

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM CAMPO MOURÃO-PR E A
INFLUÊNCIA DO FENÔMENO EL NIÑO¹**CALDERON, Gabriela²BORSATO, Victor da Assunção³**RESUMO**

A região de Campo Mourão é predominantemente agrícola e totalmente dependente da sucessão dos estados do tempo atmosférico. Desta forma, estabeleceu-se como objetivo principal analisar o extrato do balanço hídrico mensal para o município de Campo Mourão na série histórica 2000-2010, utilizando o método de Thornthwaite (1955) e verificar se o fenômeno El Niño influencia na disponibilidade de água no solo. Para os cálculos foram utilizados os dados da Estação Climatológica Principal da Universidade Estadual do Paraná – campus Campo Mourão e Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. A principal finalidade do balanço hídrico foi identificar os períodos de deficiência ou de disponibilidade de água no solo para as plantas, e verificar, por meio de comparação com os diagramas ombrotérmicos de Gaussen, como se deu a variação das chuvas para a região e verificar se houve mês seco. Campo Mourão está em uma região de transição climática, consequência disso, espera-se uma grande variabilidade interanual no Balanço Hídrico. Em anos de manifestação do fenômeno El Niño, as chuvas são abundantes na região Sul do Brasil. Verificou-se que há correlação entre a altura das chuvas e a disponibilidade de água no solo para a região, com possíveis consequências negativas para a atividade agrícola.

Palavras-chave: Climatologia; excedente hídrico; agricultura.

ABSTRACT

The region is predominantly agricultural Campo Mourao and totally dependent on the succession of states of atmospheric weather. Thus, it was established as a main objective to analyze the extract of monthly water balance for the city of Campo Mourao in the 2000-2010 time series, using the method of Thornthwaite (1955) and verify that the El Niño influence on water availability soil. For the calculations we used data from the Principal Climatological Station of the State University of Paraná - Campo Mourao campus and the National Institute of Meteorology - INMET. The main purpose of the water balance was to identify periods of disability or the availability of soil water to plants, and check, by comparison with the

¹ EIXO TEMÁTICO: Questão ambiental urbana.

² Geógrafa, Especialização em Geografia, Meio Ambiente e Ensino, Universidade Estadual do Paraná – campus Campo Mourão (UNESPAR/FECILCAM), gabi_calderon_@hotmail.com.

³ Prof. Dr., Universidade Estadual do Paraná – campus Campo Mourão (UNESPAR/FECILCAM), victorb@fecilcam.br.

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

diagrams of ombrotérmicos Gaussen, how was the variation of rainfall for the region and check whether there was a dry month. Campo Mourao is a transition region climate, consequence, we expect a large interannual variability in water balance. In years of manifestation of El Niño rains are abundant in southern Brazil was found that there is a correlation between the height of the rains and the availability of soil water for the region, with possible negative consequences for agriculture.

Keywords: Climatology; water surplus; agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A principal atividade econômica na região de Campo Mourão é a agricultura, principalmente o cultivo do milho e da soja, favorecidas pelas qualidades do solo e boas condições do clima. Os solos são maduros, profundos e a fração argilosa prevalece na sua composição, são também, naturalmente férteis. Para complementar o potencial agrícola, o clima é o subtropical úmido, as chuvas, na maioria dos anos são bem distribuídas e as temperaturas são elevadas na estação do verão e amenas no inverno, raramente as temperaturas oscilam abaixo de zero.

A localização do município de Campo Mourão nas proximidades do trópico de Capricórnio, a -24° de latitude, mostra que a região localiza-se em uma ampla faixa de transição climática, ao norte do paralelo do trópico tem-se o clima tropical e ao sul o subtropical. Considerando o movimento aparente do Sol ao longo das estações do ano, há um aquecimento intenso no verão, período em que o Sol tangencia o trópico de Capricórnio e na estação do inverno o aquecimento é tímido. Por conta disso, há uma alternância das massas de ar que atuam nessa região.

Na estação mais quente, prevalece a atuação dos sistemas de baixa pressão, os sistemas frontais e a massa Polar Atlântica também atuam, esporadicamente. O sistema mais persistente é a massa Tropical continental. Na região, não há estação seca, embora haja redução das chuvas no inverno, período em que as massas de ar de alta pressão prevalecem (BORSATO, 2006).

Ainda segundo Borsato (2006), no verão, as chuvas convectivas são abundantes e raramente ocorrem estiagens prolongadas. Um dos principais sistemas que atuam no verão é a massa Equatorial continental, sistema de baixa pressão, elevadas temperaturas e grande



umidade. Esse sistema tem seu centro de origem na Amazônia, nos meses mais quentes ela se expande e às vezes atua até a região Sul do Brasil.

A dinâmica climática da Região Sul do Brasil se mostra muito complexa visto que vários fatores influenciam na variação da temperatura e na precipitação nesta região. Quando se pretende caracterizar o clima de uma região é fundamental considerar os fatores geográficos locais, por meio da variação da altitude, da forma e da orientação das vertentes, relacionando-as com a direção predominante dos ventos. Para esse trabalho, parte-se do pressuposto que o clima regional oscila próximo da média da série estudada.

Além dos fatores locais, o clima é influenciado pela latitude e pela circulação geral da atmosfera e a circulação é influenciada pelo El Niño Oscilação Sul (ENOS).

O ENOS resulta da interação entre o oceano e a atmosfera, a qual provoca anomalias nos padrões climáticos, com fortes mudanças nas condições do tempo em várias partes do mundo (CLIMANÁLISE, 2000). O fenômeno é caracterizado por dois componentes; um de natureza oceânica (El Niño), associado às mudanças na temperatura da água, e o outro de natureza atmosférica (Oscilação Sul), relacionado à correlação inversa existente entre a pressão atmosférica no extremo leste e oeste do Pacífico Tropical (BERLATO e FONTANA, 2003).

Tanto o El Niño como a La Niña causam anomalias positivas e negativas, respectivamente, na precipitação e conseqüentemente na temperatura do ar no Paraná. As oscilações desses dois elementos do tempo implicam em maior ou menor disponibilidade de água no solo, ou seja, no Balanço Hídrico.

Para tanto foi analisado a disponibilidade de água no solo ao longo desta série histórica (2000 a 2010), no município de Campo Mourão, verificando as conseqüências dessa anomalia na escassez ou excedente de água no solo. Foi quantificado o volume de água disponível no solo para as plantas ao longo dos meses em anos sob a influência do El Niño e calculado o balanço hídrico da região, identificando, desta forma, se nos períodos em que o fenômeno estava atuando houve déficit ou excedente hídrico.

