

VARIABILIDADE HÍDRICA EM ANOS (NEUTROS) SEM OCORRÊNCIA DO ENOS E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO CAFÉ (COFFEA ARABICA) NO MUNICÍPIO DE CORUMBATAÍ DO SUL, PR

SOUZA, Ivonete de Almeida¹

RESUMO: A variabilidade hídrica em anos neutros e sua influência na produtividade da cultura do café no município de Corumbataí do Sul foi o objetivo desta pesquisa. A área estudada encontra-se nas coordenadas de 24°06'S, 52°07'W. As condições climáticas exigidas pelo café são de temperatura média de 19°C e 22°C e chuvas de 1500mm a 1800mm anual. Utilizou-se dados de chuva, temperatura, excedente e deficiência hídrica e produção agrícola de 20 anos. Os dados de clima foram obtidos na ECPCM e os de produção pelo IBGE. Os dados de excedentes e deficiências hídricas foram calculados utilizando Balanço Hídrico Normal. Esses dados foram submetidos à estatística de regressão e correlação. As variáveis apresentaram médias de chuva de 1640,4mm, temperatura 21,2°C e produtividade 1.005 kg/ha. Obteve-se correlação positiva forte significativa para as variáveis chuva e excedente hídrico na produtividade, indicando que havendo aumento das variáveis hídricas há aumento de produtividade.

Palavras-chave: Variabilidade hídrica, ENOS, produtividade agrícola, Coffea arabica

RELATIONS BETWEEN WATER VARIABILITY IN YEARS (NEUTRAL) WITHOUT EVENT OF ENOS AND THE PRODUCTIVITY OF CULTURE COFFEE (COFFEA ARABICA) IN THE REGION OF CORUMBATAÍ DO SUL, PR

ABSTRACT: The variability water in neutral years and its influence on productivity of coffee in the city of South Corumbataí was the objective of this research. The study area is at coordinates 24°06'S, 52°07'W. The climatic conditions required for the coffee is average temperature of 19°C and 22°C and rainfall of 1500mm to 1800mm annually. We used rainfall data, temperature and water deficit and surplus agricultural production for 20 years. The weather data was obtained in ECPCM and the data of production in IBGE. Data from water deficits and surpluses were calculated using normal water balance. These data were subjected to statistical regression and correlation. The variables showed average rainfall of 1640.4 mm, temperature 21.2 ° C and yield 1005 kg / ha. We obtained strong positive correlation for the variables significant rain and excess water productivity, indicating that with increase of hydrological variables for increased productivity.

Keywords: Variability water, without interference from the ENSO years, agricultural productivity, Coffea arabica

¹Doutora em Geografia Física pela USP. Professora da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: souzaivonetei@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O estado do Paraná possui extensão territorial de 199.324 km². Desse total 29% é destinado ao cultivo de lavouras. Assim sendo, a maioria dos municípios paranaenses tem como base econômica principal a agricultura. O tipo de cultura adotada, na maioria das vezes, é definido em função de características físicas do ambiente, como as condições climáticas, o relevo, o solo, entre outros, bem como das socioeconômicas.

A maioria das terras agricultáveis apresenta condições à mecanização (13.000.000 ha), embora parte seja considerada terras não mecanizadas, ou seja, áreas cujo relevo e/ou espessura da camada do solo são desfavoráveis a esse trato cultural (4.300.000 ha), permitindo, porém, o plantio manual ou com tração animal (SEAB/DERAL, 2006).

Dentre os 399 municípios que compõem o estado do Paraná, o município de Corumbataí do Sul possui características ambientais peculiares que o direciona preferencialmente ao desenvolvimento de uma agricultura familiar. Essas características aliadas a interesses políticos econômicos, contribuem de certa forma, para o lento desenvolvimento socioeconômico local e regional. E nessas condições, as culturas que ocupam as maiores áreas plantadas são os cultivos de café que é cultura permanente, milho, soja e maracujá, culturas temporárias.

Além dessas características outras influenciam de forma determinante para adoção de uma determinada cultura, sendo elas, clima, relevo, o tipo de solo, a composição química das rochas entre outros (PECHE FILHO, 1998). Dentre estas destaca-se os atributos do clima, principalmente no que diz respeito a chuva e temperatura, por sua influência na qualidade e no rendimento das culturas, responsável pela sustentação econômica da atividade. Como é sabido a produção agrícola pode variar em torno de 60 a 70% em decorrência do clima (ORTOLANI, 1987).

