

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar o regime pluviométrico e estimar preliminarmente o balanço hídrico climatológico para o município de Fernandes Pinheiro, Paraná. A série de dados estudados compreendeu o período de 1963 a 2004, da Estação Agrometeorológica de Fernandes Pinheiro, monitorada pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Os procedimentos metodológicos pautaram-se em cálculos estatísticos da média, do desvio padrão, do coeficiente de variação mensal e anual da pluviosidade, e na aplicação do método do balanço hídrico climatológico. Os resultados obtidos apontaram que é normal a presença de um período de déficit hídrico no solo, independentemente da quantidade pluviométrica, e que, apesar da pouca variabilidade pluviométrica anual, existe uma significativa variabilidade pluviométrica mensal no município de Fernandes Pinheiro.

**Palavras-chave:** balanço hídrico; chuva; evapotranspiração; balanço hídrico climatológico.

## Variabilidade pluviométrica e disponibilidade hídrica em Fernandes Pinheiro, região Centro-Sul do estado do Paraná

*Leandro Redin Vestena<sup>1</sup>; Jucelmo Calux<sup>2</sup>*

## Variabilidad en las precipitaciones y en la disponibilidad de el agua en Fernandes Pinheiro, en la región centro-sur del estado de Paraná - Brasil

### Resumen

Este estudio tuvo como objetivo examinar el régimen de las precipitaciones y una estimación preliminar del balance hídrico climático de la ciudad de Fernandes Pinheiro, Paraná. Fue estudiada la serie de datos del período comprendido entre 1963 y 2004, obtenidos en la Estación Meteorológica de Fernandes Pinheiro, supervisadas por el Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR). Los procedimientos metodológicos se basaban en los cálculos estadísticos de la media, desviación estándar, coeficiente de variación de las precipitaciones mensuales y anuales, y la aplicación del método de balance hídrico climático. Los resultados indican que es normal tener un período de baja humedad del suelo, independientemente de la cantidad de lluvia y que, a pesar de la variabilidad baja de las precipitaciones anuales, hay una variabilidad significativa de la precipitación mensual en el municipio de Fernandes Pinheiro.

**Palabras llave:** balance hídrico; lluvia; evapotranspiración; balance hídrico climático

### Introdução

A dependência que o homem tem da água para a sua sobrevivência, organização e reorganização do espaço pode ser claramente percebida quando se observa os níveis de consumo atuais. Aproximadamente 4.000 km<sup>3</sup> de água são retirados anualmente de fontes naturais como rios, lagos e aquíferos, configurando-se, portanto, como um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem (MARQUES, 1999).

A escassez de água em determinadas regiões

do Brasil é consequência da variabilidade espacial. Enquanto aproximadamente 80% dos recursos hídricos do país concentram-se na Amazônia, onde vive apenas 5% da população, no Nordeste 35% da população dispõe de apenas 4% dos recursos hídricos do país (MARQUES, 1999).

A água, frequentemente definida como recurso infinito e renovável, deve ser considerada também como recurso econômico, e sua escassez vem alertando a sociedade sobre os riscos do desequilíbrio entre sua disponibilidade e demanda.

Na região centro-sul do Estado do Paraná o

1 Doutor em Hidrologia e Hidráulica Aplicada pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO-PR. E-mail: lvestena@unicentro.br.

2 Especialista em Planejamento Urbano e Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO-PR. E-mail: jcalux@yahoo.com.br.

Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios é, em sua maioria, proveniente de atividades agrícolas. As atividades agrícolas são fortemente influenciadas pelas condições climáticas, principalmente pela disponibilidade hídrica. Assim, pesquisas que busquem entender a dinâmica hídrica são fundamentais à medida que fornecem informações para a tomada de decisão no sentido de prevenir e amenizar os impactos, principalmente decorrentes de eventos extremos (escassez ou excessos de água).

A pluviosidade é a água na forma líquida ou sólida que se precipita no solo, na forma de chuva. Por ser um importante suprimento de água para os seres vivos, a pluviosidade é essencial às atividades vitais e um dos mais importantes agentes de controle do ciclo hidrológico e das condições ecológicas e geográficas das paisagens.

As chuvas estão ligadas à ascensão de ar e podem ocorrer devido aos seguintes fatores: a) convecção térmica; b) relevo; e c) ação frontal de massas (STRAHLER, 1986). As chuvas estão associadas às nuvens do tipo *cumulonimbus* ou *nimbostratus* e apresentam gotas com diâmetro entre 1 e 6 milímetros (AYOADE, 1991).

A pluviosidade varia no espaço e no tempo. A variação da pluviosidade tem grande importância na caracterização do clima de uma região, por condicionar períodos com excedente e/ou escassez hídrica.