O cálculo do balanço hídrico de Campo Mourão, considerando-se os anos de ocorrência do El Niño, é importante para verificar as implicações que este fenômeno causa na agricultura, identificando assim os períodos críticos para a atividade agrícola.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação teórica

Soares et. al. (2008) destaca que o Brasil é um país de extensão continental e apesar de industrializado, grande parcela da sua riqueza é produzida na atividade primária, principalmente na agricultura. Mesmo com o grande desenvolvimento industrial e tecnológico, diversos fatores naturais são responsáveis diretos e indiretos pelo bom desenvolvimento da agricultura no Brasil, entre eles podem-se citar os diferentes tipos de solo, o relevo e as condições edafoclimáticas. Sobre este último fator as condições do tempo e do clima são preponderantes para o desenvolvimento adequado nas diversas fases dos cultivares e conseqüentemente, de uma boa produtividade.

Com o desenvolvimento da meteorologia, podem-se monitorar os movimentos atmosféricos e acompanhar a evolução dos sistemas atmosféricos, assim, pode-se evitar perdas na agricultura. Como as previsões são cada vez mais precisas, os produtores, sabendo como será a distribuição das chuvas no período agrícola, podem escolher os cultivares mais resistentes à escassez de chuva, executar manejo e irrigação, além da aplicação de defensivos e fertilizantes e escolher as melhores épocas de plantio e conseqüentemente da colheita.

Apesar dos recentes avanços tecnológicos e científicos, o clima é ainda a variável mais importante na produção agrícola. O fator climático afeta a agricultura e determina a adequação dos suprimentos alimentícios de dois modos principais. Um é através dos azares (imprevistos) climáticos para as lavouras e o outro é através do controle exercido pelo clima sobre o tipo de agricultura praticável ou viável numa determinada área. Os parâmetros climáticos exercem influencia sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenamento, transporte e comercialização. (AYOADE, 2012, p.261).

Os termos El Niño e La Niña são empregados para se descrever fenômenos naturais de interação oceano-atmosfera, que ocorrem na região do Pacífico Equatorial em certos anos e que se caracteriza por apresentar condições de temperatura da água do mar mais fria (La Niña), ou mais quente do que a normal (El Niño) em uma extensa área entre a costa sul da América e Oceania (CUNHA, 1999).



Portanto, são fenômenos atmosférico-ocêânicos contrários, caracterizados por anomalias da temperatura das águas do Oceano Pacífico, mudam os padrões do vento e direção, afetando os regimes de chuvas em diversas regiões do Planeta Terra. Durante a manifestação da La Niña se preveem chuvas acima da média no norte da região Norte e abaixo da média no Centro Sul do Brasil. Segundo Caramori (2010), nos anos de La Niña, além da irregular distribuição das chuvas, verifica-se também que as frentes frias passam mais rapidamente pelo Sul do Brasil, por isso se espera chuva abaixo da média para este local. Durante a manifestação do El Niño, ocorre o inverso.

A Região Sul do Brasil é mais afetada pelo fenômeno El Niño, fenômeno caracterizado por temperaturas anormalmente quentes do oceano Pacífico Equatorial, ao contrário da La Niña, que se caracteriza por temperaturas anormalmente frias. O El Niño desencadeia consequências importantes no tempo atmosférico em todo o globo (NOAA, 2011).

Admite-se que existem cerca de vinte regiões do mundo cujo clima é afetado pelas fases do El Niño Oscilação Sul (ENOS). No Brasil, o setor norte da Região Nordeste, a parte leste da Região Amazônica (na faixa tropical) e a Região Sul do Brasil são as mais afetadas por essa anomalia (CUNHA, 1999).

De acordo com Soares et. al. (2008), para a agricultura do Sul do Brasil, destaca-se que a ocorrência do El Niño não causa prejuízos pela escassez de chuva, pode ocorrer algum prejuízo pelo excesso ou por tempestades que são mais frequentes em anos de El Niño. Nos anos de ocorrência deste fenômeno, as culturas de verão (soja e milho, particularmente) são beneficiadas em função de chuvas acima do normal. As temperaturas também mudam e é observado inverno mais ameno, o que diminui significativamente a ocorrência de geadas.

2.2 Balanço Hídrico

O balanço hídrico pode ser conceituado como um reservatório fixo no qual a água é armazenada no solo, até o máximo da capacidade de campo, e somente será removida pela ação das plantas, ou seja, o balanço hídrico fornece informações de ganho, perda e armazenamento da água no solo. O balanço hídrico pode ser um indicador da disponibilidade



hídrica da região, que pode influenciar um determinado grupo de cultivares. A capacidade do solo em armazenar água e disponibilizá-la para as plantas pode ser de 100mm, 150mm, ou seja, depende do tipo de solo e cultivo, para atender a demanda da evapotranspiração da maioria das culturas, durante o período de um mês (THORNTHWAITE, 1948).

A principal finalidade do balanço hídrico é identificar locais onde uma determinada cultura pode ser explorada. Mas para definir uma região apta para o cultivo de determinada cultura é preciso ter conhecimento das características edáficas e climáticas e de suas variações sazonais.

O balanço hídrico é o método mais eficiente para quantificar o potencial hídrico de uma região, pois considera a interação entre os fatores edáfico e climático. A textura dos solos influencia no armazenamento de água, o climático, por sua vez, é representado pela precipitação pluvial e evapotranspiração (AMORIN NETO, 1989; MOSTER, et. al., 2003 apud GOMES, 2005).

O balanço hídrico sequencial ou contínuo, normalmente é realizado para períodos pequenos de tempo e demonstra a variação da condição hídrica do local. Quanto menor for o período de estudo, maior será a interferência das variações do tempo meteorológico. Esta contabilidade permite verificar a flutuação hídrica em solo agrícola e, conseqüentemente, possibilita o manejo da irrigação (GOMES, 2005).

O balanço hídrico climatológico é utilizado em inúmeros trabalhos científicos, sendo adaptado as necessidades de cada área do conhecimento. (THORNTHWAITE, 1948) classifica o balanço hídrico climatológico como uma ferramenta para obtenção de dados indispensáveis em trabalhos e pesquisas agrometeorológicas (CAMARGO e CAMARGO, 2000).

Em geral, o balanço hídrico climatológico é realizado com os dados das normais climatológicas de uma região, que estabelecem a condição do clima local. No entanto, nada impede que o mesmo seja determinado a partir de dados instantâneos. O método mais frequente de balanço hídrico é o de Thornthwaite e Mather (1955).

De acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), os principais componentes do balanço hídrico para definir a demanda e disponibilidade hídrica é a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

19, 20 e 21 de agosto de 2013

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

A evapotranspiração real e potencial e a deficiência hídrica são os parâmetros indispensáveis para se determinar a disponibilidade da água em uma determinada região. A evapotranspiração consiste no processo inverso da precipitação, pois é a contabilização da perda de água que foi evaporada do solo, somada a transpiração das plantas (MENDONÇA et al., 2003). A relação entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real das plantas representa a deficiência hídrica, ou seja, a umidade do solo está abaixo do desejável fazendo com que a planta reduza suas atividades metabólicas, ou se encontram em estágio de estresse hídrico, também conhecido como ponto de murcha, que é teor de umidade no qual a planta não consegue mais retirar água do solo, conseqüentemente diminuindo o crescimento e desenvolvimento da mesma. Essa indisponibilidade hídrica é que deve ser reposta pelas chuvas e/ou irrigação para que se tenha a expressão de toda a potencialidade produtiva de uma espécie.

