

FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE DIAS SECOS E CHUVOSOS EM CASCAVEL, PARANÁ

Reginaldo Ferreira Santos^{1,4}; Denílson Frizon²; Augustinho Borsoi³; Deonir Secco⁴; Marcio Furlan Maggi⁴

Resumo: As condições meteorológicas são fundamentais para as atividades agrícolas, fornecendo informações cruciais nas decisões sobre planejamento das operações a campo. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento da precipitação na região de Cascavel, PR e estimar a probabilidade de ocorrência de sequências de dias secos e úmidos nos anos 2000 a 2009. Foram utilizados dados diários de precipitação pluvial provenientes de uma estação meteorológica do Instituto SIMEPAR localizada no município de Cascavel-PR. Foram considerados como dias secos aqueles cuja precipitação foi inferior a 5 mm, representando em termos médios a evapotranspiração média durante o período chuvoso na região. A precipitação média histórica no período de 1973 a 1998 foi de 1971 mm, valor inferior em 349,5 mm ao período da década histórica analisada de 2000 a 2009 que foi de 1621,5 mm. Os meses de outubro a fevereiro são os mais chuvosos e os mais secos de julho a setembro. A média observada de dias secos na década em estudo foi de 82,5% e de dias chuvosos foi de 17,5%. A média de dias secos precedidos de dias secos foi de 78,5% e dias chuvosos seguidos de dias chuvosos fora de 11,5%.

Palavras-chave: aquecimento global, secas, agricultura.

FREQUENCY OF OCCURRENCE OF DRY AND RAINY DAYS IN CASCAVEL, PARANÁ

Abstract: The weather conditions are essential for agricultural activities, providing crucial information for decisions in the planning agricultural operations. The aim of this study was to investigate the behavior of precipitation in the region from Cascavel, PR, and estimate the probability of sequences of wet and dry days in the years 2000 to 2009. We used daily data of precipitation from a meteorological station located at the Institute SIMEPAR Cascavel-PR. Dry days were considered those in which precipitation was less than 5 mm, representing on average to average evapotranspiration during the rainy season in the region. The historical average rainfall in the period 1973 to 1998 was 1971 mm, 349.5 mm below in the historical period analyzed the decade from 2000 to 2009 it was 1621.5 mm. The months from October to February are the wettest and the driest July to September. The observed mean dry days in the decade studied was 82.5%, and rainy days were 17.5%. The average dry days preceded by dry days was 78.5%, and rainy days followed by rainy days out of 11.5%.

Key words: global warming, droughts, agriculture.

INTRODUÇÃO

Enquanto a meteorologia se preocupa com os dados momentâneos, a climatologia estuda o comportamento médio destes em determinada região. Já a agrometeorologia procura verificar o comportamento, principalmente da agricultura, frente às mudanças meteorológicas sofridas,

¹ Prof. Dr. Curso de Agronomia, Faculdade Assis Gurgacz – FAG. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR. E-mail: rfsantos@unioeste.br. Telefone: +55 45 3221 3900.

² Graduando, Curso de Agronomia – Faculdade Assis Gurgacz – FAG.

³ Mestrando em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. E-mail: borsoiaugusto@hotmail.com.

⁴ Prof. Dr. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CCET, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

principalmente em nossos dias pelo aquecimento global. O que concorda com Molion (1985), ao afirmar que o clima na Terra depende da energia radiante do sol, sua distribuição sobre a Terra, a distribuição dos continentes, oceanos e a circulação geral da atmosfera.

As rápidas e bruscas mudanças nas condições climáticas de determinadas regiões do globo têm deixado especialistas e produtores rurais preocupados com o planejamento agrícola. Dentre as variáveis meteorológicas que afetam a atividade agrícola, a precipitação é a que mais tem influenciado nos últimos anos os vários setores da sociedade, devido a sua amplitude de variabilidade, em quantidade, duração e tempo de ocorrência (Santos, 2009). A análise das mudanças climáticas pode ser realizada a partir da interpretação de dados históricos e projeção de tendências em escalas de tempo maiores. Entretanto, as avaliações de tais variações apresentam limitações, principalmente relacionadas às séries históricas de dados observados, que são raros, de pequeno comprimento e grande número de falhas. Um desses fatores é a ocorrência de períodos secos e chuvosos que pode prejudicar as atividades agrícolas (Paiva, 1996).

