



VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA ASSOCIADA A PRODUÇÃO DE MILHO NO MUNICÍPIO DE CARUARU-PE

CAIO CEZAR FARIAS DIAZ¹
JOÃO ANTONIO DOS SANTOS PEREIRA²
RANYÉRE SILVA NÓBREGA³

Resumo: Este trabalho tem como objetivo a análise e compreensão da variabilidade pluviométrica do município de Caruaru-PE em um intervalo de 22 anos e a verificação desta variabilidade como condicionante para impactos no cultivo de milho utilizando-se para tal, dados de produtividade e área de cultivo. Para a efetuação do trabalho, foram utilizados cálculos estatísticos amplamente utilizados pela climatologia, como testes de tendência e correlações. A partir dessas técnicas foi possível verificar se os fenômenos associados a variação da precipitação causaram algum impacto referentes a perdas de produção agrícola.

Palavras chave: Agroclimatologia, precipitação, tendência.

Abstract: This work aims the analysis and understanding of the variability in precipitation regime at the Caruaru city, Pernambuco state, in interval of 22 years, and verifies if this variability is accountable for impacts in the cultivation of corn with application of productivity data and cultivation area. To effectuation of this work, have been used statistic calculations largely utilized by climatology, as tendency tests and correlations. From these techniques was possible to verify if the manifestations associated to rainfall variations induced any impact relatives to loss of agricultural production.

Keywords: Agroclimatology, precipitation, tendency

1 - Introdução

O espaço agrícola e agrário compõe um meio importante e essencial para a vida humana, principalmente no que diz respeito ao abastecimento de populações de áreas urbanas. As atividades vinculadas ao espaço agrário configuram-se como indispensáveis de tal forma que sem elas, os setores industriais, de comércio e serviço não se manteriam.

Segundo Christofolletti (1993), o clima pode ser considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente com influência direta nos processos de ordem física e biológica, assim como nos sistemas socioeconômicos de um modo geral, constituindo-se, portanto, um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas.

¹ Graduando em geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil caio.cesarwow@hotmail.com

² Graduando em geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil antoniopereira.278@gmail.com

³ Prof. Dr. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil ranyere.nobrega@yahoo.com

O clima e as condições atmosféricas podem influenciar a produção e a produtividade agrícola, a qual é fortemente dependente das condições climáticas, uma vez que os organismos vegetais expostos às condições hídrico-energéticas necessárias ao desenvolvimento de seus ciclos, desde o plantio passando ao florescimento, frutificação e colheita, permitem um maior rendimento agrícola (BALDO *et al.*, 2001).

Nos últimos anos, o interesse pelos estudos agroclimatológicos vem se acentuando no meio acadêmico nacional, sobretudo pela importância da atividade agrícola para o país e em consonância com a discussão sobre mudanças nos elementos climáticos a nível global. Com o avanço da tecnologia, muitos trabalhos têm servido de subsídio para o aprimoramento de pesquisas posteriores, o que torna um grande ganho para o meio agrário em geral.

Lucena (2012), por exemplo utilizou o método de abordagem dinâmica do clima proposta por Max Sorre (1951) em que o clima é a série de estados atmosféricos em um dado lugar em sua sucessão habitual, ajustada à análise rítmica desenvolvida por Monteiro (1971), em que a representação das variações diárias dos elementos climáticos vem associada à circulação atmosférica regional, aplicados ao estudo da produtividade agrícola.

Outro ponto que merece ser destacado é o uso da estatística aplicada, por sua importância aos estudos climatológicos, de relevância ímpar para a geografia. Ferrari (2012), elaborou um trabalho onde ele analisava as variações térmicas e pluviométricas do município de Pirassununga, utilizando como instrumentos estatísticos, tendências baseadas na regressão linear bem como no teste de Mann-Kendall e do coeficiente de determinação (R^2).

Com base nessas diretrizes teóricas, este trabalho tem por objetivo analisar estatisticamente, as variações pluviométricas e relacioná-las a produção agrícola de milho em uma série temporal no município de Caruaru-PE.

2 - Materiais e métodos

O município de Caruaru está situado na mesorregião do agreste Pernambucano, na microrregião do vale do Ipojuca (Figura 01), à cerca de 8° de latitude sul e 36° graus de longitude oeste e aproximadamente 125 km da capital de Pernambuco, Recife. Possui área de 920,6 km² e população de 314.912 habitantes, segundo censo do IBGE de 2010.