Das culturas implantadas nessa localidade destaca-se o cultivo do café, pioneira na região. Essa cultura para o seu bom desenvolvimento exige clima úmido com temperaturas amenas e altitudes em torno de 400m a 1400m. A temperatura média anual deve ser em torno de 18° e 23°C (mínima de 4 a 5°C e máxima de 30 a 31°C), tendo como faixa ideal temperaturas variando entre 19° e 22°C (CAMARGO; PEREIRA, 1994). Regiões consideradas aptas apresentam ocorrência de uma geada a cada quatro anos (CARAMORI et al., 2001) e precipitação pluvial em torno de 1500 mm a 1800 mm anual (CAMARGO; FRANCO, 1981).

Além das exigências climáticas das culturas agrícolas, destaca-se a influencia de eventos ocasionais como o ENOS (El Niño Oscilação Sul), que afetam de maneira positiva ou negativa a agricultura.

ENOS é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, que ocorre no Oceano Pacífico tropical, e é considerado como a principal causa da variabilidade climática em diversas regiões do Globo. Apresenta duas fases extremas: uma fase quente denominada

El Niño e uma fase fria denominada La Niña, além dessas uma outra denominada de fase Neutra por não apresentar ocorrências extremas (BERLATO; FONTANA, 2003). A intensidade do ENOS pode ser medida utilizando-se índices como o IOS (índice de oscilação Sul, diferença da pressão atmosférica entre Taiti e Darwin, localizadas nas coordenadas de 17,5°S e 149,6W 12,4°S e 1390,9°E, respectivamente, e TMS (componente oceânica que mede a intensidade do El Niño).

O Fenômeno ENOS faz parte de uma variação irregular em torno das condições normais do oceano e da atmosfera na região do Pacífico tropical. Um extremo dessa variação é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica um aquecimento das águas simultaneamente com diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste (também denominada de fase quente ou fase negativa), e o outro extremos da variação é representado pelas condições de La Niña, quando ocorre um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico (denominada também de fase fria ou fase positiva). Ou seja, no caso do El Niño o IOS é negativo e a anomalia da TSM do Pacífico equatorial é positiva (quente) e no caso de La Niña, o IOS é positivo e a anomalia de TSM é negativa (frio).

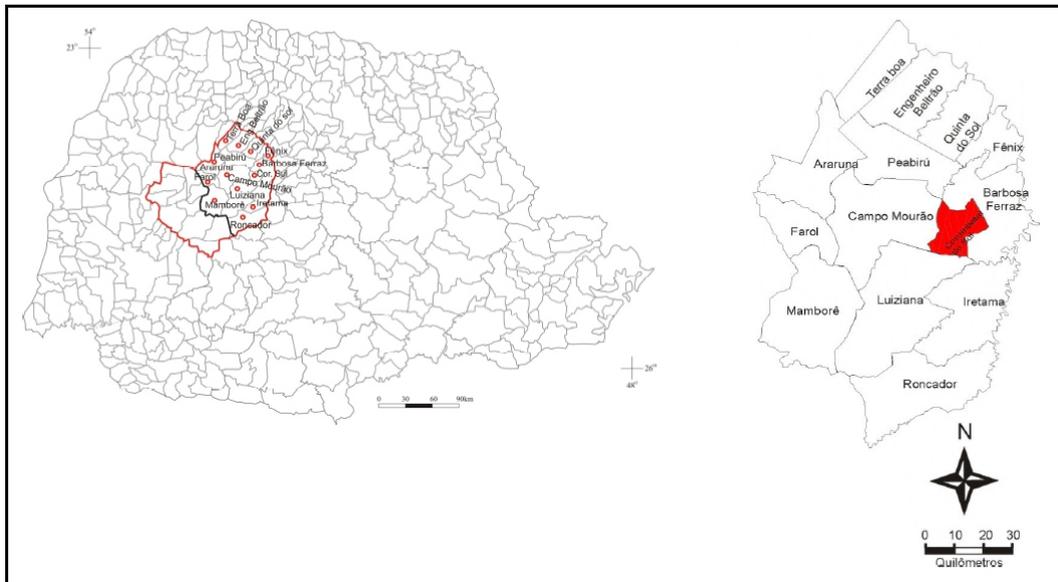
Studzinski (1995) relacionou as precipitações com as temperaturas da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul e concluiu que o ENOS desempenha um papel importante na variabilidade interanual das precipitações da região Sul.