Para se conhecer as condições hídricas, ou seja, avaliar a ocorrência de épocas em que há excesso de água e épocas em que há deficiência de água utiliza-se o método do balanço hídrico. O balanço hídrico é a contabilidade da água do solo e resulta da aplicação do princípio de conservação de massa para a água num volume de solo vegetado (PEREIRA et al., 1997). A variação de armazenagem hídrica no solo é dada a partir do balanço entre a entrada e a saída de água, a entrada de água se dá basicamente pela chuva e a saída ocorre principalmente pela evapotranspiração, escoamento superficial e drenagem profunda.

No Brasil observam-se os mais variados tipos de balanço hídrico, desde regiões super úmidas na Amazônia e no Sul, com um total anual de excesso hídrico, até regiões semi-áridas no Nordeste, com escassez hídrica. De acordo com Mota (1977) “a duração da estação seca no Brasil Tropical está

relacionada com o total de deficiência hídrica, tendo-se usado, então este último valor como índice climático para identificar regiões e balanços hídricos diferentes”.

Para as atividades agrícolas, ter conhecimento da disponibilidade hídrica permite ao agricultor escolher estratégias e alternativas, assim como planejar a necessidade ou não de irrigação, obtendo, assim, um melhor rendimento das safras tanto no que diz respeito à qualidade como à quantidade da produção.

Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo analisar a variação mensal e anual da pluviosidade e estimar o balanço hídrico climatológico de ano seco e chuvoso em Fernandes Pinheiro, região Centro-Sul do Estado do Paraná.

## Materiais e métodos

Os dados meteorológicos utilizados foram temperatura e pluviosidade da Estação Agrometeorológica de Fernandes Pinheiro/PR – monitorada pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) no período de 1963 a 2004, localizada na área rural do município de Fernandes Pinheiro/PR, a 25° 27' de latitude Sul e 50° 35' de longitude Oeste, e a 893 metros de altitude, identificada sob o código 02550025, segundo o Sistema Meteorológico Paranaense (SIMEPAR).

O clima no município de Fernandes Pinheiro é o (Cfa) - Subtropical Úmido Mesotérmico, de verões quentes, geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, cujas médias anuais são: temperatura dos meses mais quentes superior a 22 °C e dos meses mais frios inferior a 18 °C; temperatura anual de 19 °C; chuvas entre 1.500 a 1.600 mm; umidade relativa do ar a 80%; índice hídrico igual a 100; sem deficiência hídrica (SPVS, 1996).

A partir da pluviosidade classificaram-se os anos-padrão. Se a distribuição da pluviosidade de um período anual ou sazonal for semelhante à média de vários anos de um determinado local tem-se, assim, um ano padrão normal. No caso de haver, na distribuição das precipitações anual ou sazonal, um desvio negativo em relação à média do período, tem-se um ano seco; e se acontecer desvios positivos, ou

seja, chover mais que a média local, um ano chuvoso.

Para a classificação dos anos-padrão para o município de Fernandes Pinheiro/PR utilizou-se a técnica do coeficiente de variação da pluviosidade, proposta por Monteiro (1971) e adotada por Barrios e Hernández (1992). O desvio mensal da pluviosidade e do coeficiente da variação são dados por:

$$Dm = T - Me \quad (1)$$

$$CVm = Dm * 100 / Me \quad (2)$$

Em que: *Dm* é o desvio mensal da pluviosidade; *T* é a pluviosidade total mensal; *Me* a média da pluviosidade mensal; e *CVm* é o coeficiente de variação mensal da pluviosidade.

O coeficiente anual da pluviosidade é obtido a partir da equação:

$$CVa = Scvn - Scvp / N^{\circ} \text{ de anos} \quad (3)$$

Sendo: *Scvn* a soma dos coeficientes negativos e *Scvp* a soma dos coeficientes positivos.

A partir do *CVm* e *CVa* os anos e os meses foram classificados de acordo com a tipologia proposta por Monteiro (1976): 1) *Ano normal (N)* apresenta variações positivas ou negativas até 15% (-15% a 15%); 2) *Ano normal tendente a seco (Ntc)* apresenta desvios negativos e positivos de 15% a 30% (-30% a -15%); 3) *Ano seco (S)* apresenta anomalias negativas iguais ou superiores a 30% (menor ou igual a -30%); 4) *Ano normal tendente a chuvoso (Ntc)* varia entre 15% a 30%; e 5) *Ano chuvoso (C)* apresenta anomalias iguais ou maiores que 30% (maior ou igual a 30%).

O método do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955) foi empregado para contabilizar a disponibilidade hídrica no solo, no ano que apresentou maior *CVa* positivo e negativo, e para os dados médios do período estudado. Para sua aplicação, utilizou-se uma planilha no *software Microsoft® Office Excel®*, versão 2003, elaborada por D' Angiolella e Vasconcellos (2002).