Segundo a classificação climática de Köppen, Caruaru possui tipo climático BShs', ou seja, clima estépico ou semiárido quente com chuvas de outono e inverno e prolongamento na primavera. A média pluviométrica histórica gira em torno de 800 mm,

podendo haver áreas mais secas (áreas rebaixadas e mais interioranas) ou chuvosas (áreas mais altas e de brejo).

Segundo o IPA (instituto agrônomo de Pernambuco), o cultivo de milho (se feito de forma irrigada) no semiárido pernambucano deve ser realizado em áreas planas, preparadas e adequadamente sistematizadas para fins de irrigação. A época de plantio deve ser feita no início da estação chuvosa (que em Caruaru, seria em Abril). Entretanto quando a cultura é efetuada com pouco manejo técnico e sem irrigação, a plantação fica muito dependente da regularidade das chuvas, que se traduz em maior fragilidade do cultivo, o que pode acarretar em perda de safra.

Além do papel econômico, a produção de milho nas regiões do agreste nordestino tem relação com a cultura, sobretudo no período dos festejos juninos. Por ser de origem rural, essa festa marca a mudança de estação climática e a chegada do ciclo da fartura proporcionada pela colheita do milho, do amendoim e do feijão, além de marcar a crença no santo que concebe a purificação e regeneração da vegetação e das estações (RANGEL, 2008).

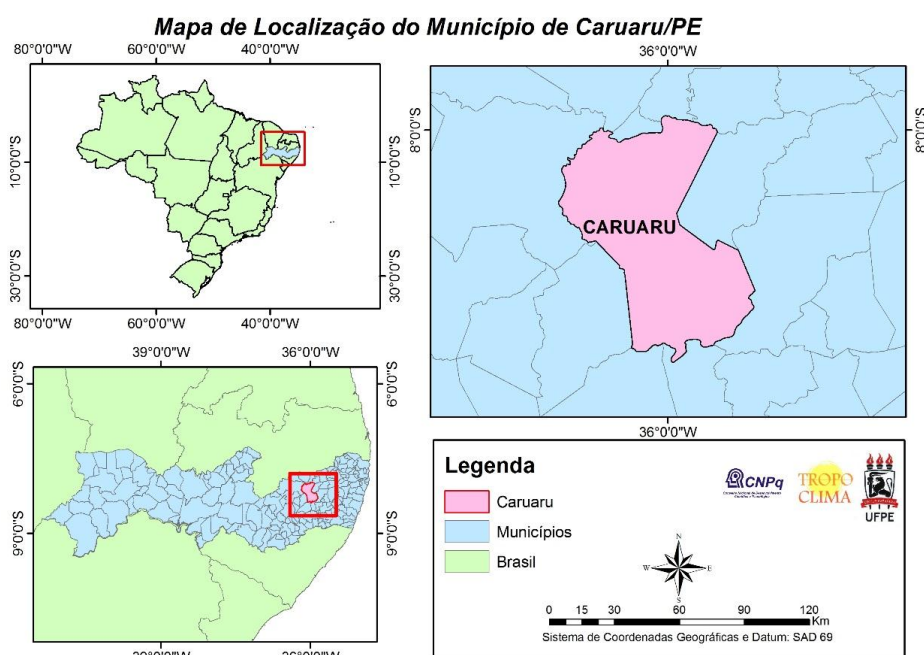


Figura 01: Mapa geográfico do município de Caruaru. Fonte: EMBRAPA – 2000. Elaborador João Antônio Dos Santos Pereira (2014)

Para elaboração deste trabalho, utilizou-se dados de estação referentes a pluviometria mensal de 1990 a 2012 provenientes do instituto tecnológico de Pernambuco (ITEP) e dados de produção agrícola de milho em Caruaru referentes a dados de área

plantada e área colhida (em hectares) anual também entre 1990 e 2012 oriundos do instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE), na plataforma SIDRA. Dados pretéritos não foram utilizados devido a qualidade do mesmo.

