



RELAÇÕES ENTRE A VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DO ALGODÃO HERBÁCEO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Caio Cesar Farias Diaz ⁽¹⁾, IweltonMadson Pereira ⁽²⁾, Deivide Benício Soares ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, caio.cesarwow@hotmail.com

⁽²⁾ Departamento de Ciências Geográficas, UFPE, Madson85@hotmail.com

⁽³⁾ Doutor em Geografia, Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos (Tropoclima)/UFPE, deividebenicio@yahoo.com.br

Eixo: Climatologia em diferentes níveis escalares: mudanças e variabilidades.

Resumo

Objetivou-se investigar o grau de influência da variabilidade das chuvas sobre a produtividade do algodão herbáceo tendo como base dados, APAC, FUNCEME e INMET para os dados pluviométricos e o senso agropecuário municipal da plataforma SIDRA do IBGE para dados de produtividade agrícola. A metodologia é composta de estatística básica, com utilização do coeficiente de correlação linear de Pearson para relacionar os dados de precipitação com os de produtividade e os desvios do erro médio padronizado para analisar essa relação ano a ano e obter melhor entendimento do comportamento entre as variáveis. Os resultados indicaram que a variabilidade da precipitação pode afetar em níveis diferentes no tempo e no espaço a produtividade onde a localização geográfica de cada região em estudo pode ser uma causa para essas distinções. Concluiu-se, portanto, que apesar de haver indícios, o desenvolvimento do algodão herbáceo não parece ter relação estatística direta com as chuvas.

Palavras-chave: climatologia, agricultura, semiárido, período chuvoso.

1 Introdução

A região do semiárido brasileiro apresente um regime climático marcado por longos períodos de estiagem e eventos de seca, que se repetem com uma frequência maior do que a encontrada em muitos outros espaços do país. Com uma população residente que supera a totalidade de 23 milhões de habitantes, essa região se apresenta como o semiárido mais povoada do planeta (AB' SÁBER, 2003). Dotado de uma população bastante difusa no território, o semiárido brasileiro produz uma realidade distinta da observada em outras regiões do planeta, com regime climático análogo. A distribuição da população em quase todos os cantos deste nordeste seco, cria condições socioeconômicas muito distintas, gerando espaços de dinâmica econômica intensa, em detrimento de regiões economicamente deprimidas.

A chamada agricultura de sequeiro ocupa cerca de 96% das terras sob regime de agricultura nos espaços semiáridos do nordeste brasileiro (AB' SABER, 2003). Os principais gêneros cultivados são: Palma forrageira, Algodão, Feijão, Milho e Mandioca. A palma forrageira ganha destaque, nesse



sentido, por sua capacidade de subsidiar o desenvolvimento da atividade pecuarista, diante da inexistência de pasto no período seco. Se considerarmos, nessa perspectiva, a palma como sendo um gênero alimentício (animal), podemos dizer que a única/principal exceção a produção de subsistência é o algodão, que, converte-se em uma importante fonte de renda para grupos familiares dependentes dos severos ciclos de agricultura do semiárido.

Atualmente, a produção de algodão herbáceo (*Gossypiumhirsutum* L.) continua atendendo predominantemente o mercado externo, colocando o Brasil na 3ª posição no ranking de maiores exportadores mundo, atrás, apenas, dos Estados Unidos da América e da Índia (ABRAPA, 2016). Mais recentemente essa importância produtiva foi elevada diante do crescente uso do óleo de algodão (produzido a partir da prensagem de seu caroço) para a produção de Biodiesel. Putti, Ludwig e Macini (2012), ao analisarem a viabilidade do uso do algodão para esse fim, e consideraram ser viável por permitir uma maximização da lucratividade da produção, uma vez que permite o comércio da fibra e do caroço.

A região semiárida do Nordeste brasileiro é assolada por secas que obrigam fluxos migratórios desde tempos pré-coloniais, com registros de grupos indígenas migrando para o litoral, fugindo da escassez de água, causada por esses eventos extremos (AB' SABER, 2003; CAMPOS, 1997). Essa condição extrema, impõe uma situação de vulnerabilidade para o ambiente, que associada ao elevado índice populacional, gera situações de risco aos grupos residentes com menor poder aquisitivo.