Considera-se dia sem chuva aquele em que o índice da evapotranspiração real é maior do que o índice de chuva ocorrida nesse mesmo dia. Castro Neto e Vilella (1986) consideram dia seco aquele em que a precipitação pluvial é inferior a 3 mm; outros consideram dia seco um dia com precipitação inferior a 1 mm (Assad e Sano, 1988), ou havendo precipitação inferior a 5 mm num período de sete dias (Sansigolo, 1989). Quanto à duração de dias secos, segundo Arai (2009), alguns autores consideram o veranico um período de curta estiagem, de aproximadamente 10 a 20 dias durante o período chuvoso, podendo mostrar seus efeitos negativos até cerca de 5 dias após a última chuva.

A ausência de precipitação pluviométrica nem sempre determina a ocorrência de uma sequência de seca. A seca é considerada por muitos como o mais complexo e o fenômeno meteorológico que afeta mais pessoas que qualquer outro risco (Hagman, 1984). Ao conhecer as características pluviométricas de uma região, tem-se em mãos um conjunto de ferramentas fundamentais para um bom planejamento e gerenciamento da atividade agrícola. Assim, ao iniciar o planejamento dos sistemas de produção, é importante conhecer o comportamento dos elementos climáticos em cada localidade, especialmente do regime pluviométrico (CRUZ *et al.*, 2004).

Devido a necessidade de aumento na produção agrícola nacional, o acesso à informações relacionadas com as variáveis climáticas proporcionará facilidade na tomada de decisão pelos produtores e profissionais da agricultura (Gomes *et al.*, 2004). A análise da quantidade e distribuição pluvial pode contribuir para diminuir o risco de deficiência hídrica das culturas. Para realizar esses estudos de forma mais precisa faz-se necessário um tratamento qualitativo dos períodos de veranico a fim de identificar o seu comportamento de espaço e tempo nas regiões mais e menos afetadas, sendo também importante um tratamento quantitativo para determinar a

amplitude, frequência e a probabilidade de ocorrência do veranico, para ter informações suficientes para adotar medidas que minimizem os prejuízos causados por esses fenômenos (Martins e Assis, 2008).

Ao desenvolver pesquisas sobre períodos de seca no Ceará, Silva e Rao (2002), calcularam a probabilidade de ocorrência de dias chuvosos e secos e séries de cinco dias chuvosos consecutivos desde o início, duração e término do período chuvoso, utilizando dados de evapotranspiração e das propriedades físicas do solo. Segundo Filho *et al.* (2006), a probabilidade de um dia ser seco depende da ocorrência de dias secos anteriores a ele. Conhecido pelo nome de “persistência” esse fenômeno pode ser estudado através do modelo estocástico denominado cadeia de Markov. O modelo é utilizado para relacionar a configuração de um sistema num estágio qualquer àquela ocorrida no estágio imediatamente anterior (Gomes *et al.*, 2004).

Tanto para o hemisfério Sul como para o Norte, a região próxima à linha do equador entre os trópicos de Capricórnio e de Câncer, a precipitação pluvial é um dos principais elementos meteorológicos que está diretamente relacionado ao rendimento das plantas cultivadas (Carvalho *et al.*, 2009). A ocorrência de dias secos reduz a quantidade de água disponível no solo para as plantas e também pode afetar o desenvolvimento das culturas. Estes impactos negativos à cultura ocorrerem durante fases fenológicas nas quais as plantas necessitam de maiores quantidades de água, tais como: floração, frutificação e enchimento de grãos, o que prejudica a produtividade final (Santos e Carlesso, 1998).

A detecção de mudanças climáticas em séries temporais, sobre o município de Cascavel, PR, além de ser um resultado científico importante, é uma necessidade para estabelecer o efeito das mudanças climáticas sobre o sistema hidrometeorológico regional, o qual é fundamental para o planejamento futuro dos recursos hídricos e para produção de alimentos. Neste sentido este trabalho teve como objetivo avaliar a frequência de ocorrência de sequências de dias secos e úmidos dentro do período de dez anos para o município de Cascavel, Paraná, visando auxiliar no planejamento da atividade agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram utilizados dados diários de precipitação correspondentes ao período entre 2000 a 2009, obtidos através da Estação Agroclimatológica do Instituto Tecnológico Simepar (Simepar, 2010), instalada na Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola – COODETEC, no Município de Cascavel, PR. A cidade de Cascavel abrange uma área de 2.100,105 km² e situa-se na região oeste do Estado do Paraná, com coordenadas geográficas, latitude 24°56'474" e longitude 53°30'882" e 785 metros de altitude. Segundo a classificação climática de

Köppen o clima da região é caracterizado como Cfa - Clima subtropical (Caviglione *et al.*, 2000). A temperatura média anual na região é de 19,6 °C, a precipitação anual de 1971 mm e a insolação de 2462 horas por ano (Iapar, 2011).