No cálculo do balanço hídrico considera-se geralmente que as taxas de evapotranspiração real podem ser calculadas como sendo função das taxas de evapotranspiração potencial, se a umidade disponível no solo for conhecida. Há entretanto, desacordo entre vários especialistas ao se considerar se as taxas de evapotranspiração diminuem à medida que diminui a umidade do solo (AYOADE, 1998).

O balanço hídrico é uma primeira avaliação de uma região, que se determina a contabilização de água de uma determinada camada do solo onde se define os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990), assim, identificando as áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia (BARRETO et al., 2009).

O município de Campo Mourão por estar localizado nas proximidades do trópico de Capricórnio sofre influência dos sistemas atmosféricos polares e tropicais que influenciam nos tipos de tempo que se sucedem ao decorrer das estações do ano. Também sofre intensamente variação no volume de chuva interanual e principalmente, durante as manifestações do El Niño.

2.3 Fenômeno El Niño

Segundo Nery (2005) apesar de ocorrer distante da área de estudo, o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) influencia sobremaneira as chuvas da região Sul do Brasil. Esse fenômeno que está vinculado ao aquecimento da água do Oceano Pacífico Tropical, provocando eventos El Niño, pode provocar chuvas intensas no Sul do Brasil, conforme o ocorrido em 1982/83 e 1997/98. Essa conexão entre a atmosfera (Oscilação Sul) e o oceano Pacífico (El Niño), está sendo monitorada diuturnamente por satélites, boias, navios, aviões, isso para se ter uma previsão mais precisa dos eventos, pois se sabe que os mesmos provocam alterações nas dinâmicas climáticas em todo o mundo. Na região sul do Brasil o evento El Niño provoca chuvas acima da normal climatológica e, na ocorrência dos episódios La Niña, anomalias negativas da precipitação pluvial, nessa região, dependendo da intensidade dos mesmos.

De acordo com estudos realizados por Silva et. al. (2010) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para a Região Sul do Brasil, durante eventos El Niño de intensidade forte espera-se excesso de chuvas em todas as estações do ano, para eventos El Niño de intensidade moderada permanece a tendência de chuvas acima da média no outono e inverno, e durante eventos El Niño de fraca intensidade as tendências nas chuvas esperadas em eventos clássicos de El Niño já não são verificadas, assim a região apresenta alta variabilidade em relação aos desvios de precipitação, sem padrões definidos.

Mendonça (2007) destaca o El Niño como um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais nas porções centrais e leste do oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, mais particularmente na costa do Peru. A corrente de águas quentes que ali circula, em geral, na direção sul no início do verão, somente recebe o nome de El Niño quando a anomalia térmica atinge proporções elevadas (1°C) ou muito elevadas (de 4°C a 6°C) acima da média térmica, que é de 23°C.

O aumento dos fluxos de calor sensível e de vapor d'água da superfície do Oceano Pacífico Equatorial para a atmosfera, sobre as águas quentes, provoca mudanças na circulação atmosférica e na precipitação em escala regional e global, que, por sua vez, provocam mudanças nas condições meteorológicas e climáticas em várias partes do mundo (RIZZI; LOPES; MALDONADO, 2001).



Os efeitos do El Niño no Brasil podem causar prejuízos ou benefícios. Mas, os danos causados são superiores aos benefícios, por isso, o fenômeno é temido, principalmente pelos agricultores. Em cada episódio do El Niño é observado na Região Sul um grande aumento no volume de chuvas, principalmente nos meses da primavera, fim do outono e começo do inverno. Pode-se observar acréscimo de até 150% na precipitação em relação ao índice médio. Isto pode acarretar, nos meses em que acontece a colheita prejuízos aos agricultores, principalmente nos setores de produção de grãos. As temperaturas também mudam nas Regiões Sul e Sudeste, onde é observado inverno mais ameno e as temperaturas ficam mais altas em relação ao seu valor normal. Este aumento da temperatura no inverno pode trazer benefícios aos agricultores da Região Sul, pois diminui significativamente a incidência de geadas (CLIMANÁLISE, 2000).

Considerando que na região de Campo Mourão há uma intensa atividade agrícola e a falta ou o excesso de água no solo pode comprometer o rendimento de uma safra. A presente pesquisa fez um recorte temporal e investigou o clima da região de Campo Mourão nos anos de manifestações do El Niño no período de 2000 a 2010, cujo objetivo principal foi comparar alguns elementos do tempo, como a temperatura e umidade, a dinâmica atmosférica na região e a disponibilidade de água no solo por meio do Balanço Hídrico.

2.4 Metodologia

Com o propósito de estudar o Balanço hídrico em Campo Mourão, procedeu-se a escolha da Estação Climatológica Principal de Campo Mourão – PR e a série histórica de 2000 a 2010. Nesse período foi evidenciado a ocorrência de quatro fenômenos El Niño com intensidades variadas. Conforme a tabela 01.

O National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) monitora a temperatura da superfície das águas do Pacífico tropical, região na manifestação de anomalias da temperatura das águas; com base em um limite de +/- 0,5°C, durante cinco meses consecutivos, considera-se a manifestação do fenômeno.

Analisando a Tabela 01, para os meses com dados em vermelho, considera-se a manifestação do El Niño, e para os meses em azul, considera-se a manifestação da La Niña.

SEURB**II Simpósio de Estudos Urbanos:***A dinâmica das cidades e a produção do espaço*

Para os meses em que os dados aparecem em preto, considera-se um período de normalidade na temperatura da superfície do mar para o Oceano Pacífico Tropical.

Tabela 01 – Manifestação do fenômeno El Niño Oscilação Sul – ENOS de acordo com a oscilação da temperatura acima ou abaixo da média para a superfície do mar no Oceano Pacífico Tropical

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0,1	0.3	0.5	0,7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0,2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0.5	0,7	0.8	0,7	0,7	0,7
2005	0,6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0,2	0,1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0,1	0,2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0,7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0,2	0,4	0.5	0,6	0.8	1.1	1.4	1.6
2010	1.6	1.3	1.0	0,6	0,1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0
2012	-0.9	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0,1	0.4	0.5	0,6	0,2	-0.3

Fonte: NOAA, 2012.