Diante desses fatos, esta pesquisa teve por objetivo analisar a evolução produtiva de um dos principais cultivos agrícolas, até o momento, no município de Corumbataí do Sul, PR, o café, em função do comportamento hídrico em anos considerados neutros, ou seja, sem influência do ENOS.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS AMBIENTAIS

O município de Corumbataí do Sul possui extensão de 169,528 km², localizado na mesorregião Centro Ocidental paranaense, na microrregião de Campo Mourão, PR., Brasil, no cruzamento da latitude de 24°06' S e longitude de 52°07' W, com altitudes aproximadas de 650 metros (Figura 1).

De acordo com a divisão climática do estado do Paraná (MAACK, 2002), o município de Corumbataí do Sul está inserido no tipo de clima Cfa (clima subtropical úmido), temperatura média do ar dos meses mais frio entre -3° C a 18° C, e dos meses mais quentes maiores que 10°. Estações de verão e inverno bem definidas. Com precipitações médias anuais entre 1100 mm a 1600 mm, sem estação seca definida. Segundo o IAPAR (2000) a média da temperatura máxima esta entre 26° C a 28° C, e a mínima de 14° C a 15° C, com média anual 20° C a 21° C.



localização da área de estudo, o município de Corumbataí do Sul, Paraná, Brasil.

Fonte: Souza, Galvani (2009).

Inserido no Terceiro Planalto paranaense e pertencente ao Planalto de Campo Mourão esse município é um dos poucos da microrregião de Campo Mourão que apresenta condições de relevo “acidentado” a “moderadamente acidentado”. Ou seja, forte ondulado com nível de declividade de 20% a 45% a ondulado de 10% a 20% (EMATER, 2001). Em termos de área dessa Microrregião (1.221.900 ha) apenas 18,15% possui relevo inserido na categoria de forte ondulado (IPARDES, 1986).

Quanto à geologia, este município está assentado sobre derrames de rochas ígneas onde predomina as rochas basálticas (derrames de lavas básicas da Serra Geral) pertence ao Grupo São Bento e de idade mesozóica (235 a 65 milhões de anos) (MINEROPAR, 2001). Quando se alteram as rochas basálticas formam blocos de rocha, comum nas encostas do município. Muitas vezes a erosão e a decomposição seletivas fazem ressaltar na topografia as unidades de derrames, formando escarpas com declividades acima de 20%.

Nessas condições de relevo íngreme há afloramento de rochas com uma camada delgada de solo, ou seja, solos rasos em torno de 5 cm, denominados de Neossolos ou Litossolos. Em áreas onde os topos são mais aplainados pode desenvolver os Latossolos e nas vertentes os Nitossolos. Nas áreas de várzeas onde os terrenos se mantêm saturados há ocorrência de solos Hidromórficos ou Gleissolos (MINEROPAR, 2001).

No município estudado, originalmente havia o predomínio da mata pluvial-subtropical (MAACK, 2000). O quadro atual da ocupação do solo é por espécies vegetais cultivadas como as lavouras (temporárias e permanentes) que ocupam em torno

de 36,7% das terras, de um total de 17.065 ha. A cultura do café, objeto de estudo, ocupa em torno de 13% da área do município (IBGE, 2009).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico adotado envolveu análise da evolução temporal dos dados de produção agrícola da cultura do café compreendendo as variáveis, área plantada, quantidade colhida (produção) e produtividade (rendimento). O período de tempo considerado para essas variáveis foi de 20 anos (1990 a 2009), obtidas por meio do Sistema de Recuperação de Dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); Análise da variável chuva e temperatura para um período que compreendeu os anos de 1977 a 2009. Dados estes fornecidos pelo SEAB/ECPCM (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento e Estação Climatológica Principal de Campo Mourão); Análise do comportamento hídrico e sua influência na produtividade da cultura do café em anos considerados neutros, ou seja, anos com totais de chuva na média. O total de anos neutros dentro do período de 20 anos foi de seis anos compreendendo os anos agrícolas de 1990/91, 1996/97, 2001/02, 2003/04, 2005/06 e 2008/09 (NOAA, 2010).

Os dados de produção foram submetidos a operações matemáticas para determinação das médias do período de tempo e totais anuais e desvios em relação à média de cada uma das três variáveis de produção agrícola. Os dados dessas variáveis foram manipulados em planilha do Excel e organizados em tabelas e gráficos.