Para elaboração do estudo considerou-se como dias secos aqueles cuja precipitação foi inferior a 5 mm, a qual representa em termos médios a evapotranspiração média durante o período chuvoso na região (Sans *et al.*, 2001). O estudo foi elaborado em planilha eletrônica Excel e as expressões foram apresentadas conforme proposto por Fietz *et al.* (1997). Segundo o INMET (1999) é considerado um dia com chuva, quando a precipitação pluviométrica decorrer das 24 horas do dia meteorológico. O dia meteorológico corresponde ao período compreendido entre às 09h01min de um dia civil e às 09h00 min do dia seguinte. Os totais diários de precipitação pluvial são obtidos através do somatório das coletas realizadas no dia anterior às 15h00 min e 21h00 min da hora local e da coleta das 09h00 min do dia em questão.

As probabilidades (P) de ocorrerem dias secos (S) e chuvosos (C) foram estimadas pelas frequências de dias secos (FS), chuvosos (FC), secos precedidos de dias secos (FSS) e chuvosos de dias chuvosos (FCC), chuvoso dado que o dia anterior foi chuvoso (C/C), seco dado que o dia anterior foi seco (S/S) e chuvoso dado que o dia anterior foi seco (C/S), da seguinte forma:

$$P(S) = FS / (FS + FC) \quad (1)$$

$$P(C) = 1 - P(S) \quad (2)$$

$$P(S/S) = FSS / FS \quad (3)$$

$$P(C/S) = 1 - P(S/S) \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento da variabilidade sazonal da precipitação pluvial e do número de dias secos e chuvosos e sua consequente variação destes ao longo de um ciclo de cultivo é fundamental para o planejamento e obtenção de rendimentos satisfatórios na agricultura atual. (Silva *et al.*, 2010).

Os resultados da variação dos dados médios de chuvas ao longo dos meses do ano e a variação mensal nos anos de 2000 a 2009 para a cidade de Cascavel são apresentados a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 - Média mensal, anual e acumulado anual da precipitação na cidade de Cascavel, nos últimos dez anos

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Média
Janeiro	222,0	167,0	208,6	51,2	39,2	87,4	165,2	168,8	181,6	213,2	150,0
Fevereiro	112,0	279,2	46,2	186,8	98,4	35,6	54,0	158,0	181,6	231,2	138,0
Março	74,0	125,5	84,4	213,6	80,0	95,6	128,2	164,8	70,8	77,8	111,0
Abril	59,0	103,8	36,2	115,2	181,6	134,8	154,2	217,0	155,4	60,2	122,0
Mai	59,2	107,2	510	64,6	232,6	219	7,0	150,4	79,2	125,0	155,0
Junho	130,8	136,4	13,0	113,6	111,0	219	71,2	8,4	136,2	149,2	109,0
Julho	14,2	86,4	76,6	131,8	131,2	47,4	36,2	60,4	73,4	169,4	83,0
Agosto	36,6	100,0	104,0	34,0	22,2	105,4	64,8	10,2	147,4	71,2	70,0
Setembro	26,8	196,2	131,4	147,2	55,8	129,6	129,8	8,4	65,2	65,2	96,0
Outubro	270,4	134,0	339,8	223,4	401,4	305,4	105,4	87,4	232,2	103,6	220,0
Novembro	410,8	182,8	235,0	137,4	160,8	65,8	200,8	190,0	156,2	171,4	191,0
Dezembro	359,8	85,4	211,2	269,0	30,4	45,6	256,4	218,4	35,6	248,8	176,0
Total	1776	1704	1996	1688	1545	1491	1373	1442	15158	1686	1622
Média	148	147	166	141	129	124	114	120	126	141	136

Observando a Tabela 1, verifica-se que na série histórica de 2000 a 2009, para Cidade de Cascavel, a precipitação média anual foi de 1622 mm, valor este superior em 16,9 mm à média anual da série histórica da região entre os anos de 1961 a 1990 que é de 1604,6 mm. Esta constatação indica que possivelmente não está havendo mudanças ao longo do tempo no total de precipitação esperada para esta região.

A partir do ano de 2004 há uma tendência de redução na quantidade de precipitação, voltando a aumentar a partir de 2007, podendo ser apenas um fenômeno no cíclico. Ao se observar o relatório do "Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC, 2001), verifica-se que há aumento da temperatura no planeta, o que poderá aumentar a quantidade das precipitações. Entretanto, considerando as ações do homem e os efeitos naturais, a previsão é a de que as precipitações deverão aumentar de 0,5 a 1,0% por década.

