

RELAÇÕES ENTRE DESVIOS DE PRECIPITAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NA MICRORREGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PR

MSc. Ivonete de Almeida Souza¹ – iasouza@usp.br

¹Aluna do programa de pós-graduação em Geografia Física da FFLCH – USP

Prof. Dr. Emerson Galvani² – egalvani@usp.br

²Departamento de Geografia FFLCH – USP

Resumo: A microrregião de Campo Mourão é importante produtora agrícola e localiza-se no Centro-Oeste paranaense entre as latitudes e longitudes de 23°45'95'' S e 24°35'46'' S, 51°58'50'' W e 52°37'24'' W e altitudes de 349 m a 759 m. Em função da posição geográfica o cultivo de culturas agrícolas comerciais de climas tropicais pode apresentar rendimentos abaixo da potencialidade de determinada espécie vegetal. Assim, este trabalho teve por objetivo identificar a relação do atributo precipitação pluviométrica na produtividade da cultura da cana-de-açúcar nos 14 municípios dessa microrregião. A produtividade da cana é dada pelo teor de sacarose. Para essa cultura a temperatura ótima situa-se entre 22 a 30°C, sendo que nessas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento. Acima de 38 °C não há crescimento e abaixo de 20° C o desenvolvimento da cultura é considerado nulo. A precipitação pluviométrica, bem como a umidade do ar e do solo, é um fator causador da variabilidade anual de sua produção e produtividade, exigindo em regiões tropicais e subtropicais de um mínimo em torno de 1200 mm/ano. Utilizou-se na análise um período de 30 anos de dados (1977 a 2007) do atributo do clima e para as variáveis da cultura (área, produção e produtividade) um período de 17 anos (1990 a 2006). Os dados foram cedidos pela SEAB/ECPCM (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e Estação Climatológica) Campo Mourão e pelo PAM-IBGE (2008) (Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Esses dados foram trabalhados no programa Excel permitindo a elaboração de gráficos estatísticos tanto das características pluviométricas quanto produtivas da cultura. Na área estudada o total anual de precipitação pluviométrica, para um período de 30 anos, variou em torno de 1100 mm a 2600 mm, com média histórica de 1644,4 mm. Os volumes de chuva acima de 150 mm mensais ocorrem nas estações de primavera, outono e verão e abaixo de 100 mm no inverno. Os resultados mostraram ainda que as oscilações nas condições anual do clima alteram os resultados de produtividade da cultura da cana-de-açúcar. A relação entre os desvios de chuva e produtividade teve resposta satisfatória. Esta relação foi bem representativa em anos com desvios pluviométricos acima ou abaixo da média do período. Os anos de 1991, 1999, 2001 e 2005 tiveram desvio de chuva e produtividade negativas, ou seja, abaixo da média. Os rendimentos nesses anos apresentaram quebras com valores entre 3,0 a 6,3 ton/ha em relação à média. Para os anos de 1990, 1993, 1997, 1998 e 2003 os desvios foram positivos, acima da média, para a precipitação e produtividade. Neste período o aumento nos valores de produtividade da cana-de-açúcar variou de 1,5 a 8,1 ton/ha, comparativamente a média. As situações adversas entre chuva acima da média e baixa produtividade ou o contrário, aconteceram por condições de favorecimento ou não dos atributos climáticos nas fases fenológicas da cultura, que se o regime hídrico, acima ou abaixo da média, não atingir determinadas fases da cultura, os rendimentos não apresentarão quebra.

Palavras-chave: pluviometria, produtividade, cultura da cana-de-açúcar.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil data do meado do descobrimento, sendo que o uso de seus subprodutos (açúcar, aguardente, etc) era mais voltado para o consumo humano e animal. Nos tempos atuais é também utilizada para a geração de biocombustíveis, principalmente, o álcool combustível.

Diante da expansão da atividade canavieira em novas fronteiras agrícolas em território nacional e de sua importância (socioeconômica e ambiental) não só para esse país, mas também para o mundo, pela demanda interna e externa, é relevante um conhecimento mais detalhado das condições climáticas e produtivas da cana-de-açúcar.

A qualidade e o rendimento da cana-de-açúcar, que dá sustentação econômica da atividade, variam, sobretudo em função do clima, em específico do atributo pluviométrico. Para essa cultura a umidade do ar e do solo é um fator causador da variabilidade anual de sua produção e produtividade, exigindo em regiões tropicais e subtropicais de um mínimo em torno de 1200 mm/ano. A temperatura ótima situa-se em torno de 22 a 30°C, sendo que nessas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento. Acima de 38° C não há crescimento e abaixo de 20° C o desenvolvimento da cultura é considerado nulo. (BARBIERI; VILLA NOVA, 1977; DOOREMBOS; KASSAN, 1979; MAGALHÃES, 1987; ALFONSI, 2000).

As regiões com condições climáticas que favorecem o desenvolvimento vegetativo no início da safra passam a ser um fator desfavorável no final da safra, pois implicam em conseqüências negativas ao processo de maturação natural e colheita. A cultura da cana-de-açúcar é exigente, sobretudo de chuva nas fases de crescimento e desenvolvimento e de um período de restrição hídrica ou térmica (repouso fisiológico) na fase de maturação para favorecer o acúmulo de sacarose (MACHADO, 2008).

Como exemplo desses dois atributos exigidos pela planta cana-de-açúcar, cita-se que, o número de folhas verdes varia de 6 a 12, sendo menor o número de folhas em condições de déficit hídrico ou de baixas temperaturas. As folhas velhas, ao receberem pouca intensidade luminosa, tornam-se senescentes. As folhas verdes do topo são eretas, com o ápice curvo, podendo as demais folhas ser mais ou menos eretas, dependendo da variedade e das condições de cultivo. Normalmente, folhas eretas tendem a proporcionar aumentos significativos na produção (RODRIGUES, 1995).

Quanto à disponibilidade de água, é na fase de crescimento vegetativo que a cultura da cana-de-açúcar exige elevado atendimento hídrico, a fim de permitir bom desenvolvimento. Esta deve ser seguida de período com certa restrição hídrica para forçar o repouso e o enriquecimento em sacarose, antes da colheita.

Desta forma, as plantas da cana-de-açúcar necessitam de condições climáticas diferenciadas e adequadas durante as fases de crescimento e maturação para apresentar elevadas produtividades. As baixas temperaturas ou deficiências hídricas reduzem ou paralisam o crescimento, enquanto elevadas temperaturas noturnas ou precipitações pluviométricas excessivas dificultam atingir completa maturação. Assim, pode-se dizer que o clima ideal é aquele que apresenta duas estações distintas, uma quente e úmida, para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, seguido de outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose nos colmos (CRISPIM, 2006).