Teixeira e Bassoi (2009), por exemplo, comentam que problemas de cunho hidrológico em bacias estão relacionados a efeitos na drenagem hídrica de atividades agrícolas no fluxo dos rios e tais problemas podem ser potencializados pela intensa concentração de poluentes em períodos de baixa vazão. Eles acrescentam ainda que a agricultura em regiões do semiárido revelam que a água cria subsídios para a economia rural, mas que a drenagem agrícola pode afetar a qualidade da água. No entanto, por sua capacidade de desenvolvimento em regiões semiáridas o algodão é hoje uma oportunidade desenvolvimento econômico para alguns espaços agricultáveis do sertão, onde, segundo Silva, Silva e Azevedo (2012), predomina a agricultura de subsistência.

Nesse sentido o presente estudo buscou investigar o grau de influência da variabilidade intra anuais das chuvas sobre a produtividade do algodão herbáceo, bem como verificar o comportamento conjunto de ambas as variáveis em série temporal, em três municípios do sertão nordestino.

2 Caracterização da área

Os municípios de Serra Talhada, Sousa e Iguatu se localizam respectivamente nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará, sendo que Serra Talhada é o município mais meridional dentre os três



na latitude 7.98°S e Iguatu é o município mais setentrional, localizado na latitude 6.35°S . Sousa se encontra em uma latitude intermediária em relação aos outros dois municípios. A posição desses municípios é mostrada na Figura 1.

A área do trabalho envolve parte do semiárido nordestino, portanto, o clima dos três municípios é classificado, segundo Köppen, como BShw, ou seja, clima semiárido quente com chuvas de verão. Porém, devido a posição diferenciada de cada município, algumas características do regime de chuvas podem variar levemente. Já no que consta a vegetação nativa, predomina a caatinga hiperxerófila, com ocorrência frequente de cactáceas arbustivas e angiospermas caducifólias e semicaducifólias adaptadas a períodos prolongados de estiagem.