Entretanto, o que se pode observar ao analisar os dados é que embora a precipitação média dos últimos dez anos não venha apresentando desvio em relação a média histórica, verifica-se claramente que a ocorrência de valores extremos (máximos e mínimos), são cada vez mais frequentes. Para Silva e Guetter (2003) alguns municípios do Estado do Paraná apresentam uma aceleração do ciclo hidrológico desde o princípio da década de 70, fato este verificado através do aumento da frequência de chuvas mais intensas, e de ocorrência de secas com durações maiores. A ocorrência de eventos extremos, como temperaturas altas, déficits ou excessos hídricos e vendavais podem causar diretamente a redução da produtividade ou ainda favorecer a ocorrência de pragas e enfermidades (Ricca *et al.*, 2009).

O período mais seco na série histórica de 2000 a 2009 foi no ano de 2006 e 2007, tendo os extremos respectivamente nos meses maio e junho (7 e 8,4 mm). Embora se acredite que a ocorrências de dias secos estejam mais restritas ao verão, devido ao aumento da radiação solar

incidente, e consequente aumento da evapotranspiração eles podem ocorrer também em outras épocas do ano, uma vez que sejam observadas alterações nos sistemas de circulação que causam a precipitação (Martins e Assis, 2008). De acordo com os dados, os meses mais chuvosos (maior que 150 mm mensais), ocorrem de outubro a janeiro, período que coincide com o cultivo de verão para a região de Cascavel, como se cultivava soja, milho e feijão. Deve se dedicar cuidados maiores com a sanidade destas lavouras, devido a maior umidade disponível e a elevada temperatura do ar.

Na Tabela 2 são observados os dados referentes aos dias secos no período de 2000 a 2009 para o município de Cascavel. O grande percentual de dias secos em relação aos dias chuvosos está relacionado principalmente em função de considerar dias secos somente aqueles em que a precipitação foi maior que 5 mm dia⁻¹.

Tabela 2 - Frequência percentual observada de número de dias secos por mês e média anual, no período de 2000 a 2009 no município de Cascavel

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	67,7	74,2	74,2	77,4	90,3	80,6	70,1	74,2	80,5	77,4
Fevereiro	86,2	89,3	89,3	75,0	86,2	89,3	89,3	78,6	79,3	75,0
Março	90,3	83,9	83,9	70,1	87,1	87,1	87,1	80,5	87,1	93,5
Abril	90,0	93,3	93,3	90,0	76,5	66,7	93,3	83,3	80,0	90,0
Mai	83,9	70,1	70,1	90,3	67,7	80,6	96,8	80,6	90,3	83,9
Junho	76,7	93,3	93,3	93,3	86,7	76,7	83,3	100	76,7	86,7
Julho	100	83,9	83,9	87,1	77,4	80,6	96,8	90,3	87,1	74,2
Agosto	90,3	80,6	80,6	90,3	93,5	90,3	87,1	100	77,4	86,7
Setembro	93,3	70,0	70,0	86,7	90,0	76,7	83,3	100	83,3	86,7
Outubro	77,4	77,4	77,4	83,9	64,5	58,1	83,9	83,9	80,6	87,1
Novembro	70,0	70,0	70,0	70,0	80,0	90,0	76,7	73,3	86,7	73,3
Dezembro	74,2	74,2	74,2	67,7	93,5	90,3	77,4	74,2	90,3	80,6
Média	83,3	80,1	80,1	81,9	82,8	80,6	85,5	84,9	83,3	82,9

De acordo com os dados da Tabela 2, nos últimos 10 anos, a média anual de dias secos foi de 82,5 % do total de dias do ano, ou seja, em um total de 365 dias, aproximadamente 301 dias foram secos (considerando dias chuvosos acima de 5 mm). A média dos meses do ano mais seco, no caso 2006 (85,5% de dias secos), foi de 114 mm mês⁻¹, com apenas 14,5% de dias chuvosos.

A variabilidade temporal e espacial das chuvas vem se caracterizando como uma normalidade nas várias regiões do globo, em particular nas regiões tropicais, onde a irregularidade temporal e espacial das chuvas é um fator importante, na agricultura de sequeiro, que depende da manutenção da umidade do solo. Para Marengo *et al.* (2007) Um dos impactos previstos dos feitos do aquecimento global é o aumento da quantidade de vapor d'água dissolvido na troposfera o que poderá causar valores extremos de precipitação mais intensos e veranicos mais longos.

Estudos apresentados por Haylock *et al.*, (2008) e Vincent *et al.* (2006) descrevem que uma das mais importantes questões relacionadas a eventos extremos a curto prazo é se sua ocorrência está aumentando ou diminuindo com o tempo. Para os autores a dificuldade de se estudar os valores

extremos está a falta de observações climáticas a longo prazo, de alta qualidade e homogêneas, ou a dificuldade de acesso a bases de dados, muitas das quais nas mãos de instituições governamentais em várias partes da América do Sul.