As variáveis chuva e temperatura foram submetidas a operações matemáticas para calcular o total de chuva do período estudado e o total anual e mensal, considerando os anos agrícolas da cultura do café, ou seja, setembro de um ano a agosto do ano seguinte, utilizando para tal o software Excel. Outro procedimento foi à determinação do Balanço Hídrico Normal ou Climatológico para as variáveis excedente hídrico (EXC) e deficiência hídrica (DEF) usando o programa computacional de Rolim et al. (1998).

As variáveis hídricas e a produtividade do café foram submetidas à análise estatística de regressão e correlação que permitem verificar a relação existente entre variáveis (CRESPO, 2002). Para averiguar a existência de significância entre essas variáveis, a análise de correlação foi submetida ao teste denominado teste *T* de *Student* (MAGALHÃES; LIMA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Análise das variáveis de produção agrícola da cultura do café e variáveis climáticas

Os dados de produção agrícola da cultura do café no que se refere área plantada, produção e produtividade apresentaram a seguinte evolução:

Área Plantada:

A variável área plantada teve maior valor no ano de 1990 com 4.500 ha e a menor área em 2001 com 1.062 hectares. Sendo a média de área plantada de 2.352 ha para o período de tempo estudado (Figura 2). O gráfico da Figura 1 ilustra ainda que essa cultura manteve, a partir do ano de 1995 até o ano de 2009, uma área plantada em torno de 2100 ha, com exceção do ano de 2001. Uma das razões para a redução da área plantada se deve a mudanças no sistema de produção conjuntamente com crise de mercado e a problemas climáticos (fortes geadas em 2000/2001 levando a erradicação do café, reduzindo área plantada).

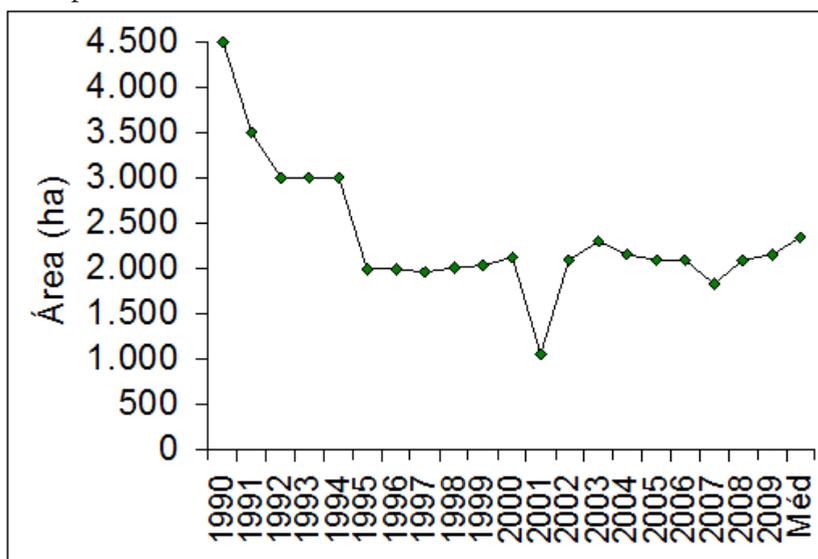


Figura 2 - Área plantada com a cultura do café para período de 1990 a 2009 em Corumbataí do Sul, PR. Fonte: IBGE (2010).

Produção e Produtividade:

Quanto à produção e produtividade estas apresentaram evolução temporal semelhante, com médias de 2.224 kg e 1.005 kg/ha, respectivamente. Os anos com as maiores variações abaixo da média aconteceram em 1995, 2003 e 2005 e acima da média em 1998 a 1999 com valores entre 3.600 a 3900 kg e 1.700 a 1900 kg/ha (Figura 3). Essas variações de produtividade estão mais condicionadas a variabilidade climática e tecnológica e portanto, independem da área plantada.