Foram calculados os Balanços Hídricos para os anos da série histórica em que o fenômeno estava atuando, utilizando-se os dados da Estação Climatológica Principal da Universidade Estadual do Paraná Unespar/Fecilcam e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada entre a Latitude 24°05'08" Sul e Longitude 52°23'12" Oeste a uma altitude de 603m. Para os cálculos foram utilizados dados da temperatura média diária (compensada) e da precipitação mensal, considerando que a média histórica de precipitação mensal para o município de Campo Mourão é de 97,3mm, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (abril de 2006, p.8).

O processo de ganho de água pelo solo realiza-se pela precipitação ou por irrigação e a remoção de água se dá pela evapotranspiração e pela drenagem. O solo apresenta uma capacidade de armazenamento de água, que uma vez satisfeita, permite a percolação da água para o lençol freático.

O balanço hídrico contabiliza a precipitação perante a evapotranspiração potencial, considerando um valor determinado de capacidade de armazenamento de água no solo. No



caso desta pesquisa foi utilizada a capacidade de 100mm. Esta é a máxima quantidade de água, utilizável pelas plantas, que pode ser armazenada na sua zona radicular.

Além da evapotranspiração potencial, existe a evapotranspiração real (ER) que ocorre quando a água começa a ser um fator limitado. A ER ocorre às custas da precipitação e da diminuição do armazenamento de água no solo. Enquanto não ocorre deficiência de água no solo, a evapotranspiração real é igual a evapotranspiração potencial.

Sempre existirá excedente de água quando a precipitação for maior que a quantidade necessária para suprir a evapotranspiração potencial e completar o armazenamento de água no solo. A partir do momento em que o solo não conseguir suplementar a precipitação no atendimento da evapotranspiração, ocorrerá o déficit hídrico, ou seja, a deficiência de água no mesmo (BORSATO, 2012).

Para os cálculos do Balanço Hídrico foi utilizado o método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955). Este método é uma das maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como em escalas maiores como mensal, utilizando-se de valores médios.

Para a realização do Balanço Hídrico foi utilizada a planilha de Excel elaborado por ROLIM et. al. (1998), que utiliza o método de Thornthwaite e Mather (1955). Para cada período anual foram elaborados gráficos denominados extrato do Balanço Hídrico. Esses gráficos mostram o resultado final do Balanço Hídrico no período de um ano e possibilita as comparações interanuais. Nesta pesquisa foram apresentados os gráficos apenas para os anos de 2002, 2004, 2006 e 2009, anos classificados sob a influência do fenômeno El Niño, conforme indicado na Tabela 01.

Para a comparação dos dados, foram utilizados os climogramas ombrotérmicos de Gausson para o município de Campo Mourão, calculados nos mesmos anos da pesquisa em questão, realizados por Souza (2012).

Bagnouls e Gausson (1953) propuseram o climograma ombrotérmico (de Gausson). Onde mês seco é considerado aquele em que o total mensal das precipitações é igual ou menor que o dobro da temperatura média, ou seja, matematicamente expresso como sendo:

Mês seco $P =$ ou $< 2 \cdot T$

onde P é a precipitação (mm) e T a temperatura do ar (°C).



2.5 Análise dos resultados

Os boletins de previsão meteorológica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Cptec/Inpe (2002) destacaram a ocorrência de um período de normalidade na temperatura das águas do oceano Pacífico até meados de junho de 2002, com uma pequena elevação das temperaturas, indicando uma evolução gradual do fenômeno El Niño, com sua efetiva configuração prevista para o segundo semestre do mesmo ano.

Verificou-se um longo período de estiagem, com déficits hídricos entre os meses de fevereiro a julho, com os maiores déficits nos meses de março e abril, apresentando -56,5mm e -65,8mm respectivamente (Figura 01). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (abril de 2006, p.8), a média histórica de precipitação mensal para o município de Campo Mourão é de 97,3mm.

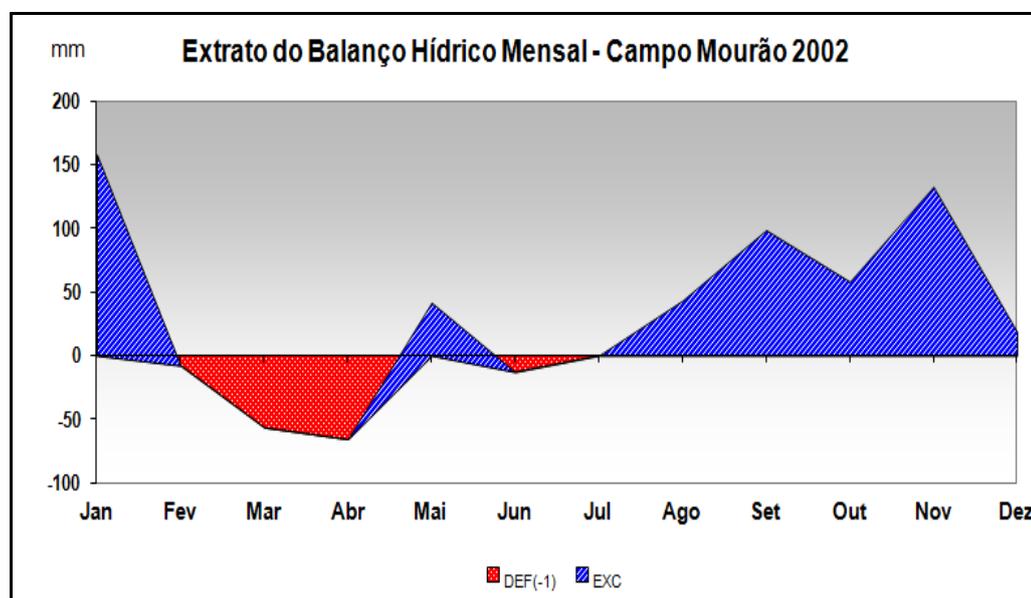


Figura 01 – Extrato do Balanço Hídrico mensal para Campo Mourão no ano de 2002
Organização: autores

Em maio do mesmo ano, segundo o Infoclima (nº6, 2002) ocorreu a formação de uma ciclogênese (sistema de baixa pressão) sobre o Paraguai e o Rio Grande do Sul, mudando o cenário das chuvas principalmente no Paraná, o que explica o aumento das chuvas após um longo período de estiagem.

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

O fenômeno El Niño foi oficialmente estabelecido pela comunidade científica em julho de 2002, após este mês, os índices pluviométricos para a região de Campo Mourão aumentaram consideravelmente, apresentando excedentes hídricos até o final deste ano.

De acordo com o Diagrama Ombrotérmico de Gausсен, o ano de 2002 apresentou três meses secos, o mês de março (13,6mm), abril (30mm) e junho (0,6mm). O mês de maio merece destaque por ter registrado precipitação de 376,9mm, mostrando-se atípico (SOUZA, 2012). Conforme pode ser observado na figura 02.