Para a análise da correlação optou-se pelo coeficiente de correlação linear proposto por Pearson, um teste de largo emprego em bioestatística, onde os valores das variáveis X e Y são mensurados a nível intervalar ou de razões. O coeficiente de *Pearson* – r – pode variar de -1 a $+1$, e quanto mais próximos desses valores, mais forte a associação das variáveis em exame. O escore zero desse coeficiente indica ausência de correlação (Ayres, 2007). Com este método, podemos constatar numericamente se há, ou não, relação entre as variações pluviométricas e os dados agrícolas ao longo do período estudado. A partir da diferença dos dados de área plantada e colhida, foi estabelecido (em forma de porcentagem) a área aproveitada, onde se a área colhida for igual a plantada temos 100% de aproveitamento, se não, há perda na produção. Esses dados em forma de porcentagem também foram submetidos a correlação linear junto aos dados de precipitação. Segue a fórmula:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Onde x_i e y_i são os valores das variáveis correlacionadas e \bar{x} \bar{y} as médias das variáveis

Outro método utilizado é o teste de tendência proposto por Mann-Kendall, amplamente utilizado pela climatologia e recomendado pela Organização Mundial de Meteorologia para verificar se os valores de determinada série temporal (sejam elas de precipitação, temperatura, etc) tende a aumentar ou diminuir com o tempo. Com este teste é possível constatar se a série histórica de precipitação do município encontra-se em decadência ou ascendência e se o resultado disto pode afetar de alguma forma as lavouras da região.

Em última instância foi analisado o desvio padrão da média, um cálculo estatístico que mede o grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio. Esse cálculo foi aplicado aos dados de precipitação, portanto, com o intuito de saber o quanto que os totais pluviométricos mensais variaram. Este método pode ser usado para comparar regimes de chuva anuais, de modo a se verificar se tal ano teve um regime chuvas muito concentrado ou bem distribuído.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \text{ em que, } n \text{ equivale a quantidade de valores, } x \text{ é a soma dos valores}$$

e \bar{x} é a média dos valores.

3 - Resultados e discussão

Analisando os resultados e corroborando com outras pesquisas feitas, é que quando aplicamos qualquer tipo de correlação entre uma série temporal de precipitação e series temporais de dados agrícolas referentes a área plantada e colhida, os resultados obtidos, normalmente, apresentam baixa correlação, o que aqui também foi encontrado, como pode ser observado na Tabela 01. A área plantada apresenta correlação negativa com a precipitação, já a área colhida aumenta quando a precipitação é maior.

Os gráficos expostos na figura 01 também comprovam que há baixa correlação entre a precipitação e as áreas plantada e colhida. O mesmo porém não acontece quando os dados agrícolas são submetidos a uma correlação entre si, pois já apresentam correlação moderada atingindo quase 0,7 de coeficiente.

Matriz de Correlação:			
A	Pearson		
	Precipitação	Área plantada	Área colhida
Precipitação	1	-0,25 (0,24)	0,17 (0,42)
Área plantada	-0,25 (0,24)	1	0,6 (0,00)
Área colhida	0,17 (0,42)	0,67 (0,00)	1

Tabela 01: Correlação entre a precipitação, área plantada e área colhida de milho para o município de Caruru, PE. Dentro dos parênteses estão os graus de significância de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson. Elaborador: Caio Cesar (2014).