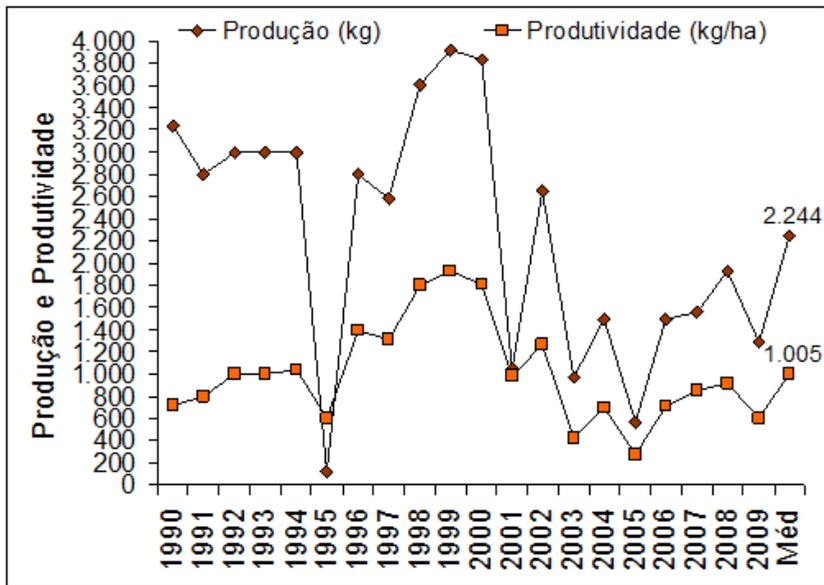


Figura 3 - Valores de produção e de produtividade do café para o período de 1990 a 2009 no município de Corumbataí do Sul, PR.

Fonte: IBGE (2010).

Os resultados obtidos para as variáveis chuva e temperatura estão ilustrados nas figuras quatro e cinco.

A média de chuva para o período de 32 anos foi de 1640,4 mm. Sendo que o maior total de chuva ocorreu em 1983 (2576,1 mm) seguido de 1990 (2043,7 mm) e 1998 (2094,9 mm) e os menores totais em 1978 (1143,6 mm) e em 1985 (1233,5 mm) (Figura 4).

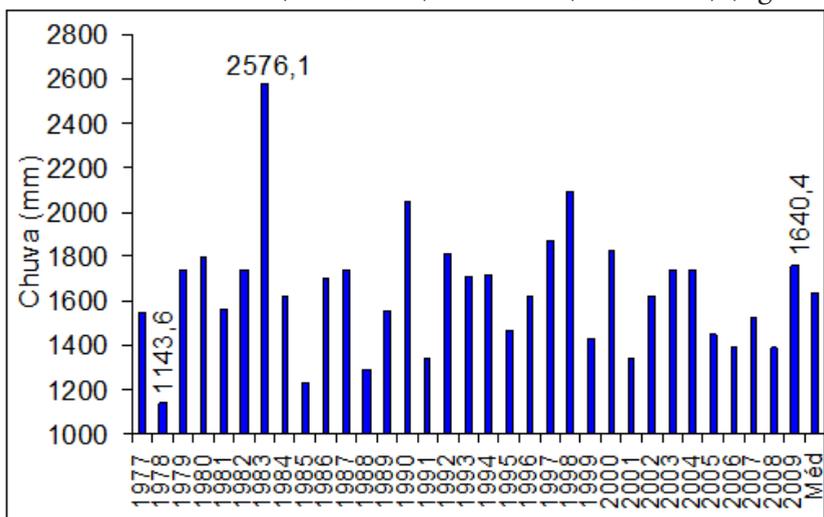


Figura 4 – Total anual e média de chuva para o período de 1997 a 2009.

Fonte: SEAB/ECPCM (2009).

Quanto às temperaturas do ar, a média do período foi de 21,2°C, a média da máxima de 26,8°C e a média da mínima de 13,6°C (Figura 5).

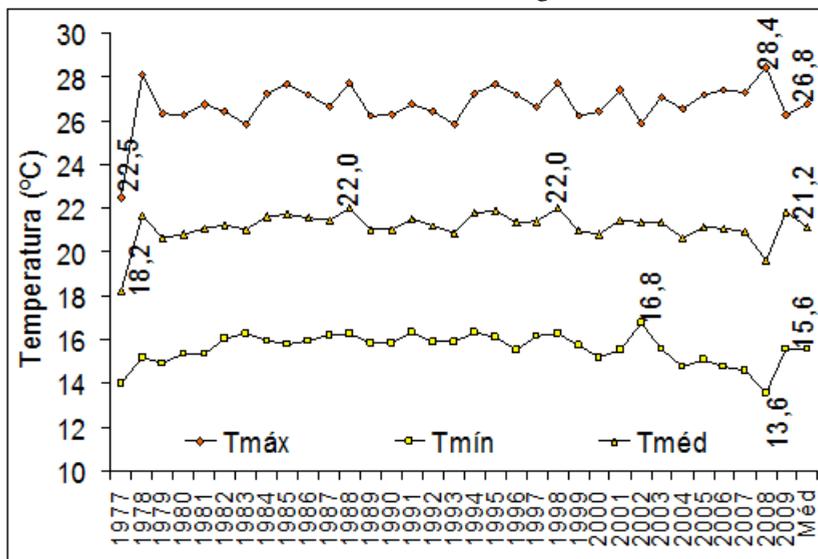


Figura 5 – Temperatura do ar máxima, mínima e média anual e média do período de 1977 a 2009.