Ainda segundo Crispim op. cit., o fato de ser uma planta semi-perene e apresentar um período de crescimento relativamente longo, 9 a 24 meses, a cana-de-açúcar sujeita-se às variações climáticas locais durante o ano todo, as quais podem influir enormemente no seu desenvolvimento e rendimento.

As extensões continentais do Brasil determinam condições climáticas as mais diversas para a cultura da cana-de-açúcar, desde as altamente propícias até completamente inadequadas, passando por regiões que possuem uma ou mais

limitações. Estas são representadas, sobretudo pela deficiente ou excessiva disponibilidade hídrica.

De modo geral, o Centro-Sul brasileiro apresenta condições climáticas propícias ao cultivo da cana-de-açúcar, tanto é que, especialmente, nos últimos anos há um crescimento de demanda pelos produtos derivados da industrialização dessa cultura, produção de açúcar e bioenergia (álcool combustível e energia derivada do bagaço da cana) com destaque para o álcool, hidratado e anidro. Produto este utilizado como combustível e, que em relação ao combustível derivado do petróleo, é considerado menos poluente ao ambiente, além de renovável. Portanto, a cultura da cana-de-açúcar é de grande importância econômica, social e ambiental. No entanto, o fornecimento de matéria-prima de qualidade tecnológica a fim de propiciar extração econômica é uma das maiores necessidades da indústria sucroalcooleira.

Para tanto, é de fundamental importância o conhecimento dos atributos climáticos das áreas de implantação da cultura da cana-de-açúcar. Porém em algumas regiões do país as condições climáticas no início da safra e, também, no final da safra favorecem o desenvolvimento vegetativo em detrimento do acúmulo de sacarose. A sacarose é o produto de onde se extrai, dentre outros, o álcool combustível. O rendimento industrial da cana-de-açúcar é associado ao conteúdo de sacarose no colmo das plantas (MACHADO, et al., 2008).

Mesmo com limitação de expansão de área para o plantio devido a fatores climáticos, o estado do Paraná é o segundo maior em produção e produtividade de cana-de-açúcar no Brasil, só perdendo para o estado de São Paulo. De acordo com a Associação dos Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná - ALCOPAR, (2005), a agroindústria canavieira não só trouxe benefícios econômicos com a redução de importação do petróleo como também contribuiu para a geração de mais de um milhão de empregos. E com a intensificação do uso do álcool combustível, contribui-se com a redução do lançamento do dióxido de carbono no ar nos centros urbanos. A emissão do CO₂ durante o processo de produção ou no cano de descarga dos carros é menor que a proveniente do diesel e da gasolina. A gasolina emite dez vezes mais CO₂ que o etanol.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo verificar a relação entre desvios de precipitação e produtividade da cultura da cana-de-açúcar na microrregião de Campo Mourão. Esperando que os resultados obtidos sejam passíveis de determinação do potencial agrícola dessa cultura na região estudada.

Localização da área estudada e caracterização regional

A área estudada, a microrregião de Campo Mourão, situa-se na região Centro-Ocidental paranaense e é composta por quatorze municípios (Figura 1). Área está localizada entre as latitudes de 23°46' S (município de Terra Boa) a 24°35' S (município de Roncador), longitudes de 52°26'42'' W e 52°16'35'' W respectivamente, e altitudes médias que variam de 345 a 751 metros, (Tabela 1). Possui um total de 7.069,266 km² área e uma população estimada em 2006 de 205.493 habitantes. A distância da maioria dos municípios com a ECPMC varia de 10 a 30 km sendo que os demais não ultrapassam 60 km. Segundo a OMM, Organização Meteorológica Mundial (1994), um pluviômetro tem representatividade em uma área de 50 km², ou seja, os dados coletados em um pluviômetro podem ser utilizados para representar uma região deste tamanho.

Tabela 1 – Localidades e coordenadas médias dos municípios da microrregião de Campo Mourão, PR.

Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Araruna	23°55'44"	52°30'04"	600
Barboza Ferraz	24°02'17"	52°01'23"	345
Campo Mourão	24°02'46"	52°23'03"	575
Corumbataí do Sul	24°05'54"	52°07'15"	554
Engenheiro Beltrão	23°48'15"	52°15'19"	453
Farol	24°05'24"	52°37'24"	562
Fênix	23°56'11"	51°58'50"	365
Iretama	24°25'28"	52°06'32"	592
Luiziana	24°17'16"	52°16'31"	751
Mamborê	24°16'29"	52°30'40"	765
Peabirú	23°55'04"	52°20'20"	533
Quinta do Sol	23°51'17"	52°07'51"	355
Roncador	24°35'43"	52°16'35"	742
Terra Boa	23°45'53"	52°26'42"	589

Fonte: Google Earth

Em função basicamente da latitude e altitude, predomina nessa região o clima subtropical (Cfa), ou seja, clima pluvial temperado sempre úmido e temperatura média do mês mais quente em torno de 22° C, (MAACK, 2002). Os meses mais chuvosos são os de dezembro, janeiro e fevereiro, enquanto os mais secos são os meses de junho, julho e agosto. As médias das temperaturas máximas variam de 27° C a 29° C e as mínimas de 15° C a 18° C, (IAPAR, 2000).

Quanto ao relevo, de modo geral, as características de domínio são de suave ondulado, suave ondulado a ondulado e ondulado e altimetria de 200 a 1000 metros. Em questão de solos existem aproximadamente cinco classes (Latosolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Neossolos) com predominância para os Latossolos, Argissolos e Nitossolos. Estes se dividem em grandes grupos, sendo quatro no Latossolo (Eutroférico, Eutrófico, Distrófico e Distroférico), dois no Argissolo (Distrófico e Eutrófico) e dois no Nitossolo (Eutroférico e Distroférico).

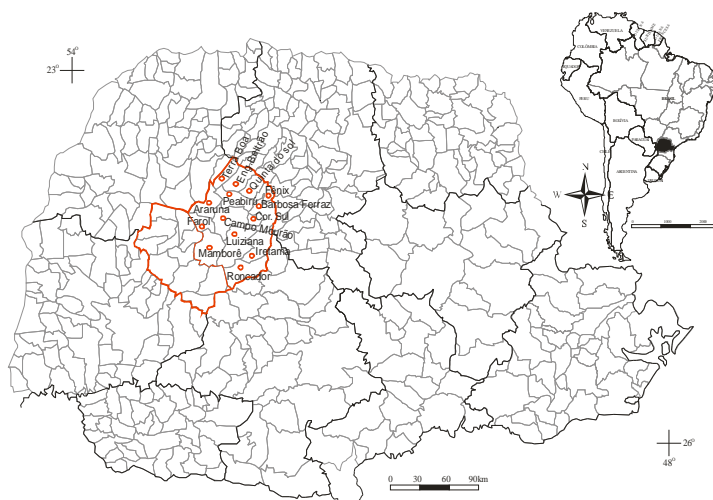


Figura 1 – Mapa do estado do Paraná ilustrando a localização da área estudada, a microrregião de Campo Mourão.