O comportamento médio destes dados permite uma flexibilidade maior no planejamento e a escolha mais adequada do período de plantio, bem como o dimensionamento de sistemas de irrigação, das condições favoráveis a ocorrências de pragas e doenças, além de uma série de outras atividades relacionadas à agricultura.

A Tabela 3 apresenta o comportamento da frequência mensal do número de dias chuvosos ao longo dos últimos 10 anos a partir da média histórica estudada.

Tabela 3 - Frequência percentual observada de número de dias chuvosos por mês no período de 2000 a 2009 no município de Cascavel

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	32,3	25,8	25,8	22,6	9,7	19,4	29,0	25,8	19,5	22,6
Fevereiro	13,8	10,7	10,7	25,0	13,8	10,7	10,7	21,4	20,7	25,0
Março	9,7	16,1	16,1	29,0	12,9	12,9	12,9	19,5	12,9	6,5
Abril	10,0	6,7	6,7	10,0	23,5	33,3	6,7	16,7	20,0	10,0
Mai	16,1	29,0	29,0	9,7	32,3	19,4	3,2	19,4	9,7	16,1
Junho	23,3	6,7	6,7	6,7	13,3	23,3	16,7	0,0	23,3	13,3
Julho	0,0	16,1	16,1	12,9	22,6	19,4	3,2	9,7	12,9	25,8
Agosto	9,7	19,4	19,4	9,7	6,5	9,7	12,9	0,0	22,6	13,3
Setembro	6,7	30,0	30,0	13,3	10,0	23,3	16,7	0,0	16,7	13,3
Outubro	22,6	22,6	22,6	16,1	35,5	41,9	16,1	16,1	19,4	12,9
Novembro	30,0	30,0	30,0	30,0	20,0	10,0	23,3	26,7	13,3	26,7
Dezembro	25,8	25,8	25,8	32,3	6,5	9,7	22,6	25,8	9,7	19,4
Média	16,7	19,9	19,9	18,1	17,2	19,4	14,5	15,1	16,7	17,1

O valor médio anual da frequência de número de dias chuvosos do período 2000 a 2009 foi de 17,5%. Isto certamente mostra que há uma maior disponibilidade de dias secos para a aplicação do planejamento das atividades agrícola ao longo do ano na região de Cascavel. Nos anos de 2001 a 2005 houve um aumento na frequência de dias chuvosos, sendo que 2001 e 2002 foram anos em que a precipitação foi acima da média, já 2004 e 2005 mesmo tendo maior número de dias chuvosos a precipitação ficou abaixo da média. Os meses de fevereiro, outubro e novembro apresentaram maior frequência média de dias chuvosos entre os anos de 2000 a 2009. Já o mês de abril foi o mês de menor frequência de ocorrência de dias chuvosos para a região.

No planejamento e gerenciamento das atividades mecanizadas, a ocorrência de dias chuvosos durante o período seco ou “vise e versa”, o que influencia decisivamente o cronograma rural, principalmente as de atividades de preparo do solo, semeadura, aplicação de defensivos, irrigação e colheita. Além disso, normalmente os veranicos no período de crescimento vegetativo e reprodutivo, bem como períodos chuvosos no período de colheita, causam perdas significativas de produtividade, que aumentam à medida que os mesmos se intensificam. Para Santos *et al.* (2009), as

estratégias para enfrentar essa realidade dependem da sensibilidade e do nível de responsabilidade do poder público na gestão dos recursos hídricos.

As maiores frequências médias de dias chuvosos ocorrem entre os meses de outubro a janeiro, já a maior frequência de dias secos são encontrados entre os meses de junho a agosto. Neste sentido, a pesquisa tem recomendado que as lavouras de verão sejam semeadas na região a partir de outubro e que haja um cuidado maior na escolha da data de plantio nas lavouras de inverno para não coincidir o período de enchimento de grãos com os meses de menor disponibilidade hídrica.

A Tabela 4 abaixo apresenta a frequência percentual observada de números de dias secos precedidos de dias secos, o que certamente indica uma condição de fenômeno de veranico.