Fonte: SEAB/ECPCM (2009).

A variação da temperatura média anual teve o seguinte comportamento: Para a temperatura média a maior foi em 2008 com valor de 22°C e a menor foi de 18,2°C. A maior e menor temperatura máxima ocorreu nos anos de 1977 e 2008, com valores de 28,4°C e 22,5°C respectivamente. E para a temperatura mínima a maior aconteceu em 2002 com 16,8°C e a menor em 2008 com 13,6°C.

Os valores médios das variáveis chuva e temperatura do ar do período analisado estão dentro da faixa ideal de exigência hídrica e térmica da cultura do café (CARAMORI et al., 2001; CAMARGO; PEREIRA, 1994; CAMARGO; FRANCO, 1981).

- Análise dos dados das variáveis hídricas e a produtividade agrícola do café

Para analisar a relação entre variáveis hídricas e a produtividade utilizou-se, conforme descrito nos procedimentos metodológicos, dados de chuva, EXC e DEF dos anos agrícolas da cultura do café referentes ao período de setembro 1990 a agosto de 1991 a setembro de 2008 a agosto de 2009.

As análises estatísticas de regressão e correlação, utilizando os dados anuais, revelaram a seguinte relação entre variáveis hídricas e a produtividade:

A análise de regressão, representada pelo gráfico de dispersão, indicou existência

de correlação entre as variáveis analisadas. Para as variáveis, chuva e EXC a configuração da distribuição dos pontos no gráfico evidenciou que aumentando o total hídrico há aumento de produtividade e para a variável DEF essa configuração foi inversa, ou seja, aumentando o total hídrico há redução de produtividade (Figura 6).

O grau de correlação para chuva e EXC apresentou coeficiente de correlação de $r=0,33$ e $r=0,30$, considerada como moderada positiva. Para a DEF o coeficiente de correlação foi de $r=-0,21$, ou seja, correlação fraca e negativa (Figura 6).

O teste de significância, para essas correlações, foi de $t=1,547$ para chuva, $t=1,390$ para EXC e $t=0,929$ para DEF. Esses valores foram significativos para chuva e EXC ao nível de 90% de probabilidade. Para a DEF a correlação não foi significativa (Figura 6).