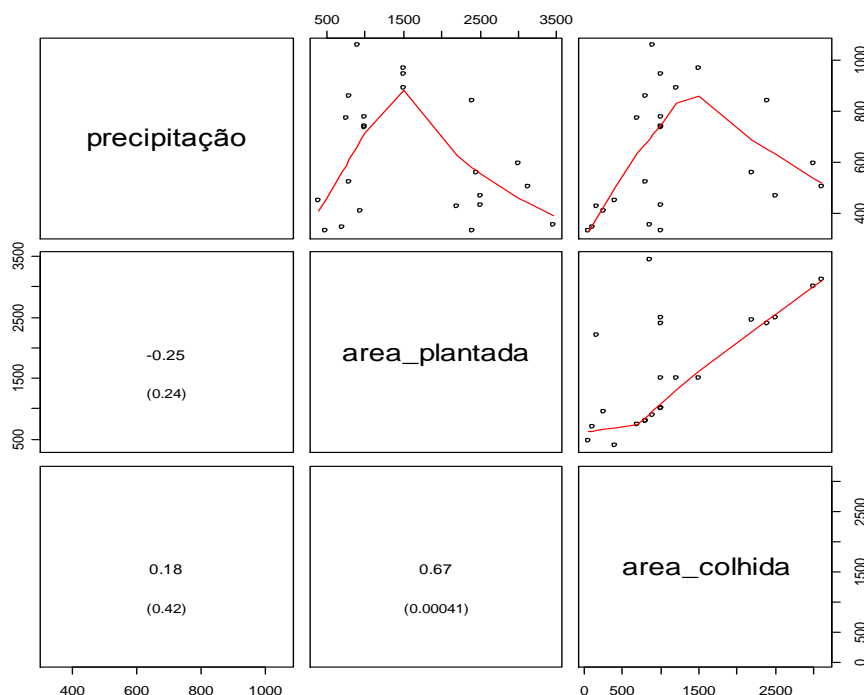


Figura 01: Correlação entre a precipitação anual e a área plantada e colhida de milho (em hectares) em Caruaru, PE. Fonte dos dados brutos: ITEP (2014); IBGE (2014). Elaborador: Caio Cesar

Entretanto, quando a precipitação é correlacionada à área aproveitada (percentual da área sem perda de produção) e à perda de produção (diferença entre o total plantado e o total colhido em hectares), obtemos valores mais relevantes, no grau de correlação moderada a alta, tanto negativa como positiva entre os dados analisados (Tabela 02 e Gráfico 02).

A	Matriz de Correlação: Pearson		
	Precipitação	Área aproveitada_(percentual)	Perda de produção(hectares)
Precipitação	1	0,63 (0,00)	-0,53 (0,00)
Área aproveitada_(percentual)	0,63 (0,00)	1	-0,78 (0,00)
Perda de produção(hectares)	-0,53 (0,00)	-0,78 (0,00)	1

Tabela 02: Correlação entre a precipitação, área aproveitada e perda de produção de milho para o município de Caruru, PE. Dentro dos parênteses estão os graus de significância de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson. Elaborador: Caio Cesar (2014).

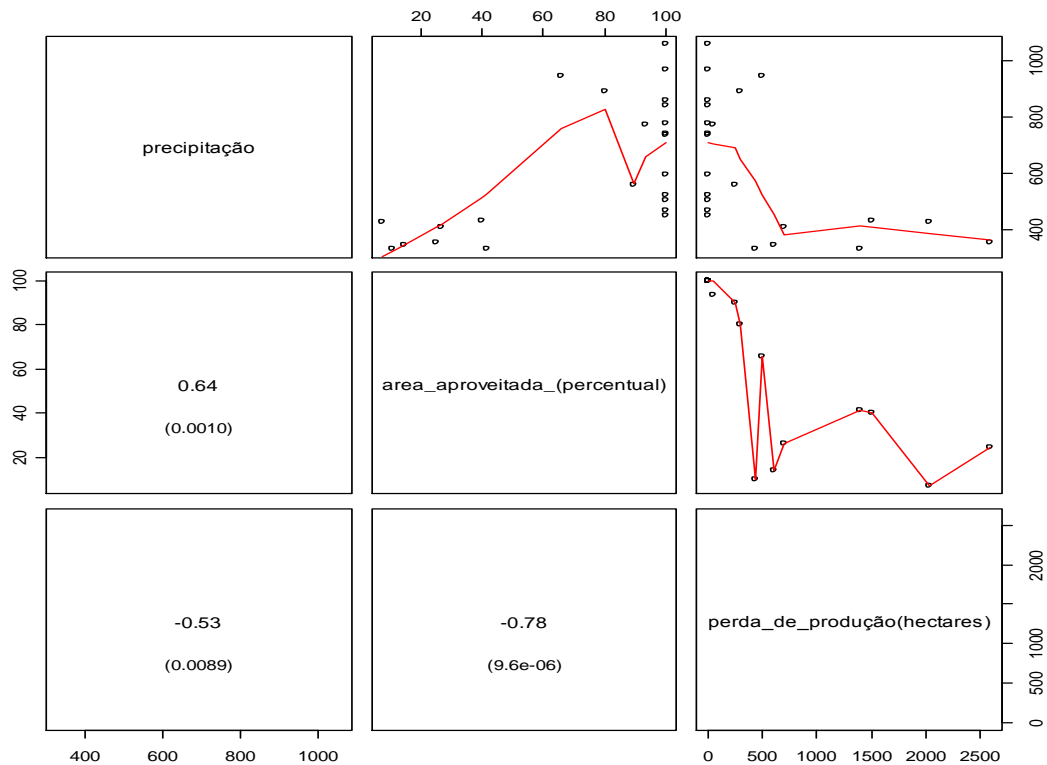


Figura 02: Correlação entre a precipitação anual, área aproveitada e perda de produção de milho (em hectares). Fonte dos dados brutos: ITEP (2014); IBGE (2014). Elaborador: Caio Cesar