Procedimentos metodológicos

O estudo necessitou de dois tipos de dados, um de clima e outro de produção da cultura da cana-de-açúcar. Do primeiro dado foi utilizado o atributo chuva, de um período de trinta anos, de 1977 a 2007, obtidos por meio da SEAB/ECPCM (Secretária da Agricultura e do Abastecimento de Campo Mourão/Estação Climatológica Principal de Campo Mourão). Esses dados abrangeram um período de trinta anos. O segundo dado que é a produção da cultura da cana-de-açúcar, envolveu área plantada (ha), quantidade produzida (produção/ton) e produtividade (rendimento ton/ha) de uma série de dados de dezessete anos, de 1990 a 2006. Estes obtidos por meio do PAM/IBGE (Produção Agrícola Municipal/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Esses dados foram manipulados com ajuda do software Excel, para a elaboração de tabelas e gráficos estatísticos. A análise estatística empregada envolveu média aritmética e desvio em relação à média.

A média aritmética é o quociente da divisão da soma dos valores da variável pelo número deles: $\bar{X} = \sum x_i/n$ sendo,

\bar{X} a média aritmética;
 x_i os valores da variável;
 n o número de valores.

E o desvio em relação à média é a diferença entre cada elemento de um conjunto de valores e a média aritmética: $d_i = x_i - \bar{X}$, sendo:

d_i desvio em relação a média;
 x_i os valores da variável;
 \bar{X} a média aritmética.

Nessa série de dados de produção agrícola nem todos os municípios possuíam dados de safra de todos os anos. Alguns começaram a cultura após 1990 e outros encerraram a atividade em 1999 (Mamborê e Luiziana) e 2002 (Campo Mourão).

Resultados e Discussões

Análise pluviométrica

Com os dados de pluviométricos foram calculados os totais anuais de chuva e a média mensal de chuva do período de 1977 a 2007 (Figura 2 e 3).

O total anual de chuva variou entre 1143,6 mm a 2576,1 mm e a média do período de 1644,4 mm.

Do período de 31 anos de chuva analisado constatou-se que (Figura 2): treze anos obtiveram chuva abaixo de 1600 milímetros, dos quais cinco com totais abaixo de 1400 milímetros. Outros dez anos apresentaram totais entre 1400 mm e 1700 milímetros. Os demais anos, portanto, com totais de chuva acima de 1700 mm. Desses destacaram-se os anos de 1983, 1990 e 1998 com chuva acima de 2000 milímetros, aumento entre 22% a 52% acima da média.

Com relação à média mensal de precipitação do período obteve-se um valor de 137,03 milímetros. Sendo os meses de janeiro (203,0 mm), fevereiro (164,0 mm), outubro (164,9 mm) e dezembro (174,0 mm) os que apresentaram médias mais elevadas

dos totais de chuva. As médias mais baixas ocorreram no trimestre dos meses de junho, julho e agosto com 108,51 mm, 75,4 mm e 67,0 mm, respectivamente (Figura 3).

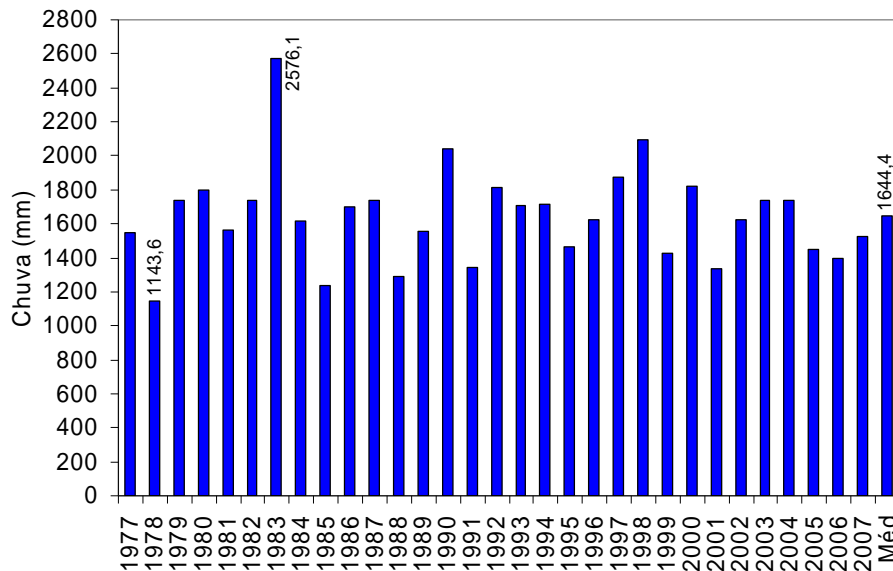


Figura 2 – Total anual de chuva para o período de 1977 a 2007, região de Campo Mourão, PR.
Fonte: SEAB/ECPCM

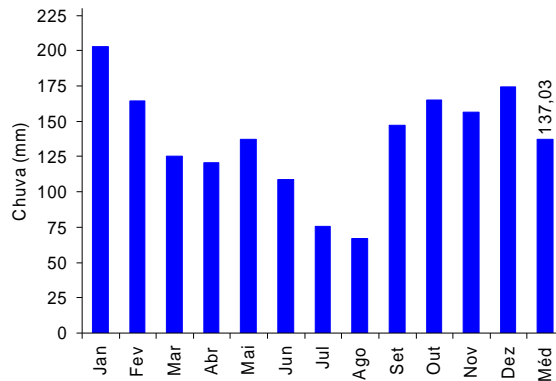


Figura 3 – Média da precipitação mensal, período de 1977 a 2007 da região de Campo Mourão, PR.
Fonte: SEAB/ECPCM

Análise pluviométrica x produtividade

Os dados da cultura da cana-de-açúcar do período de 1990 a 2006 e de chuva estão representados na tabela 2. De modo geral é possível observar a evolução espaço temporal dessas variáveis. Por exemplo, quando se analisa os dados de produtividade em relação aos de chuva percebe-se que nem sempre anos com totais de chuva mais elevados que a média proporcionam os melhores rendimentos ou que anos com totais chuvas mais baixos haja quebra de produtividade. Esta variável apresentou valores entre 63,8 ton/ha a 82 ton/ha.