Comparando o extrato do balanço hídrico com o diagrama de Gausсен, para o ano de 2002, constata-se uma grande regularidade nos dados, principalmente nos picos de déficit/excedente hídrico. Porém, os meses de janeiro e maio no diagrama apresentaram valores de excedente bem acima do apresentado no extrato do balanço hídrico que leva em conta a evapotranspiração e a metodologia de Gausсен não faz essa consideração, apresentando apenas o valor da precipitação mensal.

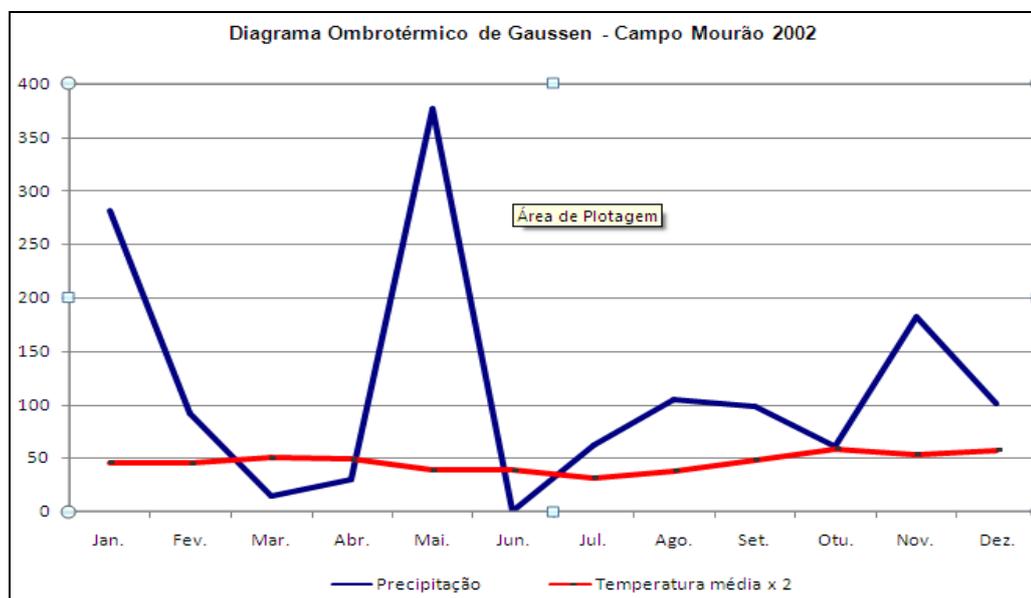


Figura 02 - Diagrama Ombrotérmico de Gausсен de Campo Mourão para o ano de 2002

Fonte: SOUZA, J. F., 2012

O ano de 2004 foi mais um na série sob as influências do fenômeno El Niño, porém de fraca intensidade. Por isso, espera-se irregularidade na altura e na distribuição da pluviosidade. O extrato do balanço hídrico mensal para o município de Campo Mourão mostra que as chuvas se concentraram nos meses de inverno e final da primavera. A figura 03

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

mostra o extrato do BH para o ano e nele se verifica que para os meses de maior altura pluviométrica o excedente hídrico também foi elevado.

No início do ano, principalmente o mês de março foi marcado por chuvas abaixo da média histórica, apresentando valores de -11,6mm. A escassez de chuvas esteve associada a rápida passagem dos sistemas frontais e a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS no Brasil central, causando chuvas abaixo da média histórica em alguns meses do ano (INFOCLIMA, n°3, 2004).

A partir de março as frentes frias provocaram mais chuvas na Região Sul, findando o período de estiagem. Desta forma as precipitações ocorreram próximas a normal climatológica entre os meses de abril a julho e de setembro a dezembro deste ano.

Nos meses de agosto e setembro também foram observadas quedas na precipitação local, apresentando -5,8mm e -6,2mm respectivamente (Figura 03). Porém, considerando a capacidade de armazenamento de água no solo e que o solo da região de Campo Mourão é de textura argilosa, esses valores não chegam a caracterizar déficit hídrico para a região.

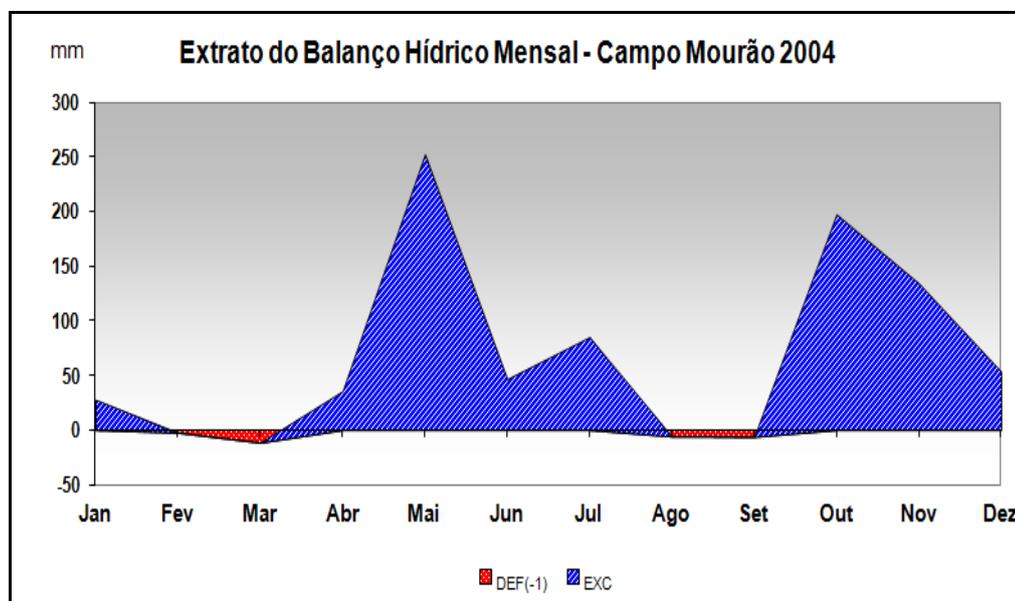


Figura 03 – Extrato do Balanço Hídrico mensal para Campo Mourão no ano de 2004
Organização: autores

Os valores mais expressivos de excedentes hídricos foram observados nos meses de maio, com 252,3mm e outubro, com 197,4mm de excedente hídrico (Figura 03).

De acordo com Souza (2012) o diagrama ombrotérmico de Gausson apresentou como seco apenas o mês de agosto, com baixos índices de precipitação (2,9mm). O mês de março



registrou pouca chuva, apenas 54mm, porém, não chegou a se caracterizar como seco. Os demais meses do ano apresentaram chuvas regulares e bem distribuídas (Figura 04).

Comparando-se o BH e o climograma, estes apresentam grandes semelhanças nos dados, pois o balanço hídrico também mostra que as chuvas foram bem distribuídas, com um pequeno período de estiagem entre fevereiro e março, e no mês de agosto, mas que não chegou a caracterizar déficit hídrico no solo.