Tabela 4 - Frequência (%) de dias secos precedidos de dias secos por mês no período de 2000 a 2009 no município de Cascavel

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	52,4	82,6	65,2	70,8	89,3	76,0	59,1	65,2	76,0	70,8
Fevereiro	76,0	88,0	88,0	66,7	84,0	88,0	88,0	72,7	73,9	66,7
Março	89,3	84,6	80,8	59,1	85,2	85,2	85,2	76,0	85,2	93,1
Abril	88,9	96,4	92,8	88,9	69,2	50,0	92,8	80,0	75,0	88,9
Mai	80,8	72,7	59,1	89,3	52,4	76,0	96,7	76,0	89,3	80,8
Junho	69,6	92,9	92,8	92,8	84,6	69,6	80,0	100	69,6	84,6
Julho	100	88,5	80,8	85,2	70,8	76,0	96,7	89,3	85,2	65,2
Agosto	89,3	80,0	76,0	89,3	93,1	89,3	85,2	100	70,8	84,6
Setembro	92,8	85,7	57,1	84,6	88,9	69,6	80,0	100	80,0	84,6
Outubro	70,8	75,0	70,8	80,8	45,0	27,8	80,8	80,8	76,0	85,2
Novembro	57,1	71,4	57,1	57,1	75,0	88,9	69,6	63,6	84,6	63,5
Dezembro	65,2	73,9	52,4	52,4	93,1	89,3	70,8	65,2	89,3	76,0
Média	77,7	82,6	76,4	76,4	77,5	73,8	82,1	80,7	79,6	78,7

Ao observar o comportamento dos dados apresentados na Tabela 4, pode se verificar que as médias anuais de frequência de dias secos variam de 73,8 % no ano de 2005 a 82,1% no ano de 2006. A média do período histórico de 2000 a 2009 foi de 78,6% de frequência de ocorrência de dias secos.

Trabalhos realizados para o Estado do Paraná, como o de Bernardes *et al.*, (1988), que analisou dados de 25 estações no período de 20 a 25 anos e concluiu que a menor frequência de 7 dias, ocorreu no litoral, aumentando do sul para o oeste do Estado. Já as frequências de 15 dias secos foram menores. A duração de períodos secos variou de 20 a 55 dias, com duração inferior a 20 dias no litoral, entre 20 e 30 dias no sul e parte do centro-oeste sendo entre 30 e 40 dias de duração, no restante do Estado.

Nos anos agrícolas de menores valores de precipitação ou considerados de estiagem ocorrem consideráveis perdas nas lavouras de soja, milho e feijão no Estado do Paraná. O que se deve realizar é a identificação de regiões com menor risco para definir as épocas de semeadura, o que se pode ser feito a partir de valores diários de evapotranspiração máxima e precipitação no cálculo do

balanço hídrico. Trabalhos realizados por Wrege *et al.*, (1997) concluíram que toda a região norte apresenta risco elevado de deficiência hídrica, ao passo que a região litorânea possui risco baixo. Nas demais regiões verificam-se nível de risco intermediário.

A Tabela 5 apresenta os dados de frequência de dias chuvosos após o dia anterior ser seco, para o período analisado compreendendo os últimos 10 anos, para o município de Cascavel. Este dado reflete a concentração da precipitação, pois quanto maior o número de dias chuvosos após um dia seco, mais distribuídas serão as precipitações ao longo do mês.

Tabela 5 - Frequência (%) observada de número de dias chuvosos quando o dia anterior foi seco por mês no período de 2000 a 2009 para o município de Cascavel

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Janeiro	47,6	17,4	34,8	29,2	10,7	24,0	40,9	34,8	24,0	29,2
Fevereiro	24,0	12,0	12,0	33,3	16,0	12,0	12,0	27,3	26,1	33,3
Março	10,7	15,4	19,2	40,9	14,8	14,8	14,8	24,0	14,8	6,9
Abril	11,1	3,6	7,1	11,1	30,8	50,0	7,1	20,0	25,0	11,1
Mai	19,2	27,3	40,9	10,7	47,6	24,0	3,3	24,0	10,7	19,2
Junho	30,4	7,1	7,1	7,1	15,4	30,4	20,0	0,0	30,4	15,4
Julho	0,0	11,5	19,2	14,8	29,2	24,0	3,3	10,7	14,8	34,8
Agosto	10,7	20,0	24,0	10,7	6,9	10,7	14,8	0,0	29,2	15,4
Setembro	7,1	14,3	42,9	15,4	11,1	30,4	20,0	0,0	20,0	15,4
Outubro	29,1	25,0	29,2	19,2	55,0	72,2	19,2	19,2	24,0	14,8
Novembro	42,9	28,6	42,9	42,9	25,0	11,1	30,4	36,4	15,4	36,4
Dezembro	34,8	26,1	34,8	47,6	6,9	10,7	29,2	34,8	10,7	24,0
Média	22,3	17,3	26,2	23,6	22,4	26,2	17,9	19,3	20,4	21,3

De acordo com os dados da Tabela 5 observa-se que, as menores frequências de dias secos ocorrem entre os meses de outubro a janeiro. Este período coincide exatamente com o período de maior precipitação para a região e com a época recomendada de semeadura das culturas de verão. Neste sentido, a ocorrência de dias secos seguidos de dias secos neste período pode facilitar os tratamentos culturais na lavoura, porém, em anos em que as sequências de dias secos são maiores, há comprometimento significativo na produtividade das culturas e redução na produção de grãos do Estado do Paraná.