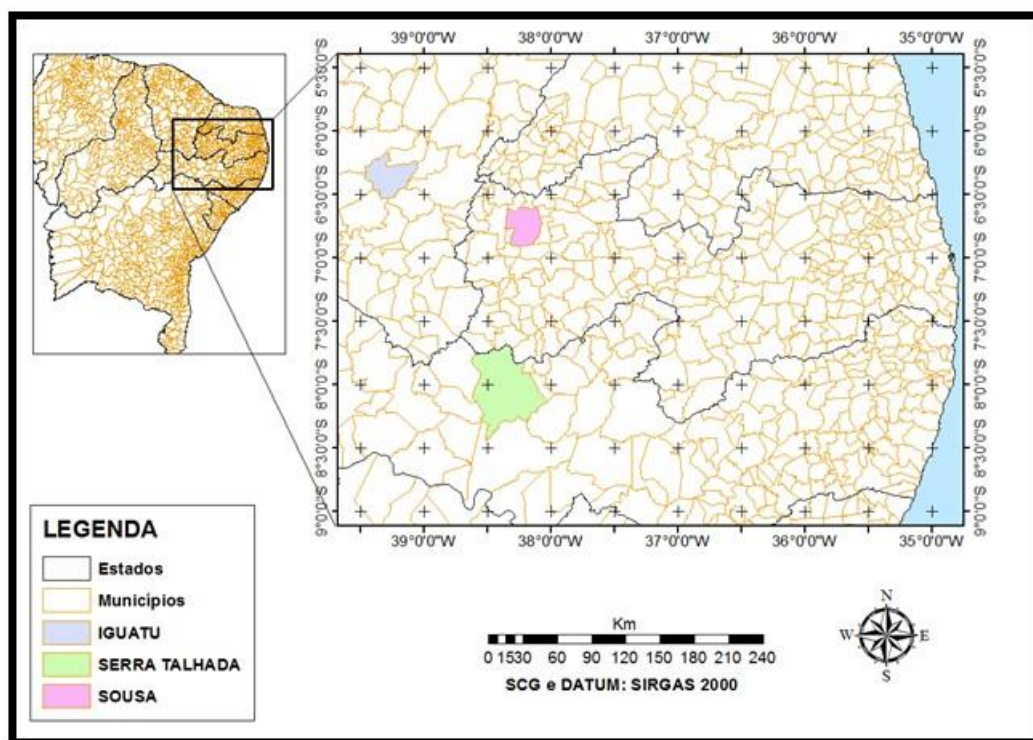


Figura 1: Mapa de localização de Iguatu, Serra Talhada e Sousa

3 Dados e metodologia

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados dados de precipitação mensal dos municípios de Serra Talhada em Pernambuco, Sousa, na Paraíba e Iguatu no Ceará (Figura 1) entre os anos de 1990 e 2015, variando de município para município. A fonte para aquisição dos dados é da Agência Nacional de Águas (ANA) e a Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME). Foram utilizados também, dados de produtividade agrícola (rendimento médio) anual do algodão herbáceo, para os três municípios citados também entre os anos de 1990 e 2015 oriundos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).



Compreendendo que alterações pluviométricas podem interferir nas diversas fases de desenvolvimento da planta gerando modificações consideráveis no rendimento e na produtividade, optou-se por agrupar os meses chuvosos em trimestres para verificar qual época do ano a precipitação se relaciona melhor com a produtividade agrícola do algodão herbáceo, os dados de precipitação mensal foram agregados em 4 trimestres centrados nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, abrangendo o período de chuvas de novembro a abril. Após isso, cada trimestre foi correlacionado com os dados de rendimento médio anual utilizando-se para isso o coeficiente de correlação linear de Pearson, cuja estatística é descrita na equação 1:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad (1)$$

Em que r é o coeficiente de correlação entre as variáveis, X e Y são as variáveis consideradas e n é o tamanho da amostra.

Para aferir se os resultados de correlação são estatisticamente significantes, adotou-se níveis de significância de 95% e 99% e a partir deste processo, os dados obtidos foram comparados com os valores críticos de coeficiente r segundo o intervalo de confiança e os graus de liberdade listados na tabela 1.

Para se identificar padrões entre anomalias de precipitação e desvios de produtividade ao longo dos anos e compreender melhor o comportamento entre essas duas variáveis, uma análise utilizando desvios do erro médio padronizado (DEMP) foi efetuada. Essa análise servirá de respaldo para explicar os valores dos trimestres mais bem correlacionados, encontrados entre a precipitação e a produtividade agrícola do algodão herbáceo. A estatística para esta análise é mostrada nas equações 2 e 3:

$$P_x = \frac{P_i - \bar{P}}{\sigma} \quad (2)$$

$$P_y = \frac{Pd_i - \bar{Pd}}{\sigma} \quad (3)$$

Fonte das equações: Ferreira (2005)

Em que P_x é o valor do DEMP para o mês ou período “x”, P_y é o valor do DEMP da produtividade no ano “y”, P_i é o valor da precipitação no mês ou período “i”, Pd_i é o valor da produtividade no ano “i”, \bar{P} é a média da série pluviométrica calculada, \bar{Pd} é a média da produtividade e σ é o desvio padrão da série calculada.

Tabela 1: valores críticos de r . Fonte: Radford University



df	Level of Significance for a One-Tailed Test					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of Significance for a Two-Tailed Test					
	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	0.951	0.968	0.997	0.9995	0.9999	0.99999
2	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
3	0.687	0.805	0.878	0.934	0.959	0.991
4	0.608	0.729	0.811	0.882	0.917	0.974
5	0.551	0.669	0.755	0.833	0.875	0.951
6	0.507	0.621	0.707	0.789	0.834	0.925
7	0.472	0.582	0.666	0.750	0.798	0.898
8	0.443	0.549	0.632	0.715	0.765	0.872
9	0.419	0.521	0.602	0.685	0.735	0.847
10	0.398	0.497	0.576	0.658	0.708	0.823
11	0.380	0.476	0.553	0.634	0.684	0.801
12	0.365	0.457	0.532	0.612	0.661	0.780
13	0.351	0.441	0.514	0.592	0.641	0.760
14	0.338	0.426	0.497	0.574	0.623	0.742
15	0.327	0.412	0.482	0.558	0.606	0.725
16	0.317	0.400	0.468	0.542	0.590	0.708
17	0.308	0.389	0.456	0.529	0.575	0.693
18	0.299	0.378	0.444	0.515	0.561	0.679
19	0.291	0.369	0.433	0.503	0.549	0.665
20	0.284	0.360	0.423	0.492	0.537	0.652
21	0.277	0.352	0.413	0.482	0.526	0.640
22	0.271	0.344	0.404	0.472	0.515	0.629
23	0.265	0.337	0.396	0.462	0.505	0.618
24	0.260	0.330	0.388	0.453	0.496	0.607
25	0.255	0.323	0.381	0.445	0.487	0.597

4 Resultados e discussão

Os resultados de correlação entre as precipitações trimestrais e a produtividade se mostraram bem distintos tanto do ponto de vista espacial, quanto do ponto de vista temporal, ou seja, houve distinções marcantes entre os municípios e entre os trimestres chuvosos para cada município. O período em que as duas variáveis se relacionaram melhor diferiu para cada localidade como é mostrado na tabela 2.