3.1 - Teste de Mann-Kendall

Para os totais pluviométricos do município de Caruaru ao longo dos anos estudados, constatou-se que há sim uma tendência positiva na série, ou seja, segundo o teste, os valores de precipitação do município (gráfico 1) estão aumentando ao longo do tempo (mesmo com algumas ocorrências de secas como as de 1998 e 2012).

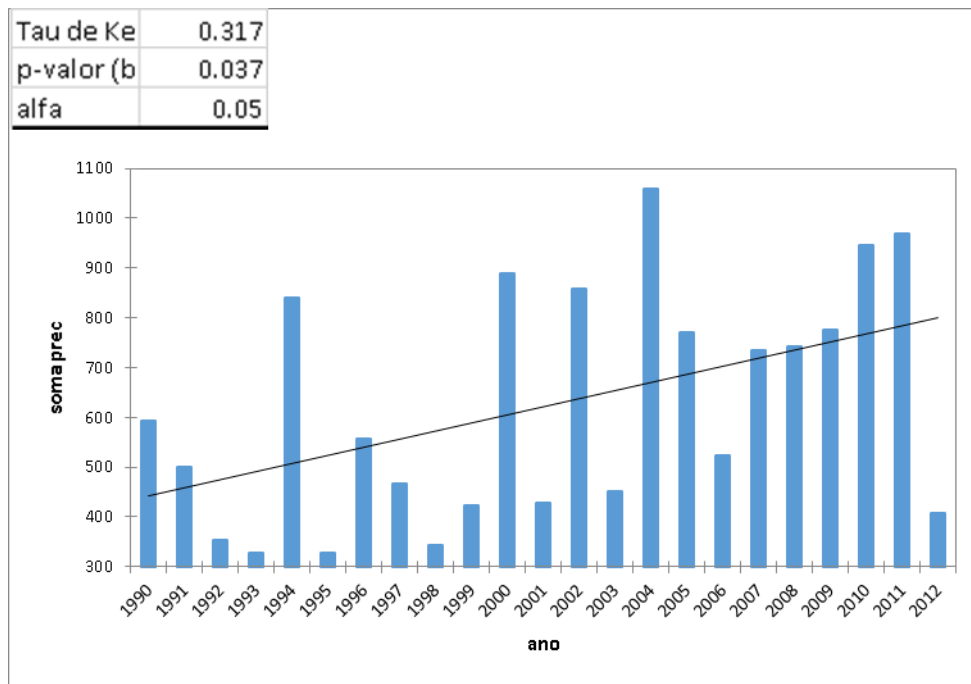


Figura 03: Distribuição anual da precipitação total em Caruaru para os anos de 1990 a 2012. A linha é referente a reta de tendência segundo Mann-Kendall. Fonte dos dados: ITEP (2014).

Como observado na Figura 03, verifica-se uma tendência positiva, com T-valor igual a 0,317, ou seja, tendência moderada. O P-valor é menor que o nível de significância alfa, o que descarta a possibilidade de insignificância da tendência (teste sem tendência). Esse resultado do ponto de vista agro-climatológico é otimista, pois se deduz que há tendência de aumento de precipitação, porém isso não quer dizer que arritmias climáticas não irão ocorrer, e sim seja uma evidência que possam ocorrer com menos intensidade e que os agricultores da região não apresentem motivos para se preocupar. Vale lembrar também que não só secas, mas também anos exacerbadamente chuvosos podem prejudicar as lavouras, sejam elas de milho, ou qualquer outra cultura temporária.