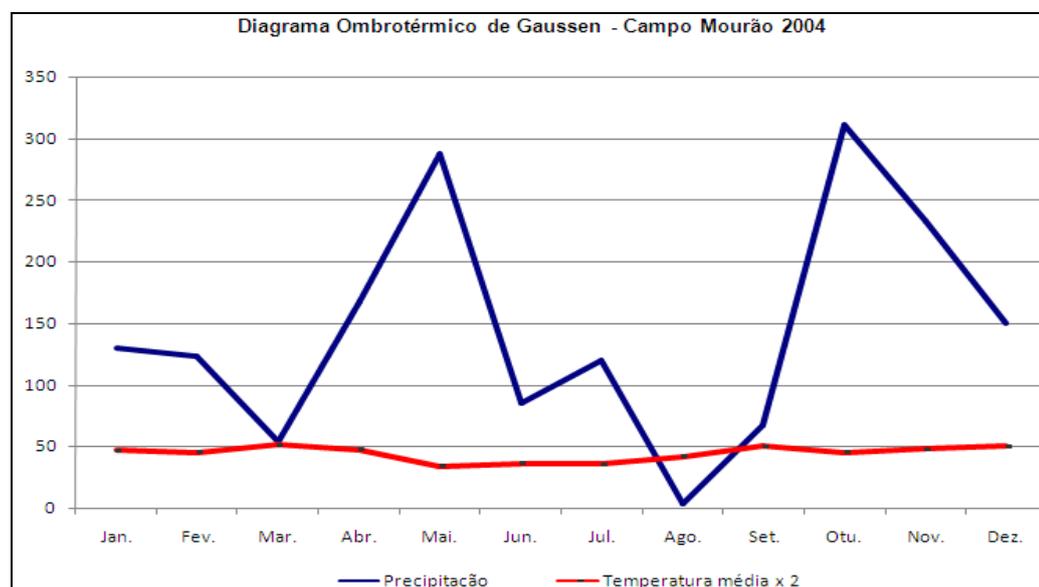


Figura 04 - Diagrama Ombrotérmico de Gausson de Campo Mourão para o ano de 2004
Fonte: SOUZA, J. F., 2012

O ano de 2006 iniciou-se sob a manifestação da La Niña, como mostra a tabela 01. Porém, houve um período de neutralidade e no mês de setembro se configurou um novo fenômeno El Niño no Oceano Pacífico Equatorial.

Apesar da ocorrência do fenômeno La Niña, nos primeiros meses do ano, embora tenha ocorrido estiagem em quase toda a Região Sul do Brasil, no noroeste do Paraná os índices de precipitação foram elevados devido à associação entre áreas de instabilidade atmosféricas e as frentes frias que estiveram sobre a região. Em Campo Mourão, no mês de abril, observou-se precipitação diária acima de 40mm em três dias distintos, totalizando 128mm, sendo a média histórica para esta localidade 97,3mm (INMET, abril de 2006).

No extrato do balanço hídrico para Campo Mourão no ano de 2006, constatou-se a influência do fenômeno El Niño, embora ele tenha sido de fraca intensidade, com chuvas



concentradas ao longo de todo o ano, apenas com uma diminuição em partes do mês de maio e junho, que não foi suficiente para acusar déficit hídrico (Figura 05).

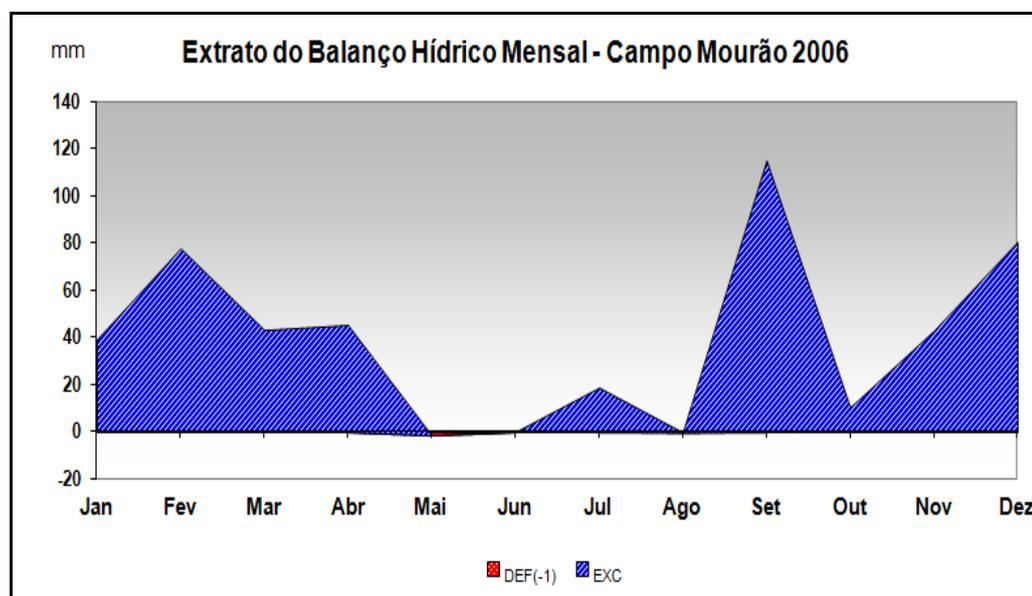


Figura 05 – Extrato do Balanço Hídrico mensal para Campo Mourão no ano de 2006
Organização: autores

De acordo com o Diagrama de Gausson, em 2006 as precipitações foram bem distribuídas, apenas dois meses apresentaram-se como secos, o mês de maio (24,9mm) e o mês de agosto (40,2mm), conforme figura 06.

Verificou-se regularidade nos gráficos, o balanço hídrico apresentou déficit hídrico nos meses de maio e agosto, coincidindo com os meses secos do diagrama. Nos dois gráficos (Figura 05 e 06) as chuvas foram bem distribuídas ao longo do ano, apresentando menores índices de precipitação na estação do inverno, o que é esperado para a região de estudo.