Quanto à evolução de área e produção percebeu-se que no ano de 1991 em relação ao anterior bem como o de 1997 houve diminuição de área plantada e aumento

de produção. Para os anos de 1994 e 1999 houve o inverso, aumento de área plantada e diminuição de produção. A área plantada e produção no início do período estudado, era de 8.514 ha e 647.230 ton, no ano de 2006 alcançou valores de 103,15% e 134,43% respectivamente superiores ao ano de 1990 (Tabela 2).

Quando se tentou relacionar os dados de chuva e produtividade, por meio do desvio em relação à média, percebeu-se que dos dezessete anos analisados: cinco apresentaram produtividade acima da média para anos com totais de chuva também acima da média; nos outros cinco anos aconteceu o contrário, chuva abaixo da média e produção também abaixo da média e; para os sete demais anos não houve nenhuma relação, ou seja, quando o total de chuva estava acima da média a produtividade foi negativa (4 anos) e quando o total de chuva estava abaixo da média a produtividade esteve positiva (Figura 4).

Tabela 2 – Dados dos totais anuais de chuva e dados da cultura da cana-de-açúcar para o período de 17 anos (1990 a 2006) da microrregião de Campo Mourão, PR.

Ano	Chuva (mm)	Produtividade (ton/ha)	Área (ha)	Produção (ton)
1990	2043,7	76,2	8.514	668.712
1991	1339,8	70,7	7.869	647.230
1992	1813,2	76,6	9.558	812.953
1993	1706,4	74,1	10.902	976.334
1994	1717,3	63,8	12.051	954.168
1995	1462,8	79,1	14.205	1.195.568
1996	1623,6	79,7	15.364	1.195.568
1997	1872,1	82	15.123	1.285.754
1998	2094,9	81,5	15.399	1.327.567
1999	1425,1	77,6	16.141	1.241.486
2000	1824,6	70,6	14.938	1.110.451
2001	1338,8	67,5	14.290	1.194.868
2002	1624	67	11.487	918.669
2003	1739,5	68,7	12.114	1.159.524
2004	1738,1	66,7	13.527	1.207.743
2005	1448,4	64,4	17.106	1.304.138
2006	1395	73,6	17.296	1.567.632
Média	1644,4	72,9	13.287,29	1.104.021

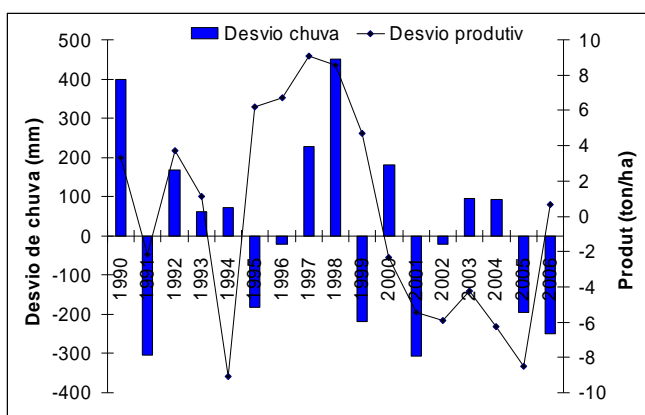


Figura 4 – Desvios anuais de chuva e de produtividade da cana-de-açúcar da microrregião de Campo Mourão, PR.

Análise mensal e anual dos dados de chuva e produtividade

Dentre os quatorze municípios com cultivo de cana-de-açúcar, alguns se destacaram por produzirem para a agroindústria. Os dados de produção (área plantada, produção e produtividade) desses municípios são, normalmente, maiores (área plantada, por exemplo, em torno de 900 a 6000 ha) daqueles municípios com produção doméstica que possuem área plantada entre 10 a 80 ha e produtividade sempre em torno de 50 a 60 ton/ha.

Por uma questão de melhor representatividade e coerência dos dados, os municípios com produção agroindustrial (ou seja, a produção é destinada para o setor sucroalcooleiro) foram analisados em separado. No entanto esses municípios tiveram períodos com cultura para a agroindústria e períodos que retornaram para a plantação doméstica. Pelo que os dados indicam esse processo se deve à demanda das usinas (Figura 5).

A Figura 5 ilustra o total mensal e anual de chuva, a produtividade média da cultura da cana-de-açúcar dos municípios e a produtividade por município, os quais serão analisados a cada ano conforme segue:

O total de chuva ocorrido no ano de 1990 foi acima da média e o de 1991 abaixo da média, no entanto a produtividade do primeiro ano (82,0 ton/ha) foi inferior ao do segundo (85,0 ton/ha). Quando se analisa o comportamento mensal das chuvas desses anos em função das fases fenológicas da cultura estudada, percebe-se que o total de chuva acima da média se concentrou nos meses que a cultura necessitava de quantidade menor de água (a partir de abril). Já no ano com chuva abaixo da média houve uma distribuição significativa nas fases mais exigentes da cultura (em torno de setembro/outubro a março).

Nos anos de 1992 e 1993 teve-se uma situação de chuva acima da média nos dois anos (1813,2 mm e 1706,4 mm), com uma diferença a mais para o primeiro ano em torno de 100 mm. A produtividade foi maior no ano com total de chuva mais baixo (87,1 ton/ha). Quando analisado a distribuição mensal das chuvas verificou-se que em 1992 houve dois meses consecutivos com chuva bem abaixo da média mensal e chuva muito acima da média no início provável da fase de maturação da cana-de-açúcar.

Em 1994 o total de chuva se mantém ao ano anterior, mas a produtividade se reduz. Nesse ano há excesso de chuva nos meses mais favoráveis de maturação da cana-de-açúcar. No ano seguinte, 1995 o total de chuva fica 182 mm abaixo da média e, no entanto a produtividade aumenta de 75,3 ton/ha para 82,5 ton/ha. Nesse ano as médias de chuvas dos meses das fases de crescimento da cana-de-açúcar ficaram acima da média do período.

O total de chuva no ano de 1996 esteve na média, porém as chuvas ocorridas foram bastante irregulares, ou seja, abaixo da média em três meses da fase de crescimento e nos meses de maturação.