3.2 - Variabilidade pluviométrica

Um dos grandes problemas climáticos com que os agricultores mais se preocupam é com a questão da variabilidade pluviométrica e o regime sazonal. Ao utilizarmos o desvio padrão médio, constatamos que os anos mais chuvosos são os que apresentam os maiores graus de dispersão, no que diz respeito a precipitação mensal, enquanto que os anos mais secos obtiveram os menores valores de dispersão. Os anos de 2010 e 2011, que

apresentaram os maiores índices pluviométricos (946 e 969mm respectivamente) se mostraram com os maiores desvios, já o ano de 1993 (329mm), obteve um dos menores valores de dispersão (Figura 04).

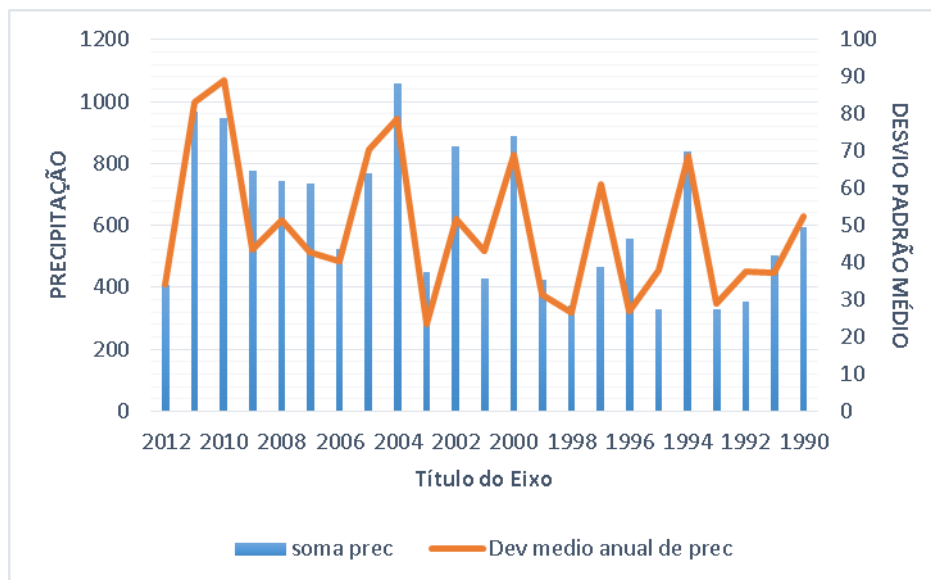


Figura 04: Desvio padrão da precipitação anual de Caruaru. Fonte dos dados: ITEP (2014).

Um dado interessante é que todos os anos que tiveram precipitação abaixo de 500mm, tiveram também quebra de safra no milho, como os anos de 1999 e 1998, onde dos 2.900 hectares plantados somados, apenas 260 hectares foram aproveitados (Figura 5). Dentre os 2 anos, 99 teve um resultado pior pois apenas 7,3% da produção de milho foi colhida naquele ano. Outro resultado relevante foi a correlação feita entre a precipitação total anual e o desvio padrão médio de cada ano, que foi de 0,83, comprovando estatisticamente que, para o agreste e demais áreas com diferenças sazonais de chuva, anos mais secos possuem maior equilíbrio de chuvas e anos chuvosos possuem menor equilíbrio.