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

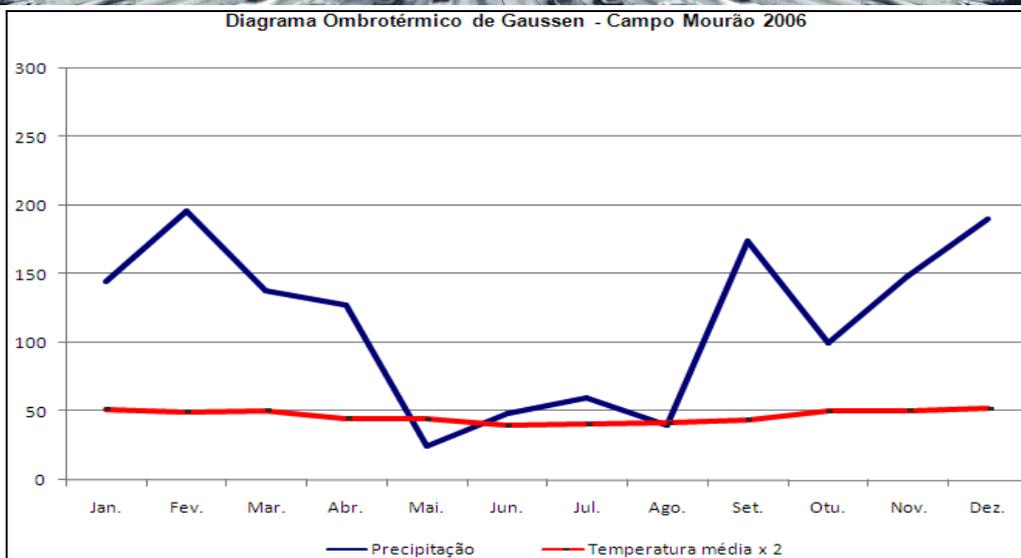


Figura 06 - Diagrama Ombrotérmico de Gausson de Campo Mourão para o ano de 2006

Fonte: SOUZA, J. F., 2012

No início do ano de 2009, ainda estava ocorrendo o fenômeno La Niña de forte intensidade (INFOCLIMA, n°2, 2009). A principal consequência esperada para a região se confirmou, chuvas abaixo da média histórica na região sul. Em Campo Mourão os índices pluviométricos também ficaram abaixo do esperado, embora o extrato não acusasse déficit hídrico.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, em abril de 2009 foi estabelecida uma situação de transição entre o episódio La Niña e um possível El Niño, constatado pelo aquecimento das águas e a diminuição das anomalias nos ventos de leste adjacente à costa oeste da América do Sul (INFOCLIMA, n°5, 2009).

No extrato do balanço hídrico mensal para o município de Campo Mourão, verificou-se que a partir de abril, registraram uma concentração de chuvas, cuja altura foi próxima da normalidade e ligeiramente acima da média. O extrato do BH mostra que a partir desse mês houve excedente hídrico até o final do ano (Figura 07).

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

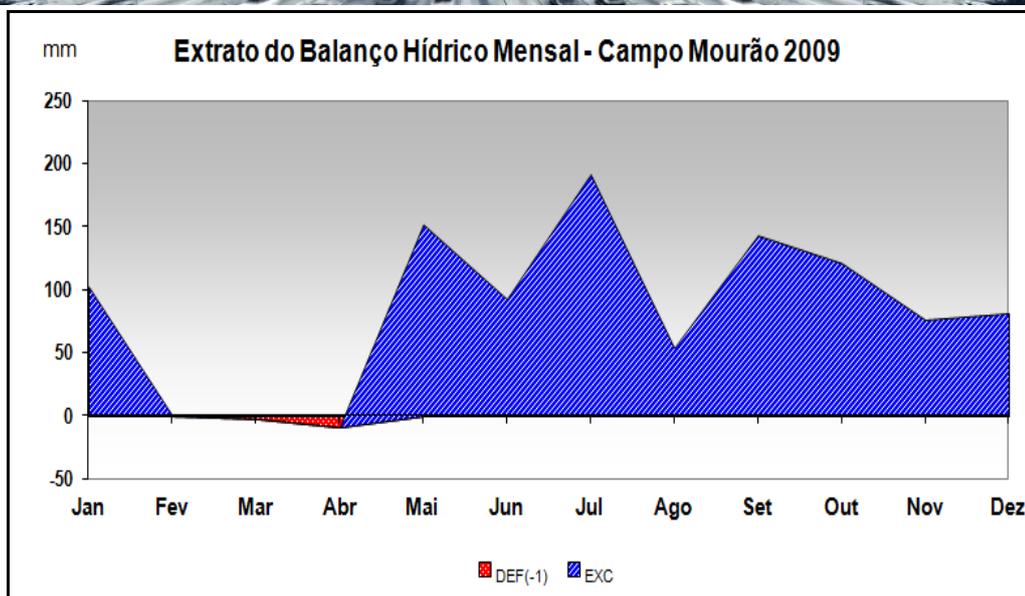


Figura 07 – Extrato do Balanço Hídrico mensal para Campo Mourão no ano de 2009
Organização: autores

Os meses de maio, julho, setembro e outubro acusam os maiores excedentes hídricos de água no solo, apresentando 151,3mm, 191,0mm, 142,7mm e 120,9mm respectivamente.

Segundo Souza (2012) no ano de 2009 o diagrama ombrotérmico de Gausen não apresentou mês seco e o mês de outubro foi o mais úmido, com 334,4mm de precipitação. (Figura 08).

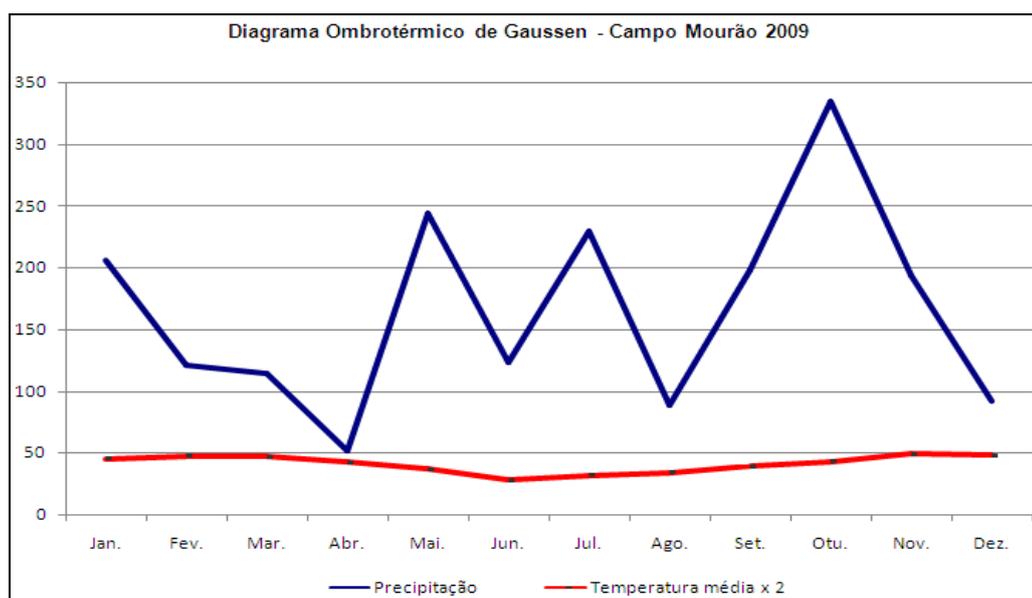


Figura 08 - Diagrama Ombrotérmico de Gausen de Campo Mourão para o ano de 2009
Fonte: SOUZA, J. F., 2012



Comparando o diagrama com o extrato do balanço hídrico, verificou-se que há semelhança, no entanto a pequena deficiência no BH no início do ano não se caracterizou como mês seco pelo diagrama ombrotérmico de Gausson.

