

Análise da Relação da Produção do Milho Segunda Safra com o Balanço Hídrico Sequencial em Londrina (PR)¹

Analyzing the Relation between the Second Harvest Corn and the Water Balance Technique in Londrina (PR), Brazil

Fabiana Bezerra Mangili²

Deise Fabiana Ely³

RESUMO: A presente pesquisa objetiva entender a influência da temperatura e da precipitação, por meio do balanço hídrico sequencial, sobre a cultura da segunda safra do milho no município de Londrina (PR). Essa cultura apresentou um aumento de mais de 10.000% na área de produção no município no período de 1985 a 2013. Para efetuar as análises foram realizados tratamentos de dados secundários referente aos totais anuais de produção; produtividade; área de plantio; colheita e perda de milho segunda safra disponibilizados pela SEAB/DERAL para o período de 1985 a 2013 e os dados diários de temperatura e precipitação pluviométrica para o mesmo período, que foram cedidos pelo IAPAR. Tais dados foram submetidos aos métodos estatísticos que permitiram averiguar a correlação entre as variáveis produtivas e climáticas. Mediante esses procedimentos metodológicos foi possível verificar que baixos totais pluviométricos em determinadas fases do cultivo impactam negativamente a cultura, causando perdas nos totais de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço Hídrico Sequencial. Milho Segunda Safra. Londrina.

ABSTRACT: This paper aims to understand the temperature and precipitation influence over the Second Harvest Corn cultivation in Londrina, Parana State, Brazil. This cultivation has shown an increase of over 10.000% in the municipality's production area from 1985 to 2013. It was analyzed the secondary data considering the total annual crop production; yield; plantation area (ha); harvest and crop lost from SEAB/DERAL. It was considering the same period to collect the temperature and rainfall daily data provided by IAPAR. Statistical methods were used to establish correlations between the productive and climatic variables, specially the water balance technique. As conclusion, it was possible to verify that low rain totals in specifically plant phenological periods can affect negatively the crops, causing losses in production totals.

KEY WORDS: Water Balance Technique. Second Harvest Corn. Londrina. Brazil

¹ Artigo derivado dos resultados parciais do TCC concluído para obtenção do título de bacharel em Geografia, Universidade Estadual de Londrina (MANGILI, 2014).

² Mestra em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina. Endereço eletrônico: fabianamangili@gmail.com.

³ Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Professora Adjunta do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina. Endereço eletrônico: deise@uel.br.

INTRODUÇÃO

O milho segunda safra é cultivado entre o término da safra da soja e o início da implantação da safra de trigo, período em que o solo fica ocioso (TSUNECHIRO; GODOY, 2001) e tem se configurado como uma opção a mais para o agricultor; contribuindo para uma ampliação desse cultivo no Brasil.

Para um bom desenvolvimento e boa produtividade, a cultura do milho apresenta necessidades climáticas ideais de temperatura e de disponibilidade de água no solo (FANCELLI, 2011). E quando esse cereal é cultivado fora de época, a chamado de segunda safra ou safrinha, fica mais suscetível às variabilidades do clima. Apesar disso, a produtividade dessa safra do milho tem crescido no Brasil todo (TSUNECHIRO; MARTINS; MIURA, 2013).

Devido a esse crescimento e a importância que a segunda safra do milho têm assumido no cenário econômico, o termo “safrinha” tem caído em desuso e não é um termo apropriado para as safras de outono/inverno, sendo entendido apenas como segunda safra (DUARTE, 2001).

Essa cultura foi implantada em Londrina (PR) no ano de 1985, com cerca de 450 hectares de área plantada que resultaram na colheita de 675 toneladas. No ano de 2013 o total da área cultivada em Londrina alcançou mais de 47.000 hectares com a produção de 295.152 toneladas. Por se configurar em um cultivo que apresenta um risco climático maior, pois é cultivado fora de época, o presente trabalho objetiva investigar os impactos das variações do clima na produção do milho segunda safra no município em questão, por meio da análise do balanço hídrico sequencial.

Para tanto, foram utilizados dados secundários anuais de totais de produção, produtividade, total de área colhida, plantada e perda de milho segunda safra disponibilizados pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná/Departamento de Economia Rural (SEAB/DERAL) para os anos de 1985 a 2013 que subsidiaram a análise do desenvolvimento dessa cultura no município de Londrina (PR). A partir dos dados diários de temperatura e precipitação referente ao período de 1976 a 2013, obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), foi realizado o cálculo do balanço hídrico sequencial Thornthwaite e Mather, de 1955, para averiguação dos possíveis impactos provindos das oscilações na disponibilidade hídrica.

A investigação ocorreu em três partes. Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico para compreensão e caracterização do clima e seus impactos nas atividades agrícolas; as características do cultivo do milho segunda safra e as suas vulnerabilidades climáticas. Em um segundo momento foi realizado a explanação da

evolução e expansão da cultura da segunda safra do milho no município de Londrina, procurando identificar períodos de perda de produção. E, por último, foi executada a análise dos dados climáticos por meio do balanço hídrico sequencial para atingir o objetivo proposto.

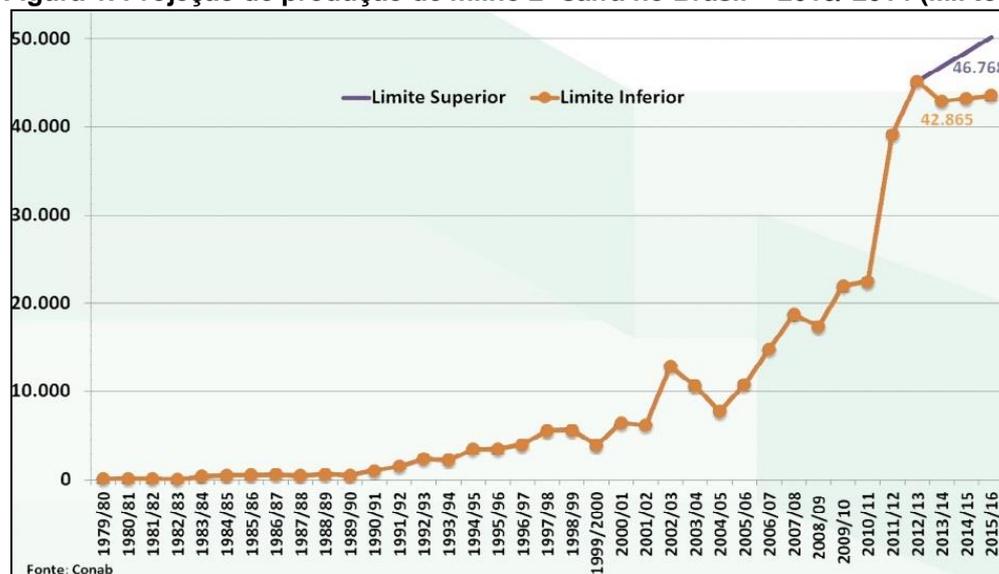
MILHO SEGUNDA SAFRA

Segundo Cruz, Pereira Filho e Duarte (2014, s/p), o milho segunda safra pode ser definido como “[...] o milho de sequeiro cultivado extemporaneamente, de janeiro a abril, quase sempre depois da soja precoce, na região Centro-Sul brasileira”. A prática de realizar a segunda safra do milho é recente:

Há cerca de 25 anos, a safrinha praticamente não existia. Esse sistema de plantio extemporâneo, sem irrigação, teve seu início por volta de 1978/79. O milho safrinha era semeado principalmente após a colheita da soja precoce (situação que prevalece até a atualidade), após a colheita do feijão “das águas” e mesmo plantado nas entrelinhas da própria cultura do milho da safra normal, depois que este atingia a maturação fisiológica, quando então o milho era “dobrado” (uma prática utilizada no passado) (CRUZ, PEREIRA FILHO E DUARTE, 2014, s/p).