No ano de 1997 e 1998 o total de chuva foi de 1872,1 mm e 2094,9 mm. As produtividades desses anos foram semelhante, com valores de 81,9 ton/ha e 81,4 ton/ha. A diferença entre esses anos foi que em 1997 houve de março a maio chuva abaixo da média em mais de 100% e no mês de junho chuva acima da média em torno de 200% seguidos de julho e agosto com chuva abaixo da média. Em 1998 houve chuva de 365% acima da média no mês de abril (início da maturação) seguido de maio, junho e julho com chuva abaixo da média e chuva de 236% acima da média no mês de agosto (mês comum de colheita).

Em 1999 o total de chuva esteve abaixo da média em torno de 200 mm. Com produtividade de 77,6 ton/ha, apenas 3,9 ton/ha a menos que o ano anterior que teve total precipitado acima de 2000 mm. Já em 2000 a precipitação ultrapassou 1800 mm, porém houve uma má distribuição nos meses mais exigentes em água pela planta. No ano seguinte, 2001, o total de chuva ficou abaixo da média, mas com uma melhor distribuição. A produtividade nesse ano foi 82,3 ton/ha.

O ano de 2002 teve chuva na média, embora as chuvas mensais foram muito irregulares. Houve três meses consecutivos com chuva bem abaixo da média, fevereiro, março e abril. O mês de maio teve chuva de 174% acima da média e junho não choveu. O mês de agosto também teve chuva 55% acima da média mensal. Em relação ao ano anterior a maioria dos municípios teve quebra de produtividade.

Os anos de 2003 e 2004 tiveram uma das melhores produtividades do período, 88,4 ton/ha e 97,8 ton/há e total de chuva em torno de 1740 mm cada um. O ano de 2003 teve nos meses de janeiro, fevereiro e março chuva acima da média, com aumento de 24%, 160% e 174% respectivamente e os três meses seguintes, abril, maio e junho com chuva abaixo da média (112,1 mm, 76,4 mm e 67,9 mm). Em 2004 apenas três municípios com as melhores produtividades produziram cana-de-açúcar em escala agroindustrial mantendo a média de rendimento do ano anterior.

As produtividades das safras de 2005 e 2006 foram distintas, bem como a distribuição das chuvas. O ano de 2005, com total de chuva de 1448,4 mm, teve quatro meses com redução significativa das chuvas. No mês de fevereiro não choveu e de março a maio choveu bem abaixo da média mensal. Nessas condições a produtividade foi de 76,4 ton/ha. A produtividade de 2006 foi maior que a do ano anterior, com valor de 88,0 ton/ha. O total de chuva de foi de 1395 mm e destes, em torno de 50% estiveram distribuídos nos meses de crescimento da planta. Apenas os meses de maio e junho estiveram bem abaixo da média mensal, com valores de 19,9 mm e 49,6 mm respectivamente.

Nesses dois últimos anos cinco municípios, Engenheiro Beltrão, Fênix, Peabirú, Quinta do Sol e Terra Boa, continuaram a produzir cana-de-açúcar para a agroindústria.

Em 1990 existiam sete municípios com cultivo de cana-de-açúcar destinada à agroindústria, conforme pode ser observado na Figura 5. Em 1995 mais um município, Quinta do Sol, foi acrescentado, perfazendo um total de oito. Entretanto a partir de 2000 permanecem, cultivando essa cultura, apenas cinco municípios.

Por meio da Figura 5 é possível acompanhar também a evolução e a relação das variabilidades pluviométricas nas produtividades dos municípios. Percebe-se que há de certa forma, uma tendência de variação no rendimento com a variabilidade climática. Os anos de 1992, 1993 e 1994 ilustram bem a questão da variabilidade mensal da precipitação e a conseqüente variação de produtividade.

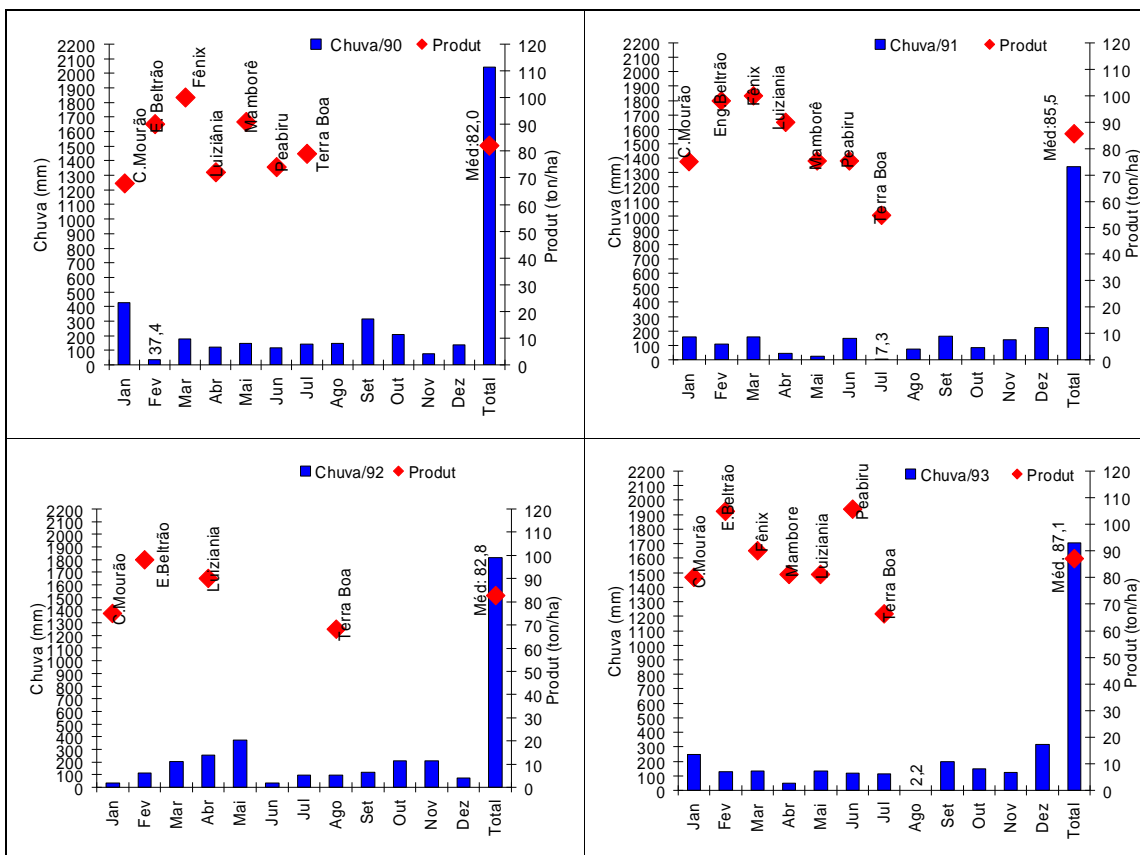
A produtividade média anual por município variou de 72,1 ton/ha a 93,4 ton/ha. Dos oito municípios três apresentaram rendimentos acima de 80,0 ton/ha e os demais, produtividade acima de 72,0 ton/ha, Tabela (3).