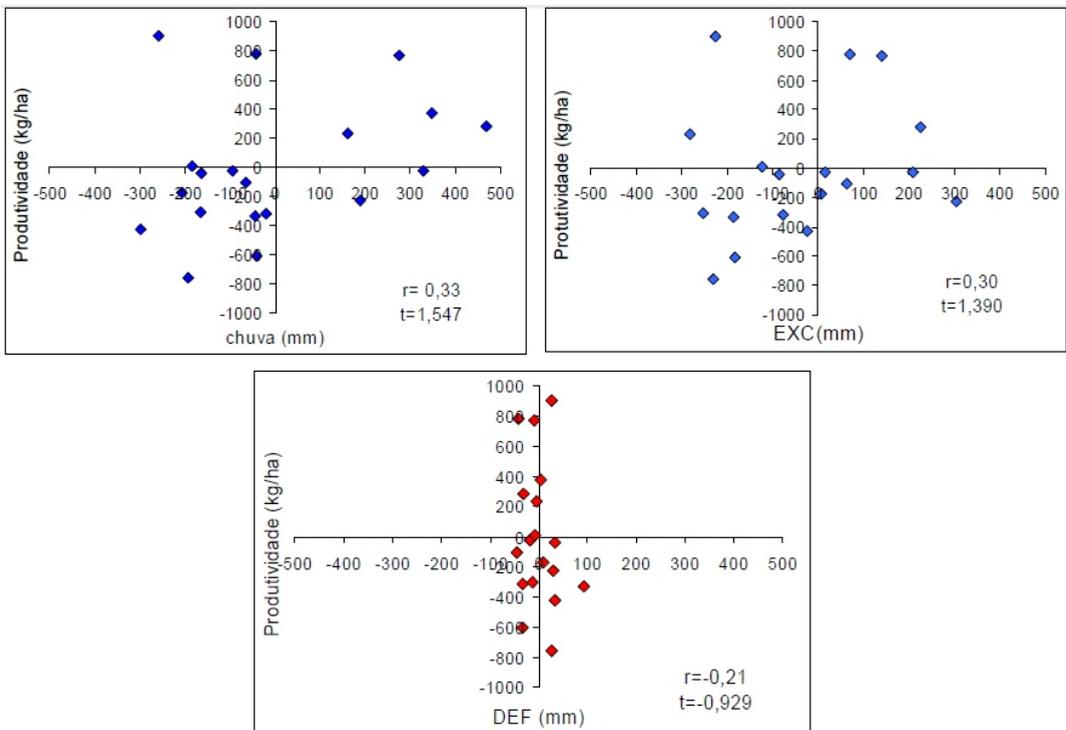


Figura 6 – Gráfico de dispersão, análise de correlação e teste de significância entre as variáveis, chuva, EXC, DEF e produtividade da cultura do café no município de Corumbatá do Sul para os anos agrícolas de 1990/91 a 2008/09.

Fonte: IBGE (2010).

Para os anos neutros as análises estatísticas de regressão e correlação entre as variáveis hídricas e a produtividade apresentaram os seguintes resultados:

O gráfico de dispersão mostrou existência de correlação entre as variáveis, chuva e EXC e produtividade, para DEF e produtividade não há existência de correlação (Figura 7).

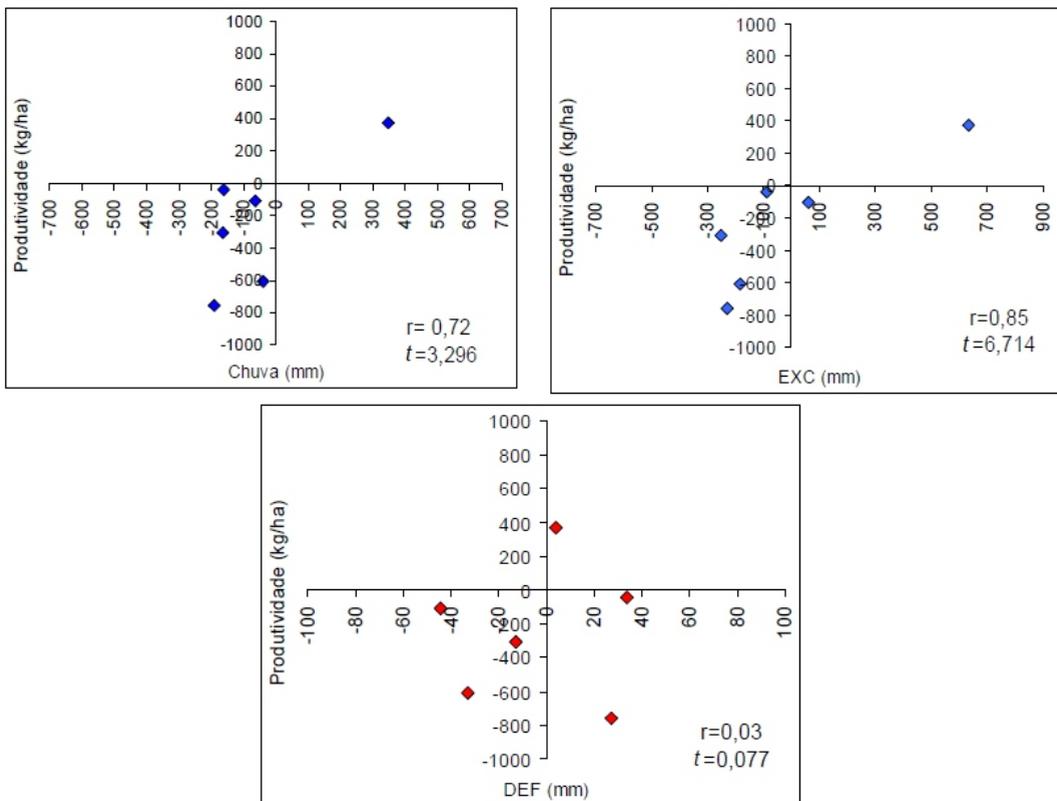


Figura 7 – Gráfico de dispersão, análise de correlação e teste de significância para as variáveis, chuva, EXC, DEF e produtividade da cultura do café no município de Corumbataí do Sul em anos neutros.