Em Iguatu, o período trimestral mais bem correlacionado centrou-se no mês de março, abrangendo o final do ciclo produtivo do algodão herbáceo e ao mesmo tempo, o final do período chuvoso na região. Apesar disso, tal valor, assim como os valores dos outros trimestres para este município, mostra-se completamente insipiente do ponto de vista estatístico (pois não chega nem perto do valor crítico estabelecido, representado na tabela como “V C”) para dizer que existe uma relação entre as chuvas na região e a produção de algodão.

Tabela 2: valores de correlação linear

Trimestre	Iguatu	Serra Talhada	Sousa
NDJ	-0,033	0,175	0,650
DJF	-0,002	0,090	0,741
JFM	0,008	0,208	0,560



FMA	0,084	0,131	0,274
V C 95%	0,396	0,413	0,497
V C 99%	0,505	0,526	0,623

Ainda assim, o maior valor de correlação configurado entre os meses de fevereiro, março e abril é plausível, pois nesta época ocorre uma intensificação na configuração horizontal e vertical da ZCIT, bem como seu deslocamento para latitudes mais ao Sul do equador. O aparecimento de linhas de instabilidade que acompanham a zona de convergência e a ocorrência de uma banda dupla da ZCIT nessa época do ano (UVO, 1989), também auxiliam o valor de correlação para este trimestre.

Correlações concentradas em apenas uma fase do desenvolvimento da espécie foram observadas por Naheed e Cheema (2015), ao analisarem a correlação entre a produtividade do trigo, no Paquistão, e o regime hídrico, uma vez que a cultura do trigo é feita em regime de sequeiro. Durante o desenvolvimento da pesquisa, compreendendo que para a produtividade da espécie o período final do ciclo tendia a influenciar mais no processo, esses autores optaram por concentrar sua análise apenas nos meses finais de maturação da plântula. Assim, parece bastante acertada a escolha da divisão dos grupos temporais, aqui apresentada, uma vez que tais características, para o algodão, não estão tão claras.

No município de Serra Talhada, os resultados mostraram uma maior proximidade entre as oscilações hídricas e produtivas. A maior correlação foi encontrada entre os meses de janeiro a março, representando o período de ciclo intermediário e final da produção de algodão herbáceo. Deve-se dizer, contudo, que tal valor representa apenas metade do patamar mínimo estabelecido para se ter relevância estatística na análise, entretanto, configura-se como um resultado que merece atenção uma vez que embora não haja uma correlação estabelecida movimento de escassez hídrica podem estar interferindo de forma indireta na qualidade do produto.

Carmello (2011) ao analisar a vulnerabilidade da produção de soja à disponibilidade hídrica, observou que embora a produção total não sofresse grandes alterações, a qualidade dos grãos, dependendo do momento de desenvolvimento da plântula, em que houvesse a diminuição da oferta hídrica, diminuía consideravelmente, alterando o rendimento final. Nesse sentido uma correlação, ainda que não significativa num período de amadurecimento do fruto pode ser contundente, diante de possíveis mudanças climáticas que agravem a situação atual.

Deve-se destacar ainda que o fato do primeiro trimestre de chuvas do ano (JFM) ser o mais bem correlacionado com a produtividade do algodão herbáceo, pode estar relacionada com a ocorrência e atuação mais intensa de VCANs, nessa época do ano, como é discutido por Ramirez, Kayano e Ferreira (1999), atrelado a pulsos da ZCIT e células de convecção que provém chuvas com mais



abundância nessa região. Nesse sentido qualquer modificação nesses sistemas pode diminuir a produtividade na região. Silva, Silva e Azevedo (2012) indicaram que possíveis mudanças na temperatura média global pode reduzir consideravelmente as regiões capazes de suportar o desenvolvimento do algodão herbáceo no nordeste do Brasil. Tal preocupação vai ao encontro das reflexões aqui apresentadas.