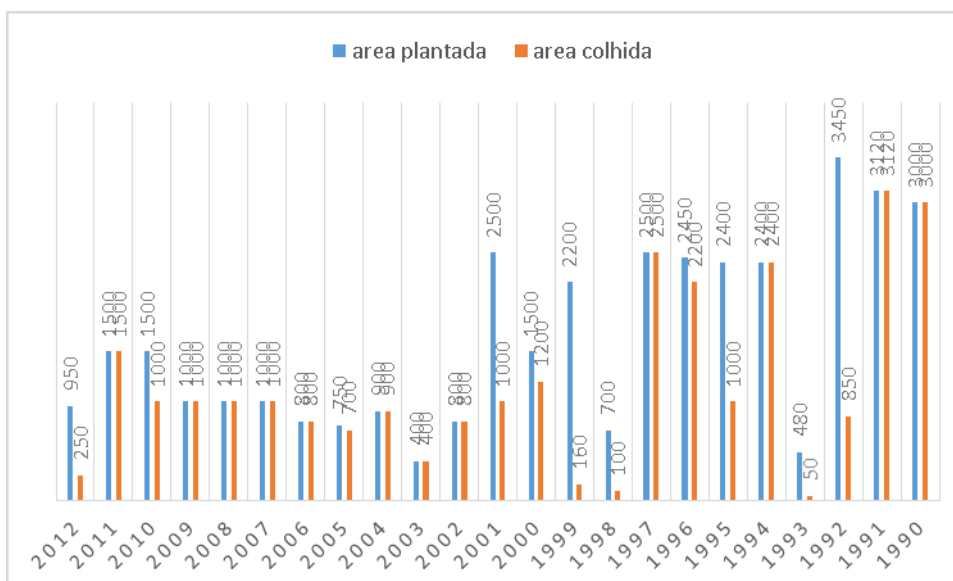


Figura 05: dados agrícolas de área plantada e área colhida em Caruaru-PE. Fonte dos dados: IBGE (2014).

4 - Conclusões

Apesar do grande avanço tecnológico que vem sendo empregado no meio agrícola, principalmente no que diz respeito ao aumento da produtividade (produzir mais em menos tempo), ainda existem hoje, lugares onde técnicas de agricultura não são suficientes para manter os agricultores mais independentes de fenômenos naturais inesperados. O agricultor familiar, no Brasil, está aos poucos se desenvolvendo e para isso precisa de todo tipo de estudo que o ajude no gerenciamento de suas atividades agrícolas.

O cultivo do milho em Caruaru é muito importante, pois seus derivados são muito presentes na cultura local, principalmente no cerne do São João, onde as festividades intensificam o consumo do produto. O estudo feito revela que o comportamento pluviométrico é decisivo para o sucesso desse tipo de atividade, pois apesar do tempo entre o plantio e a colheita de milho seja curto (apenas 3 meses entre o começo da estação chuvosa e junho), se um ano for muito seco, este pode afetar a produção de ano seguinte e o mesmo ocorre se o ano for muito chuvoso.

Os dados do trabalho apontam, portanto, que os anos com chuvas abaixo de 500mm apresentaram perdas na produção, alguns anos até com perda quase que total. Entretanto em Caruaru, a precipitação tende a aumentar ao longo dos anos. Isso reflete de modo otimista para o cenário agrícola, já que o município não vem tendo casos de perda de produção por superávit pluviométrico. Além disso nos anos mais chuvosos, apesar de apresentarem os maiores desvios, as chuvas não afetaram o período de safra negativamente, distribuindo-se de forma aceitável. Por fim, apesar dos dados de correlação

se mostrar eficazes para um dos métodos, estes se mostram relevantes ao se correlacionar a precipitação com a quantidade de área aproveitada na produção do milho em Caruaru, fazendo com que este tipo de método estatístico seja válido para tal estudo.

5 - Referencias

AYRES, M., AYRES Jr., M., AYRES, D.L., SANTOS, A.S. (1998). *BioEstat*. Versão 1.0, Sociedade Civil, Mamirauá, MCT – CNPq, Belém, Pará, Brasil, 1998.

BALDO, M. C. *et al.* Análise da estrutura da precipitação pluviométrica na região sul do Brasil. **Boletim de Geografia** – Departamento de Geografia, UEM, Maringá, n. 1. 2001..

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba (SP)**. (Dissertação de Mestrado) São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1991.

FARIAS, R. F. L. *et al.* **ANÁLISE ESTATÍSTICA DE MODIFICAÇÕES NOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO EM PERNAMBUCO**. IX simpósio brasileiro de climatologia geográfica. 9. 2010. Fortaleza. Anais...Fortaleza. Associação brasileira de climatologia. 2010. 8 p.

FERRARI, Antônio Luiz *et al.* **TENDÊNCIA E VARIABILIDADE ANUAIS DA TEMPERATURA E DA PLUVIOSIDADE EM PIRASSUNUNGA-SP**. Curitiba. Revista Brasileira de Climatologia. Vol. 10, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso 04.05.2014.

KENDALL, M. G.; **Rank correlation methods**. London: Charles Griffin, 120p. (1975).
LUCENA, Joselma de Araujo *et al.* **ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA EM CAICÓ/RN**. Curitiba. Revista Brasileira de Climatologia. Vol. 10, 2012.

MENDONÇA, F.; DANI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Editora: oficina de textos, 2007.

RANGEL, L. H. V. **Festas juninas, festas de São João: origens, tradições e história / Lúcia Helena Vitalli Rangel**. São Paulo: Publishing Solutions, 2008. 129 p.