Fonte: IBGE (2010).

O coeficiente de correlação foi de $r=0,72$ para a variável chuva e de $r=0,85$ para a variável EXC (Figura 7). Esses valores de coeficientes mostraram correlação forte e positiva, indicando que havendo aumento no total hídrico há aumento de produtividade da cultura do café (Figura 7, gráfico chuva e gráfico EXC). Para a variável DEF não houve correlação (Figura 7, gráfico DEF).

Os valores do teste de significância foram de $t=3,296$ para chuva e $t=6,714$ para EXC. Esses valores indicam que a correlação foi significativa a nível de 99% de probabilidade (Figura 6, gráfico chuva e gráfico EXC).

Essas correlações significativas foram encontradas também para outras culturas em diferentes localidades. A cultura do milho no Rio Grande do Sul, por exemplo, apresentou correlações significativas entre variável hídrica e produtividade para a maioria dos períodos estudados (BERLATO et. al. (2005). Para essa mesma cultura, Ferreira (2005) identificou correlações significativas (coeficiente de correlação moderado com nível de significância de 1%) para o estado do Paraná.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos foi possível obter as seguintes conclusões:

As médias das variáveis climáticas da região de estudo são favoráveis e satisfazem as exigências hídricas e térmicas da cultura do café.

A variabilidade das chuvas e do excedente hídrico na produtividade da cultura estudada apresentou, para anos neutros, correlação forte positiva. No entanto a correlação entre a variabilidade da DEF na produtividade do café não foi significativa.

Esses resultados indicam que havendo aumento nos totais hídricos há aumento de produtividade para a cultura do café.

Assim, anos com variabilidade hídrica, sem interferência do ENOS, determina ganhos na produtividade da cultura do café.

REFERÊNCIAS

BERLATO, M.A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no estado do Rio Grande do Sul. **Pesq. agropec. bras.** v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.

BERLATO, M.A. et al. Relação entre o rendimento de grãos da soja e variáveis meteorológicas. **Pesq. Agropecu. Bras.** Brasília, v. 27, n. 5, p.695-702, 1992.

CAMARGO, A.P., FRANCO, C.M. Clima e fenologia do cafeeiro. In: **Cultura de café no Brasil**. Manual de recomendações. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1981. p.1-62.

CAMARGO, A.P. de, PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. CAgM Report no. 58, WMO/TD no. 615. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 1994. 43p.

CARAMORI, P. H. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado do Paraná. **Revista Bras. de Agromet.**, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p. 486-494, 2001.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 18 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 224p.

EMATER – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Governo do Paraná. Levantamento e reconhecimento dos solos, região de Campo Mourão PR. 2001.

FERREIRA, D.B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 123f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – São José dos Campos: INPE. 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de recuperação de**

dados. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 ago. 2010.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Algumas características físicas e cobertura arbórea do estado do Paraná.** 1986. Disponível em: www.ipardes.gov.br. Acesso em: 31 ago. 2006.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 2002. 438p.

MAGALHÃES, M.N.; LIMA, A.C.P.de. **Noções de Probabilidade e Estatística.** 6 ed. São Paulo:Edusp, 2008. 392p.

MINEROPAR - Minerais do Paraná. **Geologia do Paraná.** 2001. Disponível em: www.mineropar.pr.gov.br. Acesso em: 26 ago. 2009.

NOOA (National Ocean and atmosphere Admistration). Disponível em: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring. Acesso em: 15 ago 2010.

ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. **Influência dos fatores climáticos na produção:** Ecofisiologia da Produção Agrícola. Piracicaba: Potafos, 1987. 249 p.

PECHE FILHO, A. **Metodologia para avaliação da fragilidade de terras em função da mecanização do preparo do solo.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

ROLIM, G.S., SENTELHAS, P.C., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p133-137, 1998.

SOUZA, I.A.; GALVANI, E. **Influência pluviométrica na produtividade agrícola da cultura da cana-de-açúcar na microrregião de Campo Mourão, PR.** Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belo Horizonte, MG, 2009.

STUDZINSKI, C.D. **Um estudo da precipitação na região Sul do Brasil e sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical e Sul.** 1995. Dissertação (Mestrado) - Inpe, São José dos Campos, São Paulo, 1995.