Ainda sobre as implicações de alterações ambientais na produção do algodão herbáceo, Naheed e Rasul (2015) indicam que esta espécie, embora resistente a escassez hídrica, tende a demandar mais água quando o ambiente torna-se menos úmido e mais quente. Nesse sentido, a variação de produtividade pode está diretamente ligada a diminuição da umidade da região, vinculando-se diretamente às alterações climáticas supracitadas.

O município de Sousa obteve os resultados de correlação mais intensos, configurando-se como a única área de estudo que demonstrou significância estatística. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram-se como o trimestre mais bem correlacionado com a produtividade, acompanhado dos trimestres centrados nos meses de dezembro (NDJ) e fevereiro (JFM).

Estes resultados indicam que as atividades agrícolas em Sousa parecem apresentar maior susceptibilidade a variabilidade pluviométrica, destacando-se diante dos demais municípios estudados. Deve-se destacar que mesmo diante da quase inexistência de correlação no município de Iguatu, e da baixa correlação de Serra Talhada não se pode considerar como existente a influência da precipitação na produtividade do algodão em períodos específicos. A localização intermediária de Sousa em relação aos outros municípios faz com que a área possa ser atingida com melhores condições, por uma variedade maior de sistemas atmosféricos o que torna o regime pluviométrico do município levemente mais distribuído, contribuindo assim com os altos patamares de correlação encontrados. É preciso, porém, prudência acerca da assertiva anterior, uma vez que, a correlação linear, aqui utilizada, não é capaz de explicar eventos inesperados entre essas variáveis, tais como altos patamares de chuva atrelados a baixa produtividade no ano e/ou altos índices de produtividade anual acompanhados de acumulados pluviométricos moderados ou abaixo da média.

Mariano, Santos e Scopel (2006) ao analisarem a vulnerabilidade da produção de soja a disponibilidade hídrica, perceberam que municípios distantes entre si tendiam apresentar correlações bastante distintas. Essa realidade converge com a aqui apresentada uma vez que entende que mesmo estando submetidas a um regime atmosférico único, as diversas localidades possuem condições locais que alteram a dinâmica do ambiente.

A análise dos desvios de erro médio padronizado, entre a precipitação trimestral mais bem correlacionada e a produtividade agrícola do algodão revelou resultados relevantes, porém, bem distintos entre os municípios. Essa análise, ao mesmo tempo que ajudou a explicar os valores de



correlação para cada trimestre, nos permitiu entender o comportamento da precipitação e da produção agrícola ao longo dos anos. Os trimestres analisados foram fevereiro, março e abril, em Iguatu.

A Figura 2 mostra uma relevante quantidade de desvios com dissonância de sinais em um mesmo ano, propondo correlação negativa. Em vários anos, desvios com o mesmo sinal entre as variáveis, ou seja, quando a precipitação está abaixo da média padrão, a produtividade também está e vice-versa. Esse tipo de configuração na série acaba acarretando em um baixíssimo valor de correlação, implicando a não existência de um acompanhamento lógico entre a precipitação no período FMA e a produtividade.

No começo da série, identifica-se vários anos consecutivos com valores de desvio abaixo da média padrão para as duas variáveis, não havendo em nenhum momento em que as duas variáveis manifestam desvios positivos no mesmo ano. Isto permanecerá até o ano 2000, quando ocorre uma notável ascendência do rendimento agrícola acima da média padrão durante 4 anos sem o acompanhamento da precipitação. Nos anos subsequentes entre 2004 e 2007 temos a decadência da produtividade com desvios negativos ou desvios positivos próximos a zero, ora com os desvios de precipitação estando também negativa ou positiva no mesmo ano, ora havendo oposição de sinais. Já os valores no final da série entre 2008 e 2014, contribuíram bastante com a pouca relação entre as variáveis, com altíssimos e/ou baixíssimos patamares de desvio por parte da precipitação e produtividade, a exemplo de 2013, onde naquele ano registrou-se forte seca na região, mas ótima safra de algodão, que apresentou o maior valor absoluto de produtividade da série.