A partir da década de 1990, os totais de produção aumentam de forma exponencial, demonstrando a importância da segunda safra. Tsunechiro, Martins e Miura (2013) ressaltam que, dos totais de áreas plantadas no Brasil em 1993, 9,4% delas (primeira safra + segunda safra) representaram a participação do milho, 27% das áreas em 2003 foram destinadas à segunda safra do milho e em 2013 as áreas destinadas ao milho segunda safra ultrapassaram as áreas da primeira safra, com 56% da área total. A expansão territorial das áreas produtivas reflete nos totais de produção do Brasil (figura 1).

Figura 1. Projeção de produção de milho 2ª safra no Brasil – 2013/ 2014 (Mil ton)



Fonte: Guth, 2014.

A figura 1 demonstra o crescimento dos totais de produção do milho segunda safra no Brasil e apresenta uma projeção para a safra de 2014. Observa-se o crescimento da produção a partir da safra do começo da década de 1990 e que, apesar de apresentar oscilações de produção, os totais apontam tendência de crescimento.

Apesar dessa prática recente, o milho segunda safra teve grande expansão na região Oeste do Paraná a partir da década de 1980, evoluindo cada vez mais, como alternativa de atividade econômica.

Os principais fatores que explicam os aumentos sucessivos da área de plantio de milho safrinha são: possibilidades do uso mais racional dos fatores de produção (terra, máquinas, equipamentos e mão-de-obra) em período ocioso do ano; preços maiores do cereal na safrinha que na safra normal; menor custo de produção e falta de outras alternativas mais seguras e rentáveis para a época. (TSUNECHIRO; GODOY, 2001, p. 1 - 2)

A produção da segunda safra do milho no estado paranaense (figura 2) apresentou o mesmo padrão de crescimento que os totais do país, ou seja, grande crescimento a partir do começo da década de 1990, apresentando algumas oscilações de diminuição dos valores totais. Apesar dessas oscilações, a produção total das safras do milho no Paraná também teve um aumento significativo, com a produção do milho segunda safra ultrapassando os totais da primeira safra no estado a partir de 2011.

Figura 2. Produção de milho no Paraná – 1976/ 2013



Fonte: Franco; Marques; Vidigal Filho, 2013.

O crescimento das áreas e totais de produção do milho segunda safra ocorreu devido ao maior emprego de tecnologia e insumos, como o desenvolvimento de cultivares. Apesar de que:

Basicamente, não há diferença entre a cultivar de milho para a safra normal e para a safrinha, ou seja, não há uma característica específica que diferencia as plantas do milho safrinha. Entretanto, dependendo da época de plantio dentro do período recomendado para a safrinha, o ciclo é uma característica importante a ser considerada na escolha das cultivares (CRUZ; PEREIRA FILHO; DUARTE, 2014, s/p).

O aperfeiçoamento dos cultivares tem crescido ao longo das safras, pois para a safra de 2010/2011 já havia no mercado 361 cultivares convencionais de milho (CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2010) e para a safra de 2012/2013 havia 455, acrescidos outros 17 tipos de cultivares para a safra de 2013/2014 (CRUZ; PEREIRA FILHO; QUEIROZ, 2014).

Apesar desse grande aumento de produção da segunda safra do milho, a implantação de uma cultura fora de época pode apresentar certas dificuldades, como as oriundas de adversidades climáticas. Bergamaschi e Matzenauer (2009, p. 242) escrevem que “O clima é o principal fator responsável pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas no Brasil”.

Segundo Ely, Almeida e Sant’Anna Neto (2003, p. 504), os fatores econômicos e climáticos são os que mais influenciam o resultado produtivo e afirmam que:

Em geral, é no rendimento que se expressam os desvios da produção provocados por fatores econômicos ou climáticos. No primeiro, a descapitalização do produtor leva ao emprego de menor uso de tecnologia,

pela redução da aplicação de insumos como adubação, uso de sementes melhoradas e, controle de pragas e ervas invasoras que comprometem o desenvolvimento adequado das lavouras. No segundo, qualquer condição ambiental que provoque estresse no desenvolvimento das plantas, como temperaturas extremas, estiagens ou chuvas excessivas, condições que favoreçam o desenvolvimento de pragas ou doenças, ou ainda, que comprometam as operações de colheita, havendo perda do produto no campo, também se reflete no rendimento final.

As atividades agrícolas estão intrinsecamente ligadas às variações naturais do clima, de forma que o conhecimento mais profundo acerca dos fatores componentes da dinâmica climática é favorável ao processo produtivo. Para tanto, o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos referentes à temática que relaciona clima e agricultura auxilia no avanço desse conhecimento, como Defune (1990); Almeida (2005); Guerra (2006); Ely et al., (2007); Domingues (2010); Hiera (2011); Carmello (2013) e Borsato (2013), que em suas respectivas pesquisas apontam influência dos fatores climáticos no rendimento de determinados cultivares em solo paranaense.

Observado a relação do rendimento de alguns cultivares com o clima no estado do Paraná, o interesse da pesquisa volta-se para a segunda safra do milho, devido a sua particularidade extrassafrã, pois nos municípios do Paraná o cultivo do milho segunda safra é desenvolvido entre os meses de fevereiro a março, de forma que a colheita aconteça entre os meses de inverno, fora do período apropriado (SHIOGA; GERAGE, 2010).

Fancelli (2001, p. 11) aponta que “Independentemente da tecnologia e da época empregada, o período de tempo e as condições climáticas em que as plantas de milho são submetidas constituem-se em preponderantes fatores de produção”. No que se refere às condições climáticas para o milho segunda safra, este tem necessidade hídrica que,

[...] por ocasião do florescimento e enchimento de grãos corresponde à faixa de 5,0 e 7,5 mm/ dia, e portanto, tais estádios fenológicos devem ocorrer em meses com precipitação média igual ou superior a 150 mm. Na época da safrinha, normalmente, estas condições de suprimento suficiente de água são observadas até, no máximo, final de abril, sendo que a partir deste período o índice pluviométrico decresce bruscamente. Daí a importância de respeitar a data limite para a semeadura de milho safrinha relativa a cada região produtora. (FANCELLI, 2001, p. 20)

Se houver algum estresse hídrico, este é prejudicial logo nas primeiras etapas da produção, no período de germinação e emergência, dessa forma, se a “[...] lavoura de milho for implantada até 15 de fevereiro, os riscos de déficit hídrico serão minimizados” (FANCELLI, 2001, p. 20).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir dos dados de precipitação pluviométrica da estação agrometeorológica do IAPAR localizada em Londrina (PR) foi produzido um gráfico com os totais mensais para os meses de janeiro a abril. A seleção desse período está fundamentada em Fancelli (2001) que escreveu sobre a influência dos valores totais de chuva em determinados períodos da produção do milho segunda safra.

Para os totais pluviométricos anuais foi aplicado o cálculo estatístico do Desvio Padrão, que é utilizado para classificar os desvios dos anos em relação à média (SILVESTRE; SANT'ANNA NETO; FLORES, 2013) com o intuito de observar as tendências anuais de chuva, que foram classificadas como: anos extremamente secos, secos, habituais, chuvosos e extremamente chuvosos.

Para determinar os limiares do desvio padrão utilizou-se os mesmos totais de precipitação provindos do IAPAR. O limiar estabelecido foi o de 0,10, ou seja, foram considerados como extremos máximos e mínimos de precipitações os valores que ocorrem em 10% de frequência na série histórica.