Tabela 3 – Produtividade média anual dos municípios produtores de cana-de-açúcar para a agroindústria, período de 1990 a 2006, microrregião de Campo Mourão, PR.

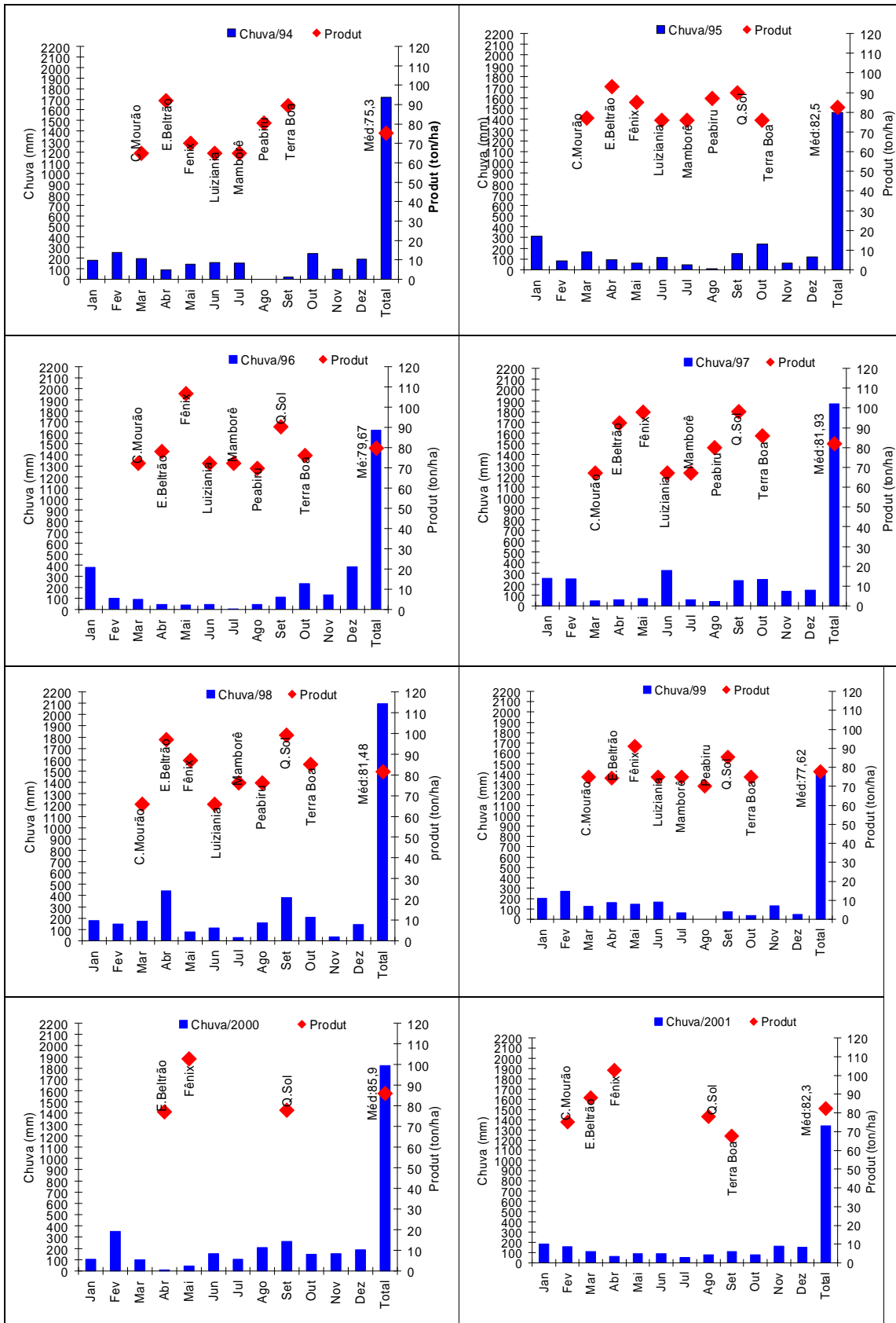
Município	Produtividade (ton/ha)
Campo Mourão	72,1
Engenheiro Beltrão	89,6
Fênix	93,4
Luiziana	75,4
Mamborê	75,4
Peabirú	78,4
Quinta do Sol	85,9
Terra Boa	79,7

Fonte: PAM/IBGE

A variabilidade anual das chuvas e a produtividade para os municípios com produção agroindustrial estão representadas na Figura (4). Lembrando que os municípios de Campo Mourão produziram cana-de-açúcar no período de 1990 a 2002; Engenheiro Beltrão, Fênix, Peabirú e Terra Boa de 1990 em diante; Luiziana e Mamborê de 1990 até 1999; e Quinta do Sol que iniciou sua produção em 1995 a 2006.



Continua...



Continua...