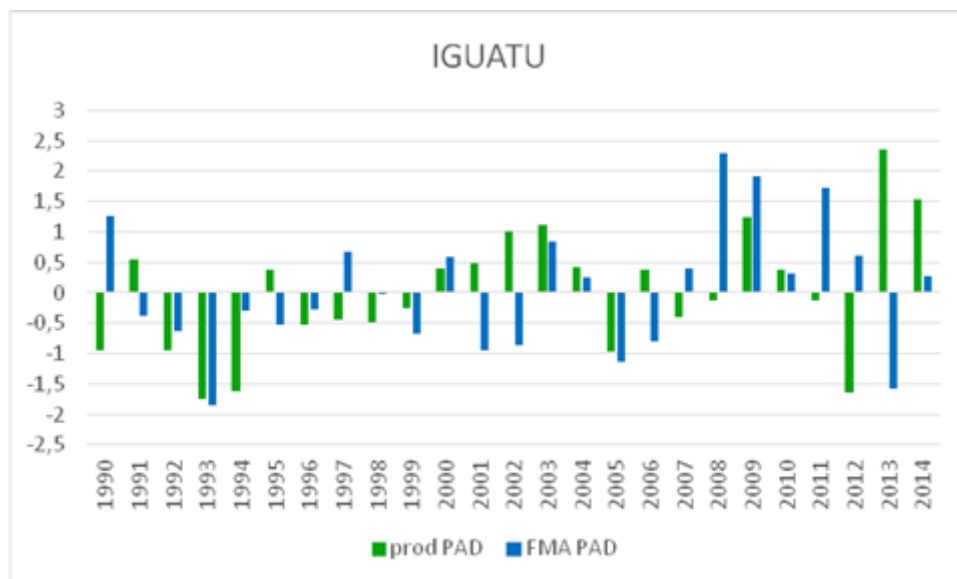


Figura2: Valores de desvios de erro médio padronizado para o município de Iguatu-CE.

Para o município de Serra Talhada, a série histórica de desvios (Figura 3) revelou maior consonância entre a precipitação e a produtividade manifestando maior quantidade de valores positivos ou



negativos de desvios em vários anos do que em Iguatu, contribuindo com valor de correlação mais alto e positivo. No entanto em alguns anos, sobretudo no fim da série, houveram ocorrências de oposição de sinais entre os as duas variáveis. O que estatisticamente prejudicou a evolução do valor de r e fazendo com o mesmo não obtivesse significância estatística.

No começo da série, os desvios, tanto de precipitação, quanto de produtividade, apesar de manifestarem sinais iguais ano a ano, oscilaram bastante alternando entre desvios positivos e negativos até 1997. Nessa época a produção agrícola mantinha um acompanhamento e uma relação contundente com a precipitação. Já entre 1998 e 2001, houve também um claro acompanhamento da produtividade com queda brusca de safra nesse período em consonância com chuvas abaixo da média padrão, ora parte por causa dos baixos patamares de chuva ocorrida na região, ora pela repercussão que tal seca proporcionou.

Essa repercussão se manteve nos anos subsequentes, quando em um período de chuvas muito acima da média padrão, a produção de algodão quando se manteve positiva, manifestou média próxima a zero. Essa configuração (com uma interrupção em 2006) se manteve até 2008, quando aí as chuvas voltaram a ficar abaixo da média no trimestre JFM e a produtividade acompanhou essa tendência. O grande destaque, porém, fica para o último ano da série, onde o ano de 2015 obteve o maior valor de rendimento médio da série histórica em estudo e ao mesmo tempo apresentou chuvas abaixo da média. Esse valor final nos leva a cogitar o papel dos avanços tecnológicos e insumos agrícolas para os cultivares de algodão nessa região.

