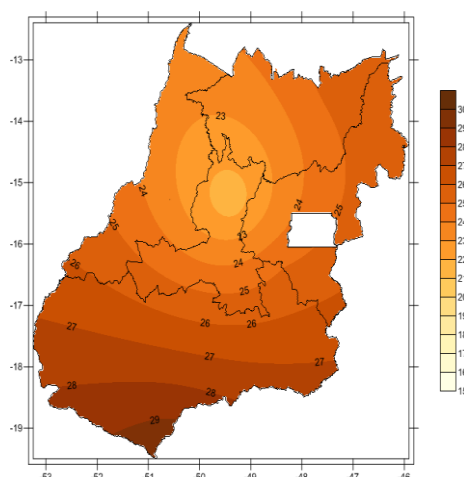


**Figura 10** Extremamente Seco B2



A Figura 11 ilustra os dados acumulados das tendências futuras do Estado nos Cenários A2 e B2. As maiores possibilidades de ocorrência de seca no Estado de Goiás são registradas na região Sudeste do Estado, por ter sofrido influências das tendências que direcionavam os dados probabilísticos para Leste e para o Sul (Sudeste), formando assim uma região resultante de uma força vetorial, diagonal a intersecção dos eixos Leste e Sul.

**Figura 11** Todos os eventos de Seca B2



Esta por sua vez demonstra que as mesorregiões que podem sofrer mais com as possíveis secas nos cenários futuros mesmo sendo elas As ou Bs são a mesorregião do Sul e do Leste. Analisando mais profundamente a sobreposição das informações de todos os eventos nos dois cenários avaliados percebe-se que o Sul, pode sofrer de fenômenos de secas, variando somente em sua severidade. Essa informação deve ser cuidadosamente avaliada e planejamentos devem ser tomados para que o impacto seja menor nas populações, não somente de pessoas como também as de plantas.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados descritos nessa análise probabilística, de cenários de secas no Estado de Goiás, podem ser empregados no melhoramento genético, para determinar o grau de severidade à seca que suas cultivares devem ser aptas para suportar, sem perder de rendimento, por ação do Ambiente.

É evidente que para que haja o ápice da produção a relação Genótipo x Ambiente deve ser explorada de forma onde ocorra às menores perdas possíveis, nesse caso as novas cultivares devem ser empregadas em áreas, com clima adequado ao seu genótipo ou a criação de indivíduos capazes de suportar fenômenos climáticos extremos. Os dados meteorológicos não se apresentam separadamente, mas em paralelo aos interesses da produção agrícola. Julgando quais as melhores ferramentas e ações para maximizar a produção ou evitar perdas excessivas de produtividade.

## REFERÊNCIAS

AVÍLA, A. M. H., **Uma síntese do quarto relatório do ipcc**. Disponível em <http://www.ipcc-data.org/> Acesso em: 12 ago. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Água - FREITAS, M. A. S.; **A previsão de secas e a gestão hidro energética: o caso da bacia do rio Parnaíba no nordeste do Brasil**, - Brasília 2010.

CARDIM. F.; **Do clima e terra do Brasil – tratados da terra e gente do Brasil, 1583.** Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/34152640/Fernao-Cardim-Tratados-da-terra-e-gentedo-Brasil> Acesso 25 out. 2012.

BLAIN,G.C.; BRUNINI,O.; **Quantificação da seca agrícola pelo índice padronizado de evapotranspiração real (iper) no estado de são Paulo, Bragantia.** Campinas, v. 65, n. 3, p. 517-525, 2006.

DE PAULA, M.; PEREIRA, F. A. R.; ARIAS, E. R. A.; SCHEEREN, B. R.; DE SOUZA, C. C.; DA MATA, D. D.; **Fixação de carbono e a emissão dos gases de efeito estufa na exploração da cana-de-açúcar.** Ciências Agrotec, Lavras, v. 34, n. 3, p. 633-640, Maio/Junho, 2010.

FARIA.S.M.; **“O fenômeno seca e a produtividade agrícola do estado de Goiás”.** Dissertação. (Pós-graduação em Geografia) – Universidade Federal de Goiás. Jataí. 2011

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; **Utilização de projeções climáticas regionais para determinar eventos de seca baseados no z-index.** In: IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia. Pelotas- RS, 2010.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. O.; **Desempenho de índices quantitativos de seca na estimativa da produtividade de arroz de terras altas.** Brasília, 2010.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S.; **Índices para a quantificação da seca.** Brasília, 2009.

FIETZ. C.R.; URCHELM.A.; **Deficiência hídrica da cultura da soja na região de dourados, MS,** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 2, p. 262-265 Campina Grande. Paraíba, 2002, Disponível em . Acesso em; 18 Ago.2012.

FRANKE.A.E.; DORFMAN. R.; **Necessidades de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do planalto médio e missões, rs1,** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n.8, p.1675-1683, Ago. 2000.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE. C. D.T.; GOMIDE. R.L.; AMORIM. A.O.; PAZ, R. L. F.; **Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético –** Ciências Agrotec., Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, Julho/agosto 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C.; **Introdução à agrometeorologia. In: 2012. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações praticas,** 1. Ed. Guaíba-rs: editora agropecuária, 2002. Cap.1.

ROSSI, R. E.; DUNGAN, J. L.; BECK, L. R; **Kriging in the shadows: geostatistical interpolation for remote sensing. Remote sens. Environ.;** V.49, P. 32-40, 1994.

SOUZA, A.; ALBUQUERQUE, B.F.C.; LOPES,T.C.S.P. **Um estudo do índice de bhalme&mooley – IBM (BHALME & MOOLEY, 1980); índice de anomalia de chuva-**

**IAC (ROOY,1965) para o estado de mato grosso do sul.** Depto. Física Universidade Federal 33 de Mato Grosso do Sul. Xxx. 2000. Disponível em . Acesso em; 26 Ago.2012.

Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE). 2011. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 02 ago. 2012.