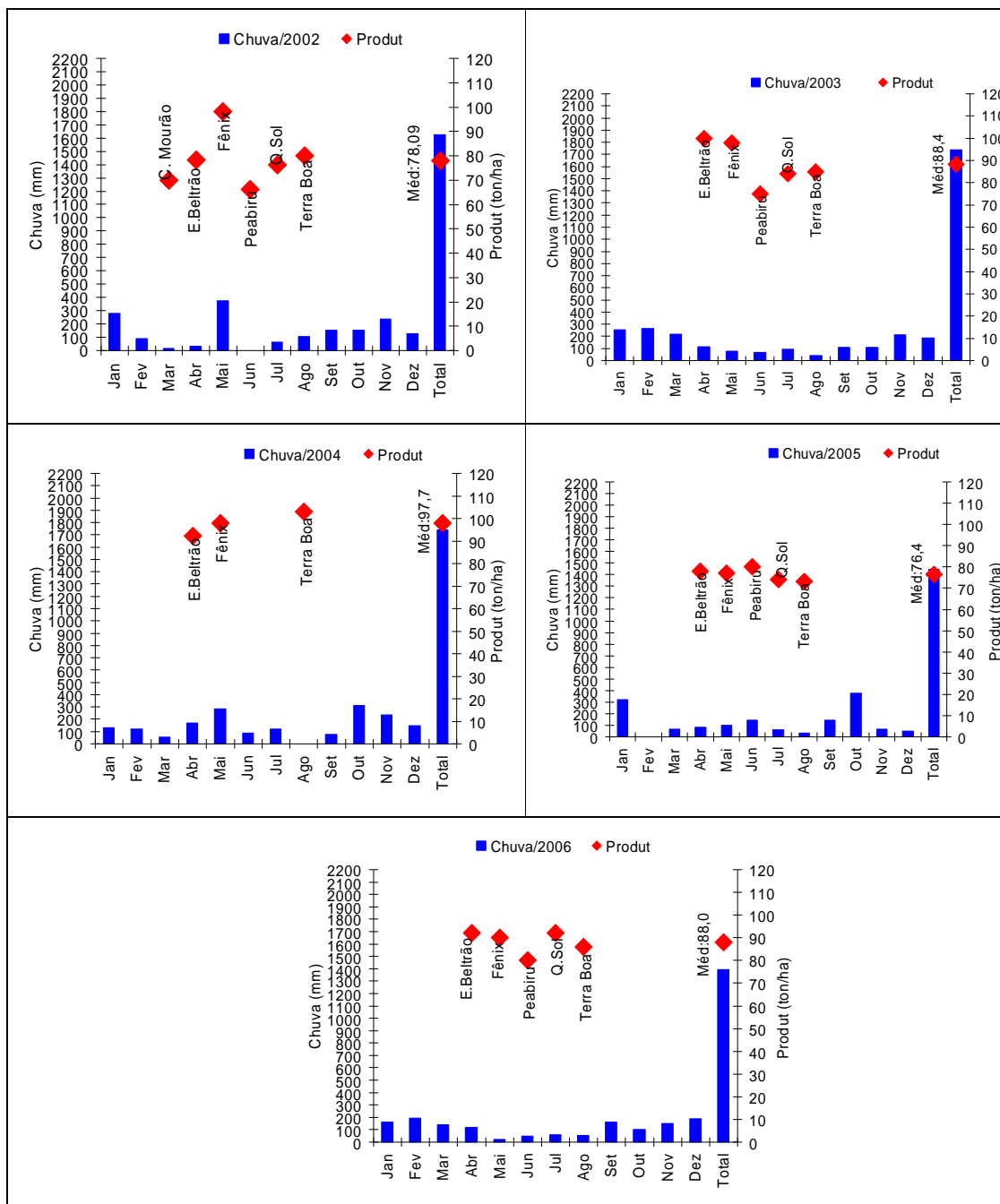


Figura 5 – Total de chuva mensal e anual e produtividade da cana-de-açúcar dos municípios com produção agroindustrial da microrregião de Campo Mourão, PR, período de 1990 a 2006.

Como a cultura da cana-de-açúcar é muito dependente do atributo chuva, principalmente na sua fase de crescimento, a análise dos dados enfatiza se anos mais chuvosos resultam melhores rendimentos. Então, a relação entre desvio de chuva e produtividade para a cultura da cana-de-açúcar se justifica quando se analisa a distribuição pluviométrica em cada fase da cultura. Portanto, é pertinente verificar a forma de ocorrência da chuva (espacial ou temporal) quando há desvios opostos nas variáveis.

Conforme mostrado na Figura 4 os desvio de chuva e de produtividade quando analisados sem levar em conta a distribuição das chuvas em cada fase da cultura, apresentam relação baixa entre essas duas variáveis. Assim, a análise dos desvios das variáveis chuva e produtividade neste trabalho procurou considerar a distribuição mensal das precipitações.

Dentro desse contexto teve-se a seguinte análise para os municípios citados (Figuras 5 e 6).

Para o período de tempo estudado os anos que obtiveram os maiores desvios pluviométricos positivos em relação à média foram os anos de 1990 e 1998, com totais de 399 e 450 mm. Para o ano de 1990 apenas as produtividades dos municípios de Campo Mourão e Luiziana apresentaram quebra de produtividade, ou seja, desvios negativos de 3,2 e 3,4, em relação a média. Em 1998 além desses dois municípios teve-se também o de Fênix, esses com desvios negativos de 5,5, 6,5 e 9,7. Nesses anos, ocorreram chuvas acima da média também no período de maturação e colheita. Embora as chuvas dos meses de junho, julho e agosto foram de mais fracas intensidades que médias intensidades e bem distribuídas (10, 14 e 8 dias).

O ano de 1994 teve modesto desvio positivo de chuva, 72 mm da média, embora quatro municípios apresentassem desvios negativos de produtividade. Nesse ano ocorreu precipitação acima da média nos meses de junho e julho, período este em que a cana-de-açúcar ainda esta em processo de maturação e início de colheita.

Em 1997, 2000 e 2004 os desvios de chuva também foram positivos. Em 1997 esse desvio ultrapassou 220 mm quando três municípios, Campo Mourão, Luiziana e Mamborê, apresentaram desvios negativos de produtividade, com valores de 4,2 e 8,4. Em 2000 embora houvesse desvio positivo de 180 mm de chuva, essa chuva se concentrou nos períodos de maturação e colheita. Ficando as fases crescimento com precipitação abaixo da média para a maioria dos meses. Nesse ano apenas o município de Fênix teve desvio positivo de produtividade. O desvio positivo de chuva no ano de 2004 foi de 93,7 mm e dois municípios com desvios negativos de produtividade, Peabirú e Quinta do Sol. Nesse ano houve chuva acima da média no mês de maio, mês que normalmente se inicia a fase de maturação.

Quanto aos desvios negativos de chuva e desvios positivos de produtividade, estes ocorreram nos anos de 1991, 1995, 1996, 1999, 2001, 2002, 2005 e 2006. Dentre estes os anos de 1991 e 2001 apresentaram os maiores desvios negativos de chuva, 304,6 mm e 305,6 mm. No ano de 1991 apenas dois municípios tiveram desvios negativos de produtividades. Nesse ano ocorreu para a maioria dos meses de crescimento da cultura, chuva em quantidades satisfatórias e pouca chuva nos meses de maturação e colheita. Em 2001 apenas os municípios de Campo Mourão e Fênix tiveram desvios positivos de produtividade.

Em 1995 e 2006 os desvios negativos de chuvas foram de 181,6 mm e 249,4 mm. Nesses anos os municípios com desvios negativos de produtividade foram os de Terra Boa com valor de 1,22 (no ano de 1995) e o de Fênix com 3,38 (2006). Comportamento semelhante ao ano de 1991.