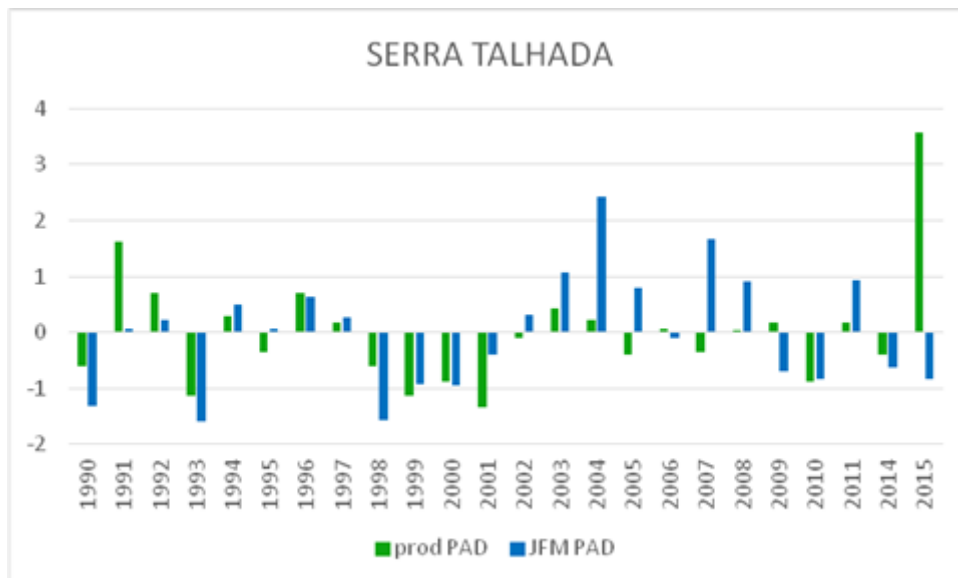


Figura 3: Valores de desvios de erro médio padronizado para o município de Serra Talhada-PE.



No tocante ao município de Sousa, a configuração dos valores da série histórica apresentou-se ainda mais distintos que os demais municípios. A Figura 4, revela uma relação proeminente na maioria dos anos entre a precipitação do trimestre DJF e o rendimento do algodão com vários anos em que o resultado da produção acompanhou o o nível do cenário de chuvas do período. No geral existem mais anos onde o par de variáveis manifesta o mesmo sinal do que o oposto.

O início da série histórica (menor que as demais), começando em 1996 mostra um padrão negativo entre a produção agrícola e a precipitação, manifestado em detrimento aos baixos acumulados de chuva na época que acaba por entrar como função decisiva para os baixos índices de safra de algodão na região neste período. De 2000 a 2005, os desvios de precipitação oscilam de forma alternada acompanhadas da produtividade em um ciclo, interrompido em 2003, onde neste ano tanto o acumulado trimestral quanto a produtividade dentro da média padrão e finalizando em 2005 com baixo nível produtivo em função das chuvas abaixo da média na região.

O período de 2006 a 2009 foi responsável diretamente, por diminuir o valor de correlação encontrado para o trimestre estudado, visto nesta parcela da série os desvios entre as variáveis se opõem, de forma a não seguir uma lógica. Enquanto no primeiro ano a produtividade apresenta desvio acima da média padrão, nos outros 3 anos, os valores são negativos. Já com a precipitação ocorre o inverso com as chuvas despertando valor de desvio positivo e progressivamente decaindo ao longo dos anos.

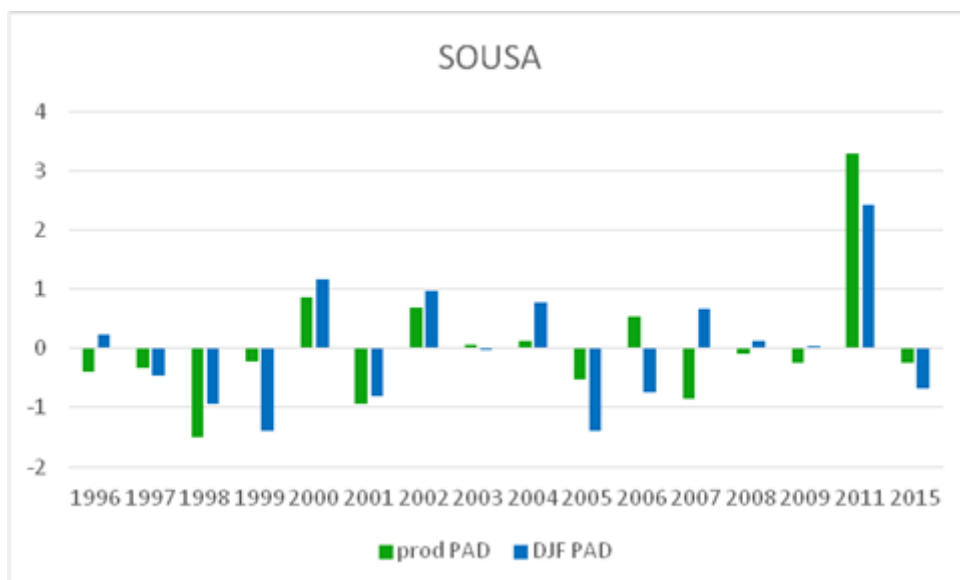


Figura 4: Valores de desvios de erro médio padronizado para o município de Sousa-PB.