Por meio dos dados dos totais de produção, área plantada, perda e colhida, disponibilizados pela SEAB/DERAL de Londrina foram elaborados gráficos que subsidiaram a compreensão da dinâmica e desenvolvimento desta cultura no município. Posterior a essa análise, foi observado que houve perda de áreas colhidas em relação às áreas plantadas somente nos anos de 1985, 1994, 2000 e 2005. Com o intuito de verificar possíveis influências dos fatores climáticos nessas perdas, as análises posteriores objetivaram um detalhamento da situação das temperaturas e precipitações pluviométricas nesses quatro anos.

Para analisar a relação das chuvas ou a falta delas com a referida produção optou-se por utilizar a técnica do Balanço Hídrico sequencial (BH). Essa técnica é baseada na proposta de Thornthwaite e Mather e é:

[...] uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, tanto na escala diária como escalas maiores como a mensal, utilizando-se valores médios de vários anos (normal climatológica). Através da entrada desses dados, fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água do solo (ARM). Este balanço hídrico climatológico torna-se assim um indicador da disponibilidade hídrica em uma região, para um grupo de culturas. (CARVALHO; STIPP, 2004, p. 59)

Os gráficos de BH foram elaborados utilizando uma planilha no software EXCEL® elaborada por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998) em que é necessário inserir a

latitude (em graus) da localidade a ser estudada, médias das temperaturas mensais, totais pluviométricos mensais e o valor da capacidade de água disponível (CAD). A planilha segue

[...] o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para o cálculo do BH Normal e Sequencial [...]. Esse método considera que a variação do armazenamento (ARM) de água do solo é uma função exponencial que envolve uma capacidade de água disponível (CAD) (Função da profundidade de exploração efetiva das raízes e características físicas do solo) e perda de água acumulada (Negativo Acumulado). Para a estimativa da ETP os programas utilizam o procedimento proposto por THORNTHWAITE (1948), o qual tem a vantagem de necessitar apenas dos dados de temperatura média do ar dos períodos e da latitude local. Esse método dá resultados confiáveis entre as latitudes de 40oN e 40oS (DOURADO NETO & Van LIER, 1991). [...] Para o BH sequencial é dada ao usuário duas opções: o valor do armazenamento do período anterior pode ser fornecido, ou este valor ficará igual a capacidade de água disponível (CAD) [...] O cálculo do BH de cultura [...] seguiu também o método apresentado por THORNTHWAITE & MATHER (1955), mas com modificações propostas por BARBIERI et al (1997) que possibilita o cálculo com CAD e coeficiente de cultura (Kc) variáveis. Essas modificações são importantes pois se sabe que no caso de uma cultura, a CAD e o Kc (função do índice de área foliar-IAF) não são constantes, variando com a fase fenológica da cultura. (ROLIM; SENTELHAS; BARBIERI, 1998, p. 135)

As variáveis climáticas utilizadas na realização do BH são as mesmas obtidas junto ao IAPAR.

Para calcular a CAD, que representa o máximo de água disponível que determinado tipo de solo pode reter em função de suas características físico-hídricas, foi utilizada a fórmula estimada por Doorenbos e Kassam (SENTELHAS, ANGELOCCI, 2012), que consiste em:

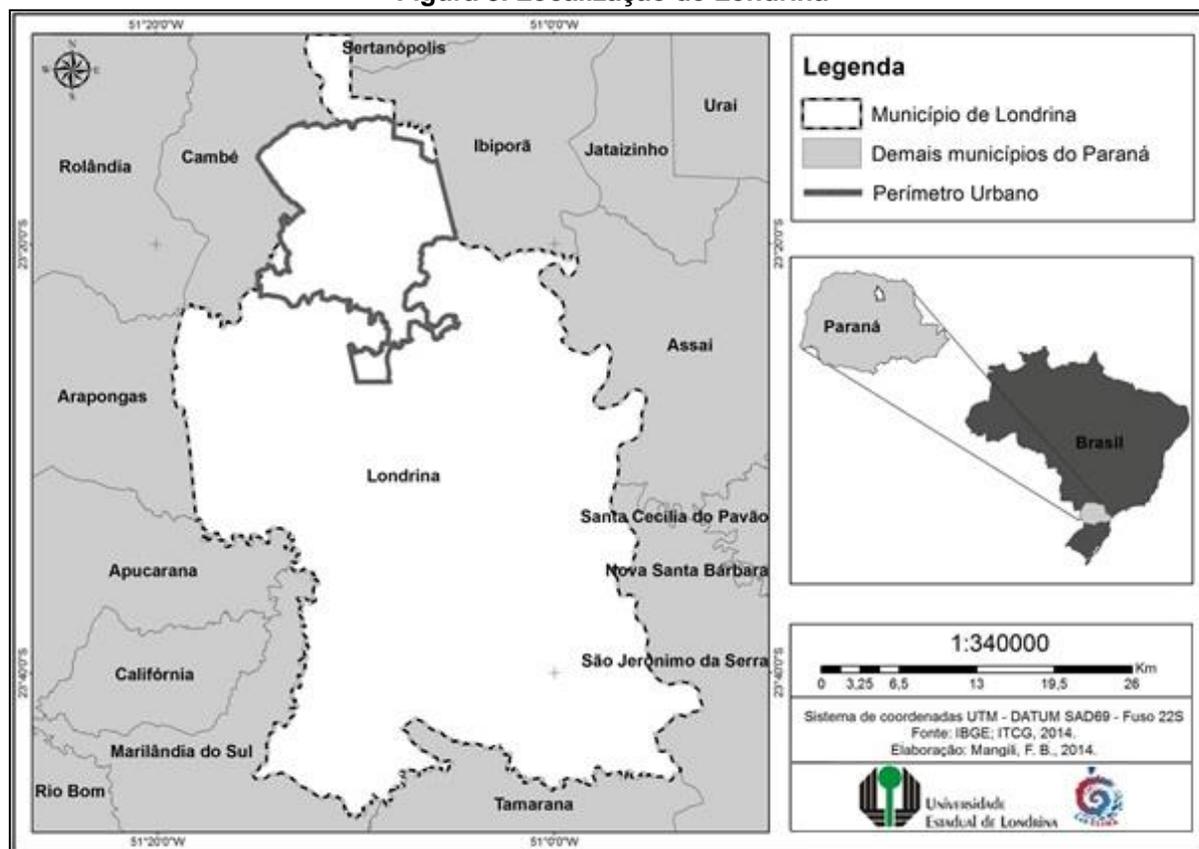
$$CAD = CAD_{média} \times Z_r$$

Em que $CAD_{média}$ é a capacidade de água disponível média, em milímetros de água/cm de profundidade de solo e Z_r é a profundidade específica do sistema radicular da planta, em cm. A $CAD_{média}$ é calculada de acordo com os tipos de solo: solos argilosos = 2,0 mm/cm; solos de textura média = 1,4 mm/cm e solos arenosos = 0,6 mm/cm. A Z_r utilizada para o milho foi 45 centímetros (SENTELHAS; ANGELOCCI, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Londrina está situada no norte do Estado do Paraná, entre as latitudes 23°08'47"S e 23°55'46"S e entre as longitudes 50°52'23"O e 51°19'11"O (figura 3).