Após o mês de abril os gráficos apresentaram chuvas bem distribuídas e com altos índices de precipitação na estação de inverno, o que não é muito esperado para a região de estudo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da série estudada (2000 a 2010) foram analisados, nesta pesquisa, os anos de 2002, 2004, 2006 e 2009, anos estes que sofreram a influência do fenômeno El Niño e todos apresentaram particularidades distintas quanto a disponibilidade de água para as plantas ao longo dos meses.

Como a região de Campo Mourão encontra-se nas proximidades do Trópico de Capricórnio e em ampla faixa de transição climática, espera-se que o verão seja o período mais úmido e o inverno e primavera o mais seco. Em anos considerados climatologicamente normais, ou seja, sem as manifestações do El Niño Oscilação Sul - ENOS isto é evidenciado, porém, para os anos da série em que o El Niño se manifestou, as chuvas foram irregulares e acima do esperado, características do fenômeno, sendo registrados, em alguns anos, altos índices de precipitação até mesmo nos meses de inverno.

Os anos que apresentaram maiores excedentes hídricos foram 2004 e 2009, com valores entre 150mm e 250mm. Já nos anos de 2002 e 2006, os maiores excedentes hídricos apresentaram valores entre 100mm e 130mm. Os meses que apresentaram maior disponibilidade de água no solo foram os meses de maio, julho, setembro e novembro. No entanto, observou-se que há irregularidade no regime das chuvas.

Verificou-se também que além da pluviosidade ser às vezes excepcionalmente elevada, há períodos próximos à normalidade. Por essas razões os extratos do Balanço Hídrico acusaram excedente hídrico em vários meses do ano.

A comparação entre os extratos do balanço hídrico e os diagramas ombrotérmicos de Gausson apresentaram uma boa semelhança dos dados observados. No entanto, para os meses mais quentes, de um modo geral, a disparidade se amplia. Isso se deve fundamentalmente ao



fato de, nesses meses, a evapotranspiração ser elevada, e a metodologia de Gausson não faz essa consideração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O., **Introdução a Climatologia para os trópicos.**/ J. O. Ayoade; tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti. – 16ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2012. 350p.

BARRETO, P. N.; SILVA, R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. **Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental.** In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte. CD.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. D., **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul, aplicações de previsões climáticas na agricultura.** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.

BORSATO, V. A e SOUZA E. E., **A dinâmica Climática em Porto Rico PR.** In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. 2006, Rondonópolis/MT, Anais do VII SBCG. Rondonópolis. Agosto de 2006 CD-ROM.

BORSATO, V. A. **O balanço hídrico em Campo Mourão e os sistemas atmosféricos.** Geografia/Associação de Geografia Teórica (AGETEO). Rio Claro, v.37, nº2, maio a agosto de 2012, p. 255-270.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boletim Agroclimatológico Mensal.** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Janeiro de 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. **Boletim de Informações Climáticas – Climanálise.** 2000. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/> Consulta em: 07/08/2001.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. Boletim de Informações Climáticas; **Previsão de chuvas acima da média na região sul do Brasil.** Infoclima, Ano 9, Nº6, 2002. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/> Consulta em: 07/08/2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. Boletim de Informações Climáticas; **As chuvas devem continuar acima da média histórica no norte do nordeste no Brasil.** Infoclima, Ano 11, Nº3, 2004. Disponível em: http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200403.pdf Consulta em: 07/08/2011.

SEURB

II Simpósio de Estudos Urbanos:

A dinâmica das cidades e a produção do espaço

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. Boletim de Informações Climáticas; **Fenômeno La Niña atinge sua fase madura**. Infoclima, Ano 16, Nº2, 2009. Disponível em: http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200902.pdf Consulta em: 25/09/2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. Boletim de Informações Climáticas; **Estabelecida uma situação de transição entre o episódio La Niña e um possível El Niño**. Infoclima, Ano 16, Nº5, 2009. Disponível em: http://infoclima1.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/200905.pdf Consulta em: 25/09/2011.

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de., **Uma revisão analítica sobre evapotranspiração potencial**. Revista Bragantia. V.2, nº59, p.125-137. 2000.

CARAMORI, P. H. et. al., **O fenômeno La Niña e a agricultura do Paraná – Aviso especial para a safra 2010/2011**. Nota técnica; Instituto Agrônômico do Paraná – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, Londrina, 2010. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/NotaLaNiña2010.pdf Consulta em: 28/03/2011.

CUNHA, G. R. da, **El Niño – Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no Sul do Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v.7, n.2, p.277-284. 1999.

GOMES, S., **Ajuste e avaliação de um modelo de balanço hídrico decenal e estudo dos limites de sua utilização em algumas localidades no Estado do Paraná**. / Siguifrid Gomes. – Curitiba, 2005.

MASSOQUIM, N. G.; AZEVEDO, T. R., **Interferência de fenômenos climáticos em culturas temporárias na microrregião de Campo Mourão**. Revista GEOMAE. V.1, nº1, p.13-28. 2010.

MENDONÇA, F., **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**/ Francisco Mendonça, Inês Moreco Danni-Oliveira. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. **Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.7, nº2, p.275-279. 2003.

NERY, J. T., **Dinâmica climática da região sul do Brasil**. Revista Brasileira de Climatologia. V.1, Nº1. 2005.

NOAA. **National Weather Service**. Climate Prediction Center. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml Consulta em: 29/08/2012.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration's. **National Weather Service**, Climate Prediction Center Internet Center – Centro de Previsão Climática, Disponível em:



http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

Consulta em: 27/07/2011.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Barueri (SP): Manole. 1990.

RIZZI, R.; LOPES, P.; MALDONADO, F. **Influência dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” no rendimento da cultura da soja no RS**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2001.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V., Planilhas no ambiente EXCEL™ 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.

SILVA, F. D. S.; SANTOS, L. S. F. C.; FERREIRA, D. B.; SALVADOR, M.A. **Comportamento sazonal das precipitações no Brasil em diferentes fases de ENOS**. Anais: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém, 2010.

SOARES, S. C.; MOURA, C. R. W.; COLTRI, P. P.; JUNIOR, C. M., **Efeitos do El Niño e da La Niña na agricultura Brasileira**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Meteorologia para a agricultura. 2008. Disponível em:
<http://www7.cptec.inpe.br/noticias/noticia/8530> Consulta em: 23/05/2011.

SOUZA, J. F. de, **Caracterização Bioclimática de Campo Mourão**. Revista Geonorte, Edição Especial 2, v.1, nº5, p.88-98. 2012.

THORNTHWAITE, C. W., **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev, v.38, p.55-94. 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.VIII, n.1).