Em 2011 ocorre uma variação inesperada nos dados, que exalta ainda mais o poder de relação entre as variáveis. Uma vez que o acumulado trimestral de chuvas atingiu um patamar muito alto em relação a série histórica, a produtividade atingiu níveis desproporcionais, apresentando uma ótima safra naquele ano. Já em 2015, a lógica se mantém, mas agora de maneira negativa. Em um ano de seca, sobretudo no período estudado, a produção apesar de estar perto da média padrão, acabou acompanhando a falta de chuvas na região.

5 Conclusões

Considerando que os padrões atmosféricos influenciam diretamente nos ciclos de vida humanos, e, entendendo que tais interferências, a depender das condições de vivência, podem significar a capacidade de garantir os meios básicos para sua própria subsistência, considera-se que ficou claro, durante esta perquisição, que há relações efetivas entre o desenvolvimento da cultura de Algodão herbáceo e as condições de disponibilidade hídrica em alguns espaços do Nordeste brasileiro.

Ainda é possível indicar que, embora componentes do que é conhecido como semiárido nordestino e compartilhado uma mesma macro tipologia climática, os municípios estudados em detrimento de sua localização possuem níveis de vulnerabilidade distintos, chegando até a apresentar correlação inexpressiva. Tal situação indica que, mesmo diante dos resultados aqui apresentados é fundamental que se conheça a realidade local e que, a partir dos dados disponíveis, desenvolva-se análises de correlação e vulnerabilidade específicas a área observada.

6 Referência

AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003, 158p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO - ABRAPA. Exportação Mundial de Algodão, 2016. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/exportacao-mundial-algodao_backup2017.aspx>. Acesso em: 14 de MAR de 2017.

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidade hídrica do semi-árido às secas. *Planejamento e Políticas Públicas*, n.16, 1997, p. 261-298.

CARMELLO, V. Vulnerabilidade agrícola da produção de soja na região metropolitana de Londrina - PR: análise da safra de 2005/06. **Revista Geográfica da América Latina**, Numero Especial EGAL, 2011, p. 1-16.

MARIANO, Z. F.; SANTOS, M. J. Z.; SCOPEL, I. Importância das Chuvas para a produtividade da soja na microrregião do sudoeste de Goiás (GO). In: GERARDI, L. H. O.; CARVALHO, P. F. (org). **Geografia: ações e reflexões**. Rio Claro : UNESP/IGCE : AGETEO, 2006. p.383-398.

NAHEED, G.; CHEEMA, S. B. Impact of Rainfall Frequency during Late Spring Season on Wheat Crop in Major Agricultural Plains of Pakistan. **Pak. J. Meteor.** v.12, n.23, 2015, p. 43-48.



NAHEED, G.; RASUL, G. Recent water requirement of cotton crop in Pakistan. **Pak. J. Meteor.** v.6, n.12, 2010, p. 75-84.

PUTTI, F. F.; LUDWIN, R.; MACINI, N. Análise da viabilidade da Produção de Biodiesel a partir do uso do algodão. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.8, n.7, 2012, p. 127-142.

RAMIREZ, M. C. V.; KAYANO, M.T; FERREIRA, N. J. Statistical analysis of upper tropospheric vortices in the vicinity of northeast Brazil during the 1980-1989 period. Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México. **Atmósfera**, Vol. 12, No. 2, p. 75-88, 1999.

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. O cultivo do algodão herbáceo no sistema de sequeiro no Nordeste do Brasil, no cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, 2012, p.80-91.

TEIXEIRA, A. H. C; BASSOI, L. H. Crop water productivity in semi-arid regions: from field to large scales. **Annals of Arid Zone**, v. 48, n. 3, p. 1-13, 2009.

UVO, C. R. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região Norte e Nordeste brasileiro**. 1989. 91 p. Dissertação (Mestrado em meteorologia). Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos-SP.