Figura 3. Localização de Londrina



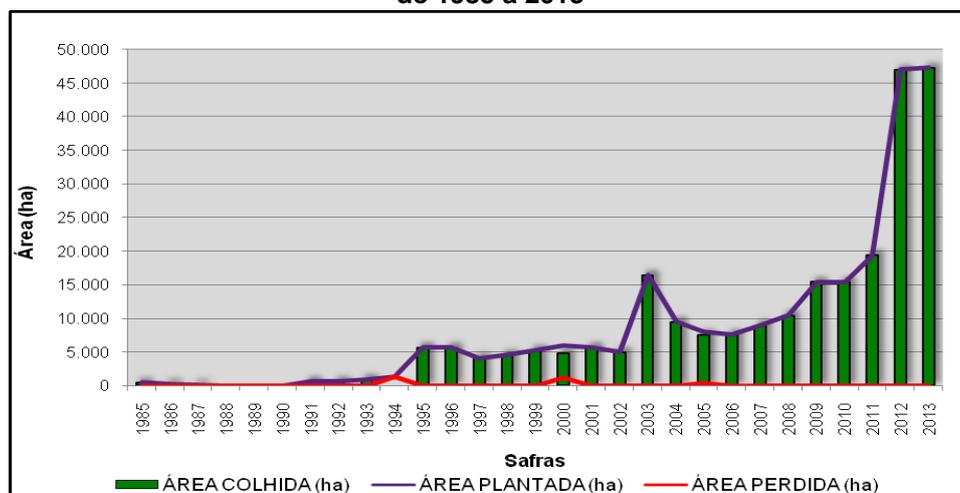
Fonte: O próprio autor

O município de Londrina destaca-se na região norte do Paraná como um dos grandes produtores de milho segunda safra. As características físicas do município são preponderantes para esse cultivo, pois os processos de formação deste território resultaram em solos férteis, com uma vasta rede hidrográfica distribuída por todo o município e um clima propício (LONDRINA, 2008), que apresenta chuva o ano todo e variabilidade anual das temperaturas passíveis às atividades agropecuárias, além da extensa área rural propícia para o desenvolvimento da agricultura e pecuária.

Nesse município o início da produção dessa cultura teve início na safra de 1984/1985 com o plantio de 500 hectares. Para as safras dos anos de 1988, 1989 e 1990 não há dados do total de produção e das áreas plantadas, colhidas e perdidas.

No decorrer de 29 anos de cultivo do milho segunda safra em Londrina (PR) a área colhida cresceu de 450 hectares para 47.000 hectares, ou seja, uma expansão de mais de 10.000% na área destinada à esta cultura (figura 4). Somente as safras dos anos de 1985; 1994; 2000 e 2005 tiveram perda da área plantada. Na safra do ano de 1994 houve perda total. Como produção de baixo custo e um risco maior, como já referido anteriormente, estima-se que as perdas de produção dessas safras significaram perdas esperadas para os produtores.

Figura 4. Área plantada, perdida e colhida de milho segunda safra em Londrina (PR) no período de 1985 a 2013

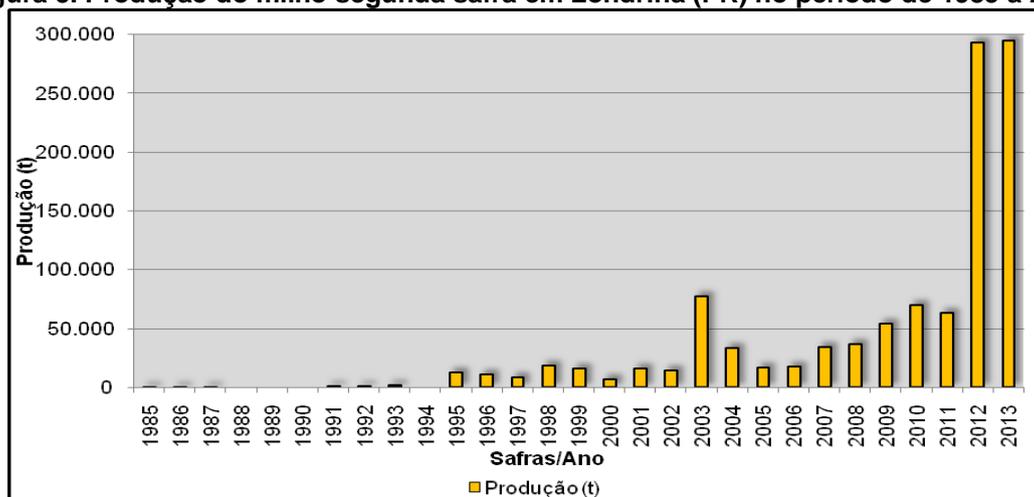


Fonte: SEAB/DERAL, 2014. Org.: Mangili, 2015.

A expansão das áreas plantadas é evidente na figura 4, principalmente quando se observa o crescimento de aproximadamente 100% de áreas destinadas ao cultivo dessa cultura nos anos de 2012 e 2013.

O crescimento de áreas cultivadas se reflete nos totais de produção, conforme os dados apresentados na figura 5, onde se pode verificar que a produção de milho segunda safra em Londrina aumentou de maneira significativa, cerca de 43.000% em 29 safras/anos, de 675 toneladas para 295.152 toneladas. Esse crescimento se torna mais evidente a partir de meados da década de 1990 (assim como no Brasil, de acordo com a figura 1). Verifica-se que os maiores valores dos totais de produção foram os obtidos nas safras 2003, 2010, 2012 e 2013. Esse crescimento se dá em função da expansão das áreas plantadas (conforme figura 4).

Figura 5. Produção do milho segunda safra em Londrina (PR) no período de 1985 a 2013



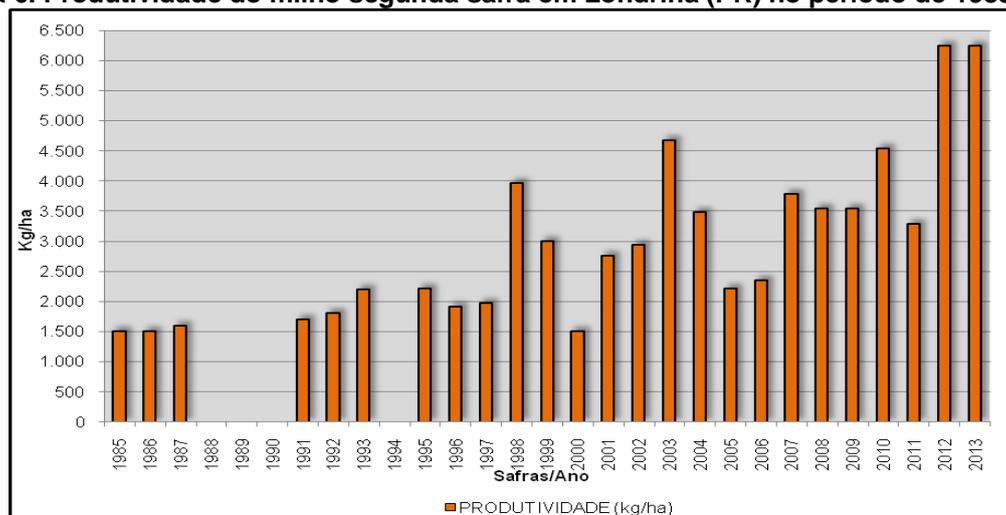
Fonte: SEAB/DERAL, 2014. Org.: Mangili, 2015.

A expansão do cultivo da segunda safra do milho e consequente crescimento de produção se deu devido ao desenvolvimento de técnicas de cultivo específico para essa segunda safra do milho, impulsionados pela realização periódica, desde 1993, do Seminário Sobre a Cultura do Milho “Safrinha” no qual os técnicos das empresas públicas de pesquisa e de extensão, universidades e empresas privadas discutem tecnologias e perspectivas para esse tipo de cultivo no país (DUARTE, 2001).