Para Carvalho *et al.*, (2000) a água é um dos fatores que mais influenciam no rendimento das culturas, o sucesso da produção agrícola, principalmente em áreas desprovidas de sistemas de irrigação e que dependa das características do regime pluviométrico local. Desta forma, tanto produtor rural como o técnico responsável pelas lavouras necessita de informações sobre a duração, quantidade e distribuição das chuvas, principalmente quando se pensa na definição das datas mais apropriadas ao preparo do solo e plantio. Para Freitas e Grimm (1998) a ocorrência de longos períodos secos (veranicos) tem-se tornado um fator limitante para a agricultura, em função da redução da produtividade das lavouras estarem diretamente ligada à disponibilidade de água.

Segundo Ayode (1983), a distribuição e a irregularidade da chuva, no tempo e no espaço são as principais características climáticas que afetam de modo significativo à produção agrícola de uma região.

Para Klosowski *et al.* (2000) a análise de série de dados climatológicos pode oferecer detalhes e subsídios, tanto no que diz respeito ao conhecimento da realidade espacial quanto ao da organização das atividades econômicas de uma maneira geral. Neste sentido, conhecer o comportamento ao longo do ano dos números de dias com chuva é fundamental para a maioria das atividades que envolvem o ciclo de uma cultura, principalmente no que tange a mecanização agrícola. Não basta conhecer os totais de chuva observados tanto no período diário, como no mensal ou anual, mas como ocorreu a distribuição temporal, sua frequência e intensidade (Sant'Anna Neto e Barrios, 1996).

Para a agricultura é interessante que a tendência de dias secos consecutivos seja sempre menor, pois de acordo com os estudos de Martins e Reis (2008), esta tendência diminui a ocorrência de estiagens, uma vez que muitos agricultores não dispõem de sistemas de irrigação e dependem diretamente da precipitação para manter suas áreas produtivas.

CONCLUSÕES

A precipitação média no período de 1973 a 1998 de 1971 mm foi inferior em 349,5 mm ao período da última década analisada de 2000 a 2009 que foi de 1621,5 mm. Os meses mais chuvosos do ano estão entre os meses de outubro a fevereiro e os mais secos entre julho a setembro.

A média observada de dias secos na década em estudo foi de 82,5% e de dias chuvosos foi de 17,5%. Já a média observada de dias secos precedidos de dias secos foi de 78,5% e o de dias chuvosos seguidos de dias chuvosos fora de 11,5%.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária e CAPES pelo apoio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

ARAI, F. K.; GONÇALVES, G. G. G.; PEREIRA, S. B.; PEIXOTO, P. P. P. *Estudo do comportamento pluvial na região de Dourados, MS*. Agrarian, v. 2, n. 6, p. 105-112, out./dez. 2009.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na agricultura*. ed. 20. Brasília: EMBRAPA, 1988. 434p.

AYODE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1983. 332p.

- BERNARDES, L. R. M.; AGUILAR, A. P.; ABE, S. *Frequência de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná*. Boletim de Geografia, Maringá, n.9, ano 6, p.83-108, 1988.
- CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; PORFIRIO, A. C. S.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; SANTOS, M. A.; WANDERLEY, H. S. *Probabilidade de ocorrência de períodos secos para a região de Rio Largo, Alagoas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, XVI, 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia – SBA, 2009. (CD-Rom)
- CARVALHO, D. F.; FARIA, R. A.; SOUSA, S. A. V.; BORGES, H. Q. *Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG*. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.172-176. 2000.
- CASTRO NETO, P.; VILLELA, E. A. *Veranico: um problema de seca no período chuvoso*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.59-62. 1986.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2000. (CD)
- CRUZ, E. S.; CARVALHO, D. F.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M. A. H.; AQUINO, R. M. *Ocorrência de veranicos no estado do Rio de Janeiro*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.68-79, jan./abr., 2004.
- FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATI, M. U. *Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia - SBA, 1997.
- FREITAS, E. D.; GRIMM, A. M. *Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa para regiões homogêneas no Estado do Paraná*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, Brasília. 1998. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET, 1998.
- GOMES, S.; SOUZA, J. L. M.; MELO, M. C.; PACHECHENIK, P. E. *Programa para estimar a probabilidade de ocorrência de chuva mensal*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro. Anais... São Pedro: UNESP, 2004.
- HAGMAN, G. *Prevention Better than Cure, Report on Human and Environmental Disasters in the Third World*. Paper the from Red Cross Suecia, Estocolmo, 1984.
- HAYLOCK, M. R. N.; HOFSTRA, A. M. G.; KLEIN TANK, E. J.; KLOK, P. D.; JONES, M. N. (2008), *A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006*. Journal of Geophysical Research, v. 113, oct., 2008.
- IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. *Médias históricas em estações do IAPAR*. 2011. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Cascavel.html> Acesso em: 12 abr. 2011.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. *Manual de observações meteorológicas*. 3 ed. Brasília: INMET, 1999. 117 p.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Working Group I. *Third Assessment Report. Summary for Policymakers*. WMO. 17 pp. Disponível em: http://www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc/wg1/WG1-SPM.pdf. Acesso em: 03 mar. 2011.