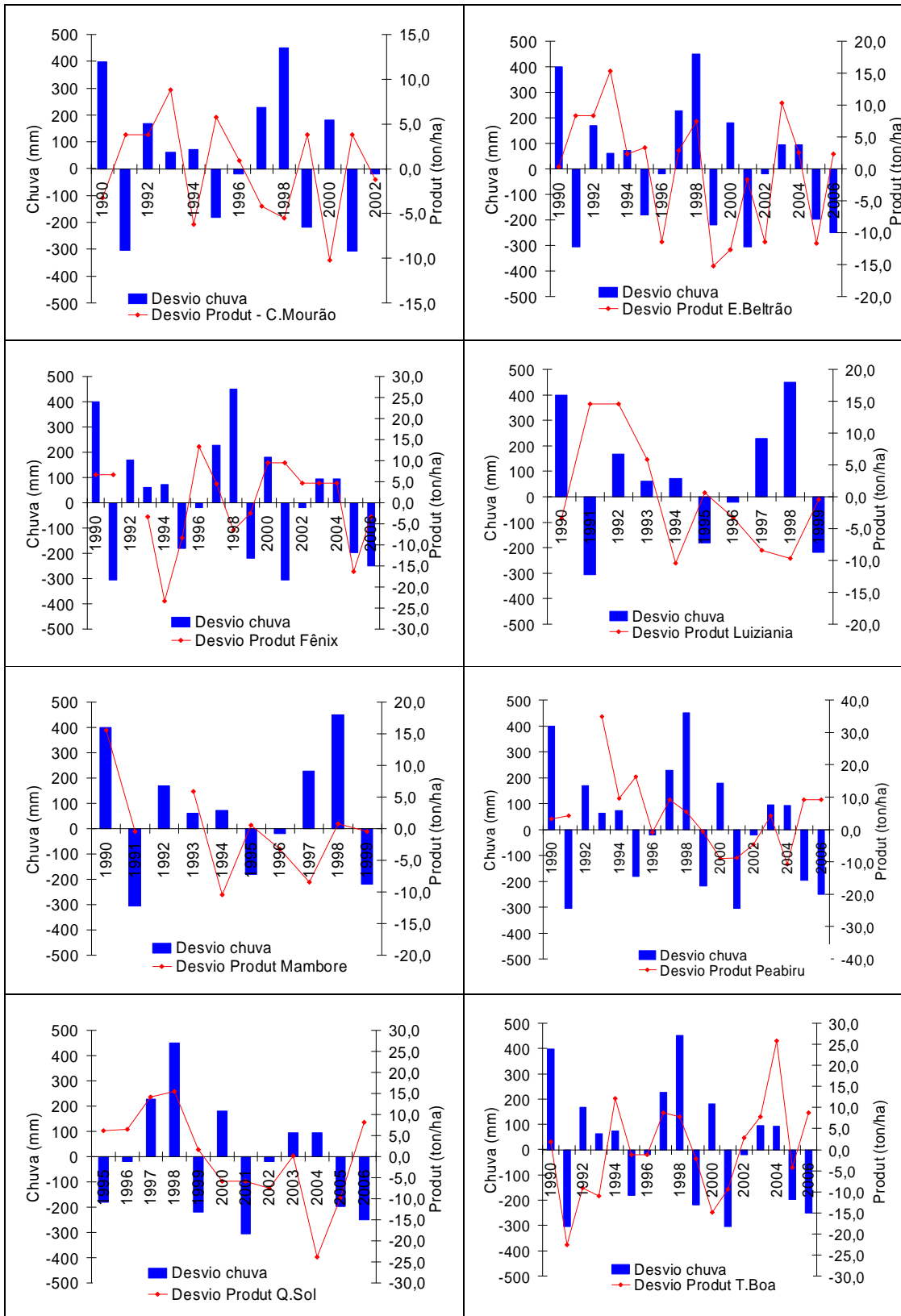


Figura 6 – Desvios anuais de chuva e de produtividade da cana-de-açúcar para os municípios com cultivo agroindustrial da microrregião de Campo Mourão PR, período de 1990 a 2006.

O ano de 2005 teve desvio negativo de chuva de 196,0 mm. Nesse ano apenas o município de Peabirú teve desvio positivo de produtividade. A distribuição das chuvas se mostrou bastante irregular. No mês de Janeiro choveu mais de 100 mm acima da média e em fevereiro não houve chuva. Nos meses de março, abril e maio as precipitações ficaram bem abaixo da média.

Conclusão

Dos municípios estudados três apresentaram produtividades mais elevadas, acima de 85 ton/ha, Engenheiro Beltrão, Fênix e Quinta do Sol; os anos com rendimentos acima de 85 ton/ha foram os de 1991, 1993, 2000, 2004 e 2006 com totais de chuva de 1340 mm, 1706 mm, 1825 mm, 1740 mm, 1738 mm e 1395 mm, respectivamente. Desses cinco anos dois com desvios negativos de chuva e desvio positivo de produtividade.

Os anos com desvios positivos ou negativos de precipitação podem ou não afetar a produtividade da cana-de-açúcar.

De acordo com o comportamento das variáveis distribuição e quantidade de chuva, relacionadas às necessidades fisiológicas da cultura, estas pareceram ser as mais favoráveis a influenciar no rendimento da cultura da cana-de-açúcar.

Referencias Bibliográficas

ALFONSI, R.R. Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável. In: SANT'ANNA NETO; ZAVATINI, J. A. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas: Implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: EDUEM, 2000, pg. 213-223.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE ÁLCOOL E AÇÚCAR DO ESTADO DO PARANÁ – ALCOPAR. **Relatório 2004**. Maringá, 2005. Relatório impresso.

BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. Climatologia e a cana-de-açúcar. In: PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul. COSUL, Araras, 1977 p. 1-22.

CRISPIM, J.E. Manejo correto da cana é essencial para alta produtividade. **Rev. Campo&Negócios**, Uberlândia, MG, Ano IV, n.37, p.16-18, março 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n.33).

MACHADO, R.S.; RAMOS, R.A.; MACHADO, D.F.S.P.; RIBEIRO, R.V; MACHADO, E.C. Fotossíntese e conteúdo foliar de carboidratos em cana-de-açúcar. In: **Simpósio Brasileiro sobre ecofisiologia, maturação e maturadores em cana-de-açúcar**, 2008, Botucatu: UNESP/FCA, 2008, p. 11-15.

MAGALHÃES, A. C. N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono da planta. In: Castro, P. R. C.; Ferreira, S. O.; Yamada, T. (Coord.) **Ecofisiologia da Produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1987. p. 113-118.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Campus de Botucatu. Botucatu, SP, p. 99, 1995.