Portanto, por meio desses incentivos técnicos, a partir dos anos de 1993, o produtor aprendeu que, para obter sucesso com a produção da segunda safra do milho, é necessário realizar bom planejamento da sua lavoura, observando:

[...] correta amostragem e análise de solo para se poder corrigir a fertilidade a níveis adequados para a cultura expressar sua máxima potencialidade de produção; escolher a cultivar adequada para a região; definir o espaçamento e densidade levando em consideração a cultivar e as características edafoclimáticas da região. Definir época de plantio é fundamental, pois se houver atraso, a produtividade normalmente se reduz. Adotar o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas também é essencial. (CRUZ et al., 2010, p. 2513)

Esse aparato técnico e o bom planejamento da lavoura estão sendo aplicados em Londrina (PR), pois ao verificar os dados de produtividade tem-se como resultado um aumento do rendimento do milho segunda safra (figura 6), destacando como mais produtivos os anos de 2012 e 2013, assim como 1998, 2003 e 2010. Já os anos 1985, 1994, 2000 e 2005 foram menos produtivos e registraram perda de safra.

Figura 6. Produtividade do milho segunda safra em Londrina (PR) no período de 1985 a 2013

Fonte: SEAB/DERAL, 2014. Org.: Mangili, 2015.

Por meio dos dados apresentados foi observado que o aumento da produtividade do milho segunda safra em Londrina é resultado do desenvolvimento das técnicas de cultivo e expansão das áreas plantadas. Porém, verifica-se que em alguns anos ocorreram perdas na produção.

Para melhor compreender essas perdas foram analisadas as possíveis influências climáticas, conforme objetivo do artigo, principalmente no que se refere à distribuição das chuvas e a consequente disponibilidade de água no solo. Dessa forma, para visualizar a variabilidade anual das chuvas em Londrina foi elaborada a tabela 01.

De acordo com a tabela 1 é possível caracterizar anos de episódios extremos, como os anos de 1997, 1998, 2009 e 2013 que foram extremamente chuvosos e os anos de 1985, 1999 e 2003 que foram extremamente secos.

No município de Londrina, para o período estudado e com relação à variabilidade das precipitações, foi verificado que ocorrem anos habituais com maior frequência. Também foi identificada a ocorrência de anos secos e chuvosos, mas sem um padrão nas ocorrências; ressaltando-se a necessidade de estudos que verifiquem a correlação com as teleconexões para a explicação dessa variabilidade.

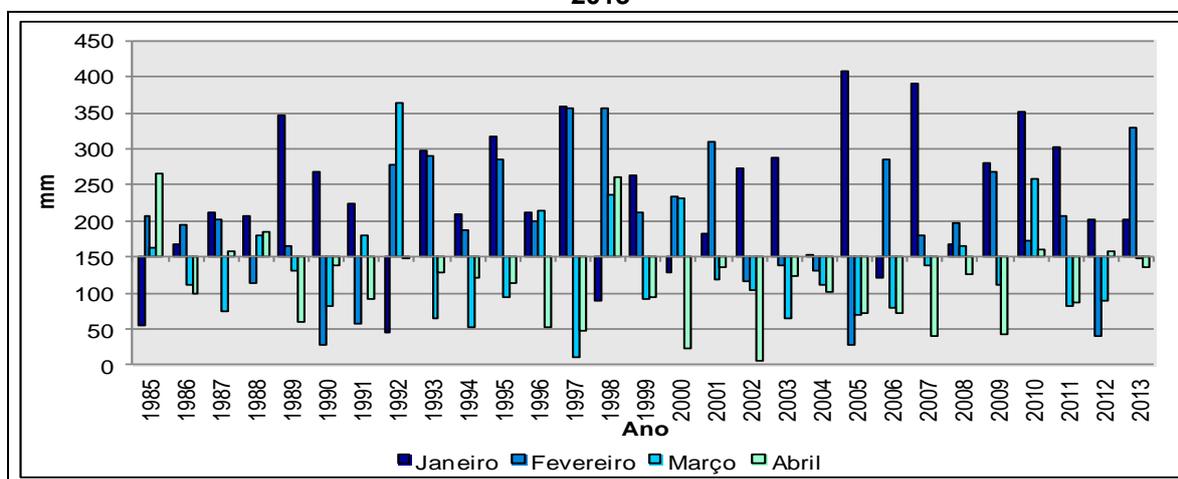
Para compreender como essa variabilidade da distribuição anual das chuvas impacta no milho segunda safra é necessário analisar o período em que a cultura está mais suscetível às oscilações pluviométricas. Conforme Fancelli (2001), para um desenvolvimento ótimo do milho segunda safra é necessário um total pluviométrico mensal superior a 150 milímetros, principalmente nos primeiros meses do cultivo. Entende-se que esse período se dá entre os meses de janeiro a abril, conforme já exposto anteriormente. A figura 7 demonstra esse limiar pluviométrico para os meses em questão.

Tabela 01. Variação da pluviosidade anual em Londrina (PR)

Ano	Desvio Padrão	Ano	Desvio Padrão
1985		2000	
1986		2001	
1987		2002	
1988		2003	
1989		2004	
1990		2005	
1991		2006	
1992		2007	
1993		2008	
1994		2009	
1995		2010	
1996		2011	
1997		2012	
1998		2013	
1999			
Legenda	EXTREMAMENTE SECO	SECO	HABITUAL
	CHUVOSO	EXTREMAMENTE CHUVOSO	

Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

Figura 7. Totais de chuva dos meses de janeiro a abril em Londrina - PR, no período de 1985 a 2013



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

Observa-se na figura 7 que esses totais de 150 milímetros são atingidos geralmente nos meses de janeiro e fevereiro, com exceção dos meses de janeiro dos anos de 1985, 1992, 1998 e 2006 e nos meses de fevereiro dos anos de 1988, 1990, 1991, 2002, 2003, 2004, 2005 e 2012.

Nos meses de março e abril os totais mensais, geralmente, ficaram abaixo dos 150 milímetros, demonstrando um período crítico para o início da implantação do milho segunda safra no município por se tratar de um intervalo de totais de chuvas abaixo do necessário para a cultura, podendo afetar negativamente o cultivo.

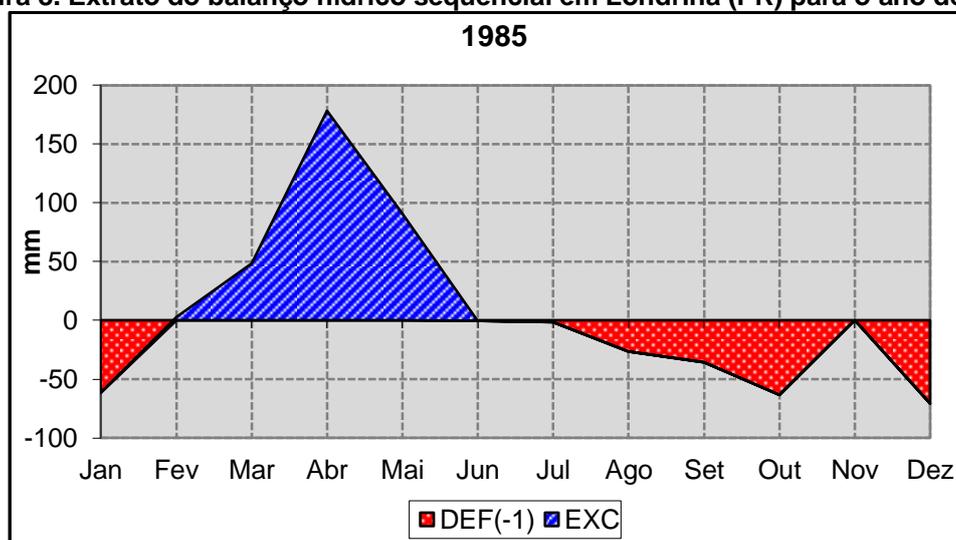
A análise desses períodos pode apontar causas para as quedas de produção do milho segunda safra, pois os totais mínimos exigidos pela cultura podem não ser atingidos nos períodos necessários. Dado que, conforme foi observado na figura 4, ocorre a expansão da cultura do milho segunda safra no município devido ao aumento das áreas destinadas a este cultivo.