KLOSOWSKI, E. S.; BALDO, M. C.; GALVANI, E. *Frequência de ocorrência do número de dias com chuva para a região de Maringá*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia – SBA, 2000.

MARENGO, J.; ALVES, L. M. ; VALVERDE, M. C. ; ROCHA, R. *Eventos Extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o século XXI: projeções de clima futuro usando três modelos regionais*. Relatório no. 5. Cachoeira Paulista: MMA/INPE/CPTec, 2007. (relatório científico para o Ministério do Meio Ambiente).

MARTINS, T. R.; ASSIS, S. V. de. *Obtenção da frequência de dias secos consecutivos utilizando a relação precipitação- evapotranspiração*. XVII CIC - Congresso de Iniciação Científica - X ENPOS - Encontro de Pós-Graduação Universidade Federal de Pelotas, 2008, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2008.

MARTINS, T. R.; ASSIS, S. V. *Obtenção da frequência de dias secos consecutivos utilizando a relação precipitação- evapotranspiração*. In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E X ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2008, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2008.

MOLION, L. C. B. *Secas*. Ciência Hoje, v.3, n.18, p.26-32, 1985.

PAIVA, E. M. C. D. *Regime de precipitação na Amazônia e sua relação com o desmatamento e temperatura da superfície do mar*. 1996. 298 p. Tese (Doutorado em Engenharia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

RICCE, W. da S.; CARAMORI, P. H.; MORAIS, H.; SILVA, D. A. B.; ATAÍDE, L. T. *Análise de tendências na temperatura e precipitação em Londrina, Estado do Paraná*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia – SBA, 2009.

SANS, L. M. A; ASSAD, D; GUIMARÃES, D. P; AVELAR G. *Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria - RS, 9(3): 527-539, 2001.

SANSIGOLO, A. S. *Variabilidade Interanual da estação chuvosa em São Paulo*. Climanálise, v. 9, p. 40-43, 1989.

SANT'ANNA NETO, J. L.; BARRIOS, N. A. Z. *Boletim climatológico*. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 1996. 56 p.

SANTOS, M. J.; ARAÚJO, L. E.; OLIVEIRA, E. M. *Seca, precipitação e captação de água de chuva no Semi-árido*. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 055-073, jan/abr, 2009.

SANTOS, R. F; CARLESSO, R. *Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, J. G. F. da; MORGAN, U. E.; PIMASSONI, L. H. S.; RAMOS, H. E. dos A. *Probabilidade de Ocorrência de Dias Chuvosos e Precipitação Mensal e Anual para o Município de Colatina – ES*. In: CBMET - CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16, 2010, Colatina. Anais... Colatina: Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET, 2010.

SILVA, M. E. S.; GUETTER, A. K. *Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná*. Revista Terra Livre, São Paulo, vol. 1, n. 20, p. 111-126, jan/jul., 2003.

SIMEPAR - Instituto Simepar. *Planilhas eletrônicas* [mensagem pessoal]. 2010. Mensagem recebida por <willian_will92@hotmail.com> em 12 jan. 2011.

VINCENT, L.; PETERSON, T.; BARROS, V. G. *Observed trends in indices of daily temperature extremes in south America, 1960-2002*. Journal of Climate. V. 18, p. 5011 – 5023, 2006.

WREGE, M. S.; GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; VASCONCELLOS, M. E. C.; OLIVEIRA, D.; ABUCARUB NETO, M.; CAVIGLIONE, J. H. *Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no Estado do Paraná*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 5, n. 1, p. 51-59, 1997.