Portanto, é possível concluir que a variabilidade climática não interferiu no aumento da produção total do milho segunda safra. Porém, nos anos de 1985, 1994, 2000 e 2005 houve perdas nos totais de áreas colhidas em relação ao total plantado, como exposto anteriormente.

Para verificar as possíveis influências da distribuição temporal e quantitativa das chuvas nesses quatro anos em que houve perda de produção, foi aplicado o cálculo do Balanço hídrico sequencial, que consiste em “[...] monitorar o armazenamento de água no solo computado o volume de água que entra e sai” (INMET, 2014, s/p).

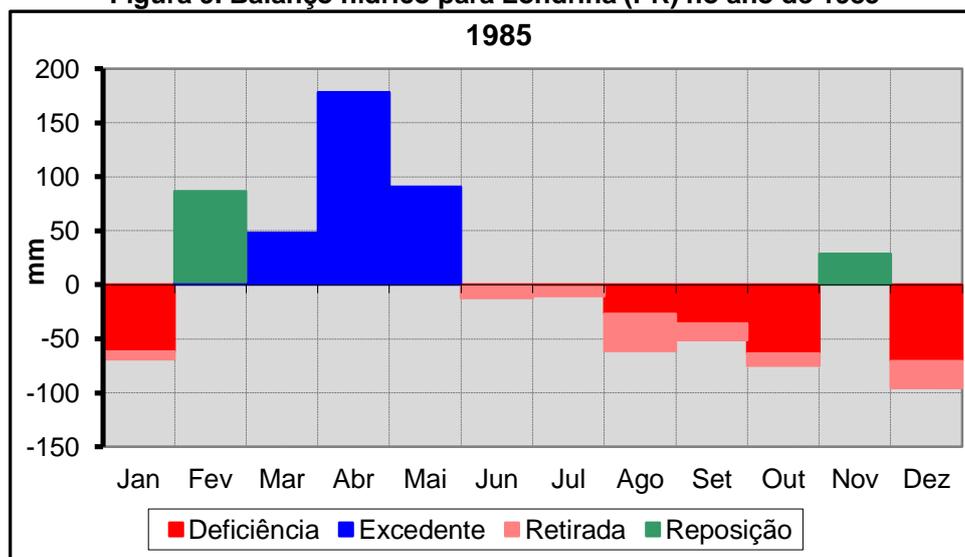
Conforme as figuras 8 e 9, o ano de 1985, em Londrina apresentou deficiência hídrica de aproximadamente -60 milímetros no mês de janeiro. O mês de fevereiro foi caracterizado pela reposição de água no solo. Entre os meses de março a maio ocorreu excedente hídrico e, a partir do mês de junho, teve início um período de deficiência hídrica que se prolongou até o final do ano. Destaca-se a exceção do mês de novembro, quando houve reposição de água no solo.

Figura 8. Extrato do balanço hídrico sequencial em Londrina (PR) para o ano de 1985



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

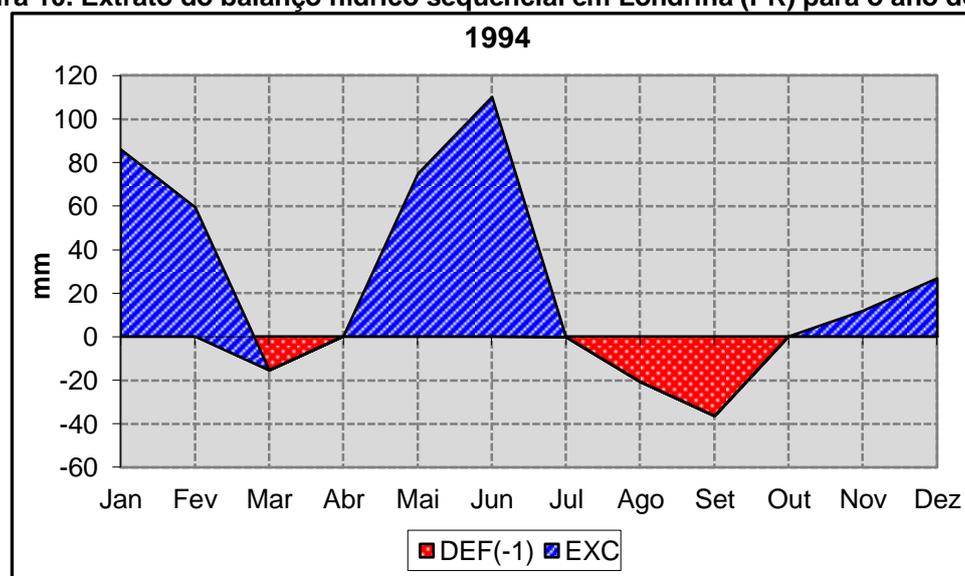
Figura 9. Balanço hídrico para Londrina (PR) no ano de 1985



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

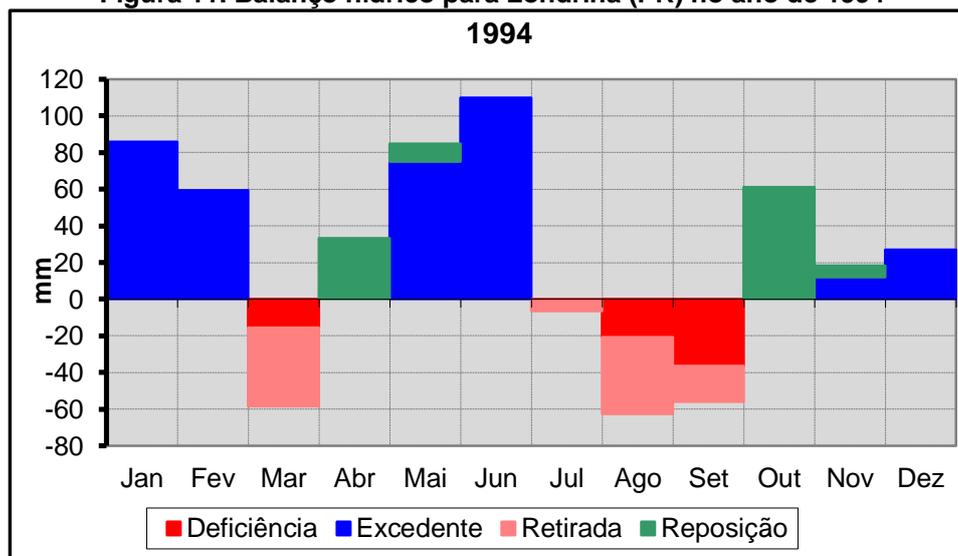
De acordo com as figuras 10 e 11, o ano de 1994 teve registro de excedente hídrico de mais de 60 milímetros entre os meses de janeiro e fevereiro. Em março houve deficiência hídrica e retirada de água do solo; mas que foi reposta no mês de abril e maio. Entre maio e junho houve excedente hídrico e a partir de julho inicia um período de deficiência hídrica que perdurou até setembro; posteriormente foi identificado um período de excedente hídrico que se prolongou até o final do ano.

Figura 10. Extrato do balanço hídrico sequencial em Londrina (PR) para o ano de 1994



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

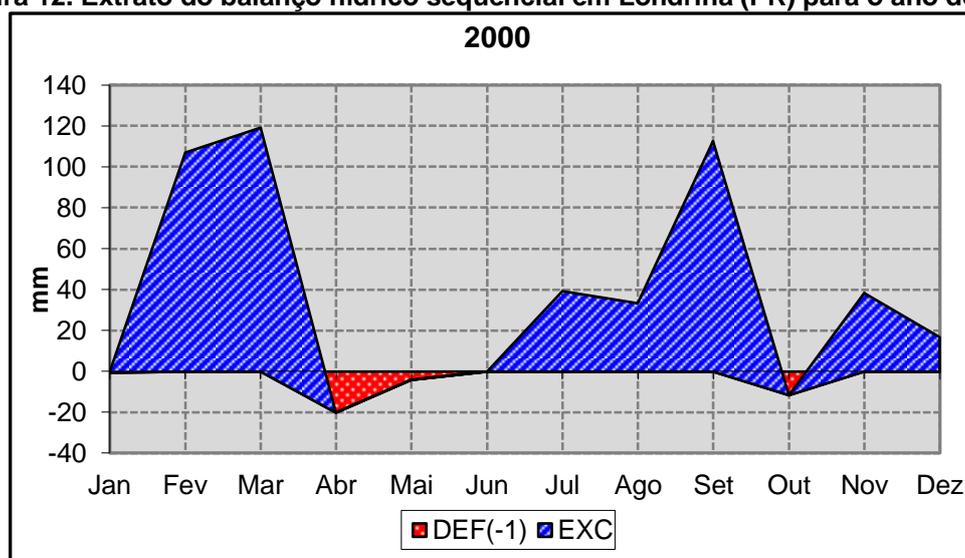
Figura 11. Balanço hídrico para Londrina (PR) no ano de 1994



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

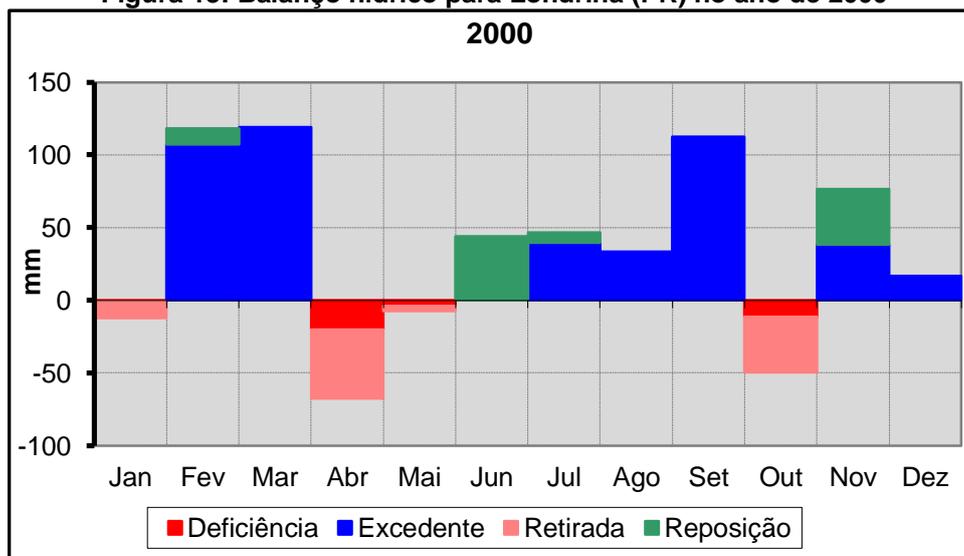
O ano de 2000 se iniciou com retirada de água do solo (-10 milímetros), mas o mês de fevereiro demarca um período de excedente hídrico que perdura até março com valores de mais de 100 milímetros por mês (figuras 12 e 13). Em abril ocorre retirada de aproximadamente -60 milímetros de água do solo, quando também se verifica menos de 50 milímetros precipitados (conforme figura 7); caracterizando o mês como de deficiência hídrica, bem como o mês de maio. A partir de junho há reposição de água no solo e o período de julho a setembro é marcado pelo excedente hídrico. Em outubro há outro período de deficiência hídrica e em novembro há reposição da água no solo que gerou excedente hídrico, assim como no mês de dezembro.

Figura 12. Extrato do balanço hídrico sequencial em Londrina (PR) para o ano de 2000



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

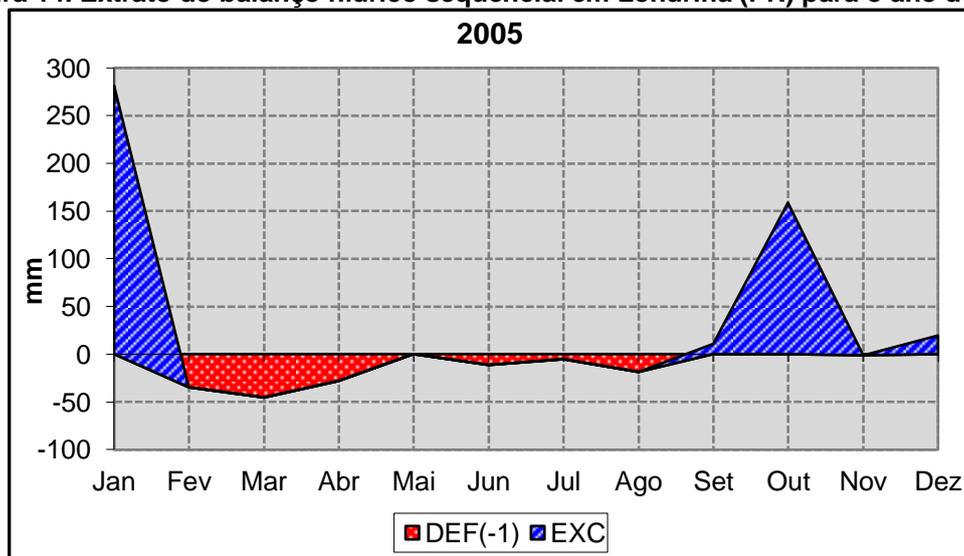
Figura 13: Balanço hídrico para Londrina (PR) no ano de 2000



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

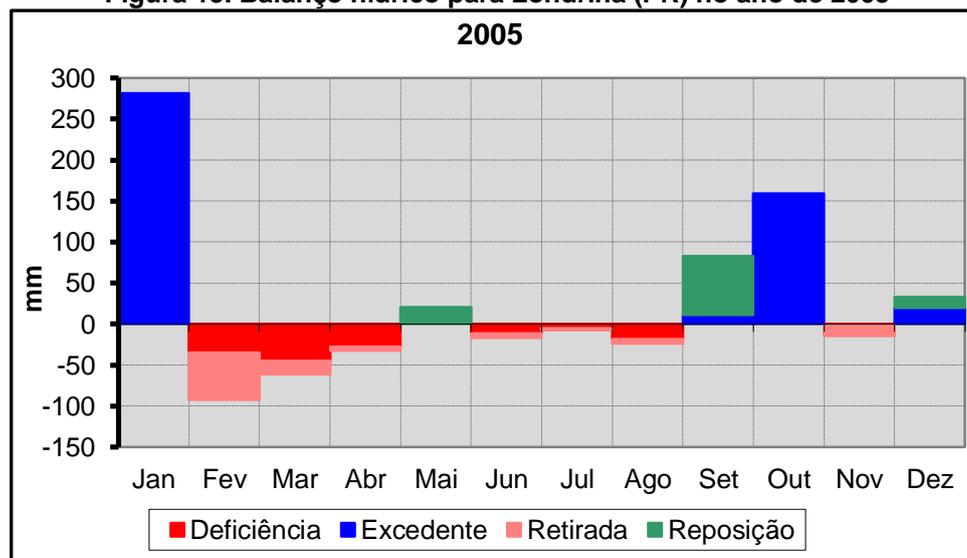
O ano de 2005 se iniciou com excedente hídrico de mais de 250 milímetros, porém no decorrer de fevereiro a agosto ocorreu deficiência hídrica, com exceção do mês de maio quando houve reposição de água no solo devido ao aumento dos totais de chuvas (figuras 14 e 15). Nos meses de setembro a dezembro não foram mais registrados períodos de deficiência hídrica. Destaca-se somente a retirada ocorrida no mês de novembro quando ocorreu uma diminuição das chuvas.

Figura 14. Extrato do balanço hídrico sequencial em Londrina (PR) para o ano de 2005



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

Figura 15. Balanço hídrico para Londrina (PR) no ano de 2005



Fonte: IAPAR, 2014. Org.: Mangili, 2015.

Portanto, por meio das análises dos gráficos de BH dos anos em que ocorreram perdas nas safras desta cultura foram verificados períodos de deficiência hídrica nos primeiros quatro meses dos anos, período em que a segunda safra está na sua fase de germinação e emergência dos grãos e a deficiência de água no solo é crítica, pois afeta essa fase de desenvolvimento do milho (FANCELLI, 2001). Em Londrina este período crítico para a segunda safra do milho se dá nos dois primeiros bimestres do ano (de janeiro a abril), como já foi abordado anteriormente. Os anos mais críticos foram 2000 e 2005, pois apresentaram mais de dois meses de deficiência de água no solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características fisiológicas do milho expõem-no à suscetibilidade às baixas temperaturas e baixos totais de chuva, conforme foi identificado no levantamento bibliográfico. A segunda safra do milho no município de Londrina é cultivada em períodos do ano que apresentam essas características climáticas em seu ritmo.

No entanto, a análise dos dados de produtividade e totais de produção aponta que estes aumentaram significativamente. O crescimento dos totais de produção ocorreu devido à expansão das áreas destinadas a essa cultura.

Apesar desse aumento, houve anos em que o total de área colhida foi menor que o total de área plantada, significando perda de produção. Os anos identificados nesta situação em Londrina (PR) foram: 1985, 1994, 2000 e 2005.

Conforme análise realizada por meio do balanço hídrico sequencial, se observa que nesses anos de perda houve deficiência hídrica nas fases em que o cultivo mais necessitava de água no solo.

Mediante o exposto, os procedimentos aplicados demonstram que, apesar do desenvolvimento de novos cultivares mais adaptados às regiões de produção, os totais de produção do milho segunda safra em Londrina (PR) são vulneráveis aos impactos oriundos da variabilidade do clima.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. R. de. **O clima como fator de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso**. Presidente Prudente, 2005. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho. In: MONTEIRO, J. B. A. (org). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 237-260.
- BORSATO, F. P. **Variabilidade Pluviométrica e Produção Agrícola na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense**. 2013. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- CARMELLO, V. **Análise da variabilidade das chuvas e sua relação com a produtividade da soja na vertente paranaense da bacia do Paranapanema**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente.
- CARVALHO, S. M.; STIPP, N. A. F. Contribuição ao estudo do balanço hídrico no estado do Paraná: uma proposta de classificação qualitativa. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 13, n.1, p. 56-74, 2004.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; DUARTE, A. P. **Milho segunda safra**. Disponível em <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>> Acesso em 10 de maio de 2014.
- _____. PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, L. R. **Milho - Cultivares para 2013/2014**. Disponível em < <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>> Acesso em 10 de out de 2014.
- _____. _____. SILVA, G. H. Cultivares de milho convencional e transgênico para a safra de 2010/2011. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 136, p. 18-19, set. 2010.
- _____. et. al. Sistema de produção de milho segunda safra de alta produtividade. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, **Anais**. 2010. p. 2504-2516.
- DEFFUNE, G. **Clima e uso da Terra no Norte e Noroeste do Paraná-1975-1986: subsídios ao planejamento regional**. 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo.
- DOMINGUES, I. A. S. **Variabilidade climática e sua influência na produtividade da cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp) na região norte e noroeste do Paraná**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- DUARTE, A. D. Como fazer uma boa segunda safra. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 25, p. 10-18, fev. 2001.
- ELY, D. F.; ALMEIDA, I. R. de; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 495-508, jan/jun 2003.
- ELY, D. F.; PAULINO, E. T.; HELD, D.; NASCIMENTO, G. Organização produtiva em unidades familiares de produção e variabilidade termo-pluviométrica: Estudo de caso da Fazenda Akolá - Londrina/PR. In: III Simpósio Internacional de Geografia Agrária e IV Simpósio Nacional de Geografia Agrária "Jornada Orlando Valverde" Campesinato em Movimento, Londrina. **Anais**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007. p. 1-18.
- FANCELLI, A. L. Fisiologia das plantas de milho em condições de segunda safra. In: SHIOGA, P.; BARROS, A. S. do R. (coord.). **A cultura do milho segunda safra**. Londrina: IAPAR, 2001, pp. 11 – 31.
- FRANCO, A. A. N.; MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S. Sistemas de produção do milho segunda safra no paraná. In: XII Seminário Nacional Milho Segunda safra: Estabilidade e Produtividade, 2013, Dourados – MS, **Anais**. EMBRAPA, 2013. p. 15-35.
- GUERRA, J. **Análise e influência dos fenômenos El Niño e La Niña no desempenho das culturas do milho e do trigo no Estado do Paraná, no período de 1974 a 1999**. 2006. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, UEL.
- GUTH, T. L. F. **Milho**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_12_17_39_16_6_milho.pdf> Acesso em 23 fev. 2014.
- HIERA, M. D. **O ritmo climático no Trópico de Capricórnio e a produção de uva: O estudo de caso “Marialva - PR”**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- IAPAR. **Agrometeorologia**. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>> Acesso em 23 fev. 2014.
- INMET. **Agricultura**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>> Acesso em 23 fev. 2014.
- LONDRINA, Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Participativo**. Londrina, 2008.
- MANGILI, F. B. **Variabilidade Climática e seus Impactos Na Produção De Milho Safrinha Em Londrina – PR**. 2014. 102 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina. 2014.
- 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, p. 133-137, 1998.
- SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Balanço Hídrico: Climatológico Normal e Sequencial, de Cultura e para Manejo da Irrigação**, 2012. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula9_2012.pdf> Acesso em 07 set. 2014.
- SEAB/DERAL. **Produção Agropecuária**. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>> Acesso em 23 fev. 2014.
- SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J.L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação**, v. 2, n. 20, p. 23-53, 2013,
- SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C. Influência da época de plantio no desempenho do milho segunda safra no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 236-253, 2010.

TSUNECHIRO, A; GODOY, R. C. B. de. Histórico e perspectivas do milho segunda safra no Brasil. In: SHIOGA, P.; BARROS, A. S. do R. (coord.). **A cultura do milho segunda safra**. Londrina: IAPAR, 2001. p. 1-10.

_____. MARTINS, V. A.; MIURA, M. Fontes de crescimento da produção de milho segunda safra nos principais estados produtores, Brasil, 1993-2012. In: XII Seminário Nacional Milho Segunda safra: Estabilidade e Produtividade, 2013, Dourados – MS, **Anais**. EMBRAPA, 2013. p. 1-6.

Recebido em 12/03/2016

Aceito em 03/05/2016