A evapotranspiração potencial (*ETP*) é a quantidade de água transferida para a atmosfera através da evaporação e transpiração de uma superfície totalmente vegetada com vegetação de porte baixo e sem restrição de água no solo. A *ETP* foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948), para um mês de 30 dias, tendo cada dia 12 horas de

fotoperíodo (insolação diária), por meio das equações:

$$ETP = 16 \left( \frac{10.Ti}{I} \right)^a \quad (4)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{Ti}{5} \right)^{1,514} \quad (5)$$

$$a = 6,75.10^{-7}.I^3 - 7,71.10^{-5}.I^2 + 1,7912.10^{-2}.I + 0,49239 \quad (6)$$

Sendo: *ETP* a evapotranspiração potencial média mensal não ajustada (mm mês<sup>-1</sup>); *Ti* a temperatura média mensal (°C); *I* o índice de calor; *a* um coeficiente. O subscrito *i* representa o mês do ano, por exemplo, *i=1* para janeiro, *i=2* para fevereiro, etc. Para estimar a *ETP* para um mês determinado mês, com um determinado número de dias no mês (ND) e um número de horas com fotoperíodo médio mensal (N), deve-se fazer uma simples correção, dada por:

$$ETP_{\text{corrigida}} = ETP \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{ND}{30} \quad (7)$$

O cálculo do balanço hídrico climatológico resulta nas informações: *P-ETP* é a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração; *NEG.AC* é o negativo acumulado de água no solo; *ARM* é o armazenamento de água no solo; *ALT* é a alteração entre o *ARM* do mês atual e o *ARM* do mês anterior; *ETR* é a evapotranspiração real; *DEF* é a deficiência; e *EXC* é o excedente hídrico (MOTA, 1977; OMETTO, 1981).

A capacidade de armazenagem de água no solo (*CAD*) adotada foi de 100 mm pela predominância na região de estudo de solos do tipo Litólicos, Latossolos, Podzóis e Terras Roxas (SPVS, 1996), considerados como solos com pequena capacidade de retenção (PRADO, 1995; SILVA et al., 2003).

## Resultados e discussões

A pluviosidade média anual para o período de 1963 a 2004 foi de 1.601 mm, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, com uma média de 179 mm,

e agosto o mais seco, com média de 80 mm (Figura 1). Os meses mais chuvosos foram janeiro, outubro e dezembro e os menos chuvosos foram agosto, abril e julho.

Os meses mais chuvosos no município de Fernandes Pinheiros/PR, localizado na região geográfica natural denominada de *segundo planalto ou planalto de Ponta Grossa* por Maack (2002), coincidiram também nos municípios de Guarapuava (THOMAZ e VESTENA, 2003) e Pitanga (VESTENA e LANGE FILHO, 2008), na região geográfica natural do *terceiro planalto ou planalto de trapo do Paraná*, ambos situados na região central do Estado do Paraná. Enquanto os meses mais secos, com menores índices de pluviosidade, respectivamente em Fernandes Pinheiro foram agosto, abril e julho; em Guarapuava foram agosto, julho e junho (THOMAZ e VESTENA, 2003); e em Pitanga agosto, julho e março (VESTENA e LANGE FILHO, 2008).

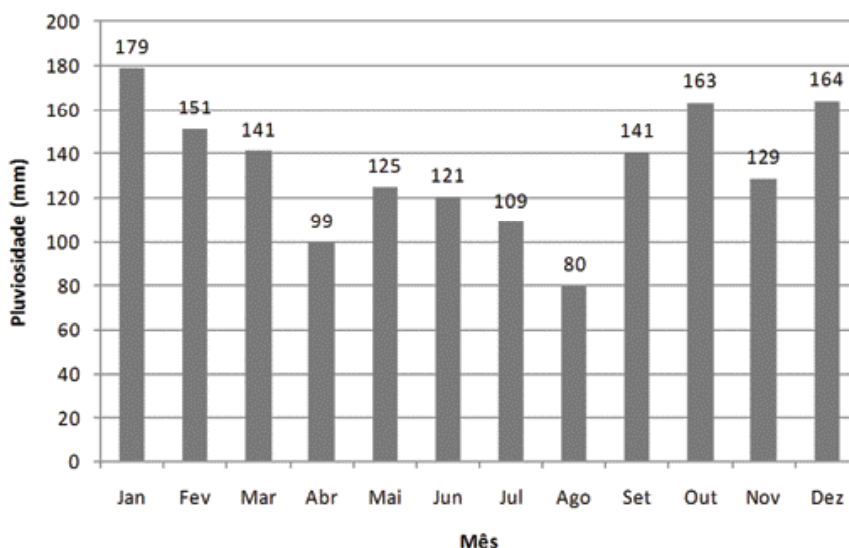
O coeficiente de variação pluviométrica anual mostrou variações pluviométricas anuais negativas e positivas. Apesar de nenhum ano ter apresentado *CVa* menor que -15%, os valores que mais se aproximaram (acima de -10%) foram os anos de 1968, 1974 e 1985, com -19,7, -14,0 e -10,1%, respectivamente. Os anos de 1983, 1990 e 1998 apresentaram as maiores

variações pluviométricas positivas anuais, em relação à média anual no período de 1963 a 2004, sendo estas 16,4%, 11,9% e 13,9%, respectivamente (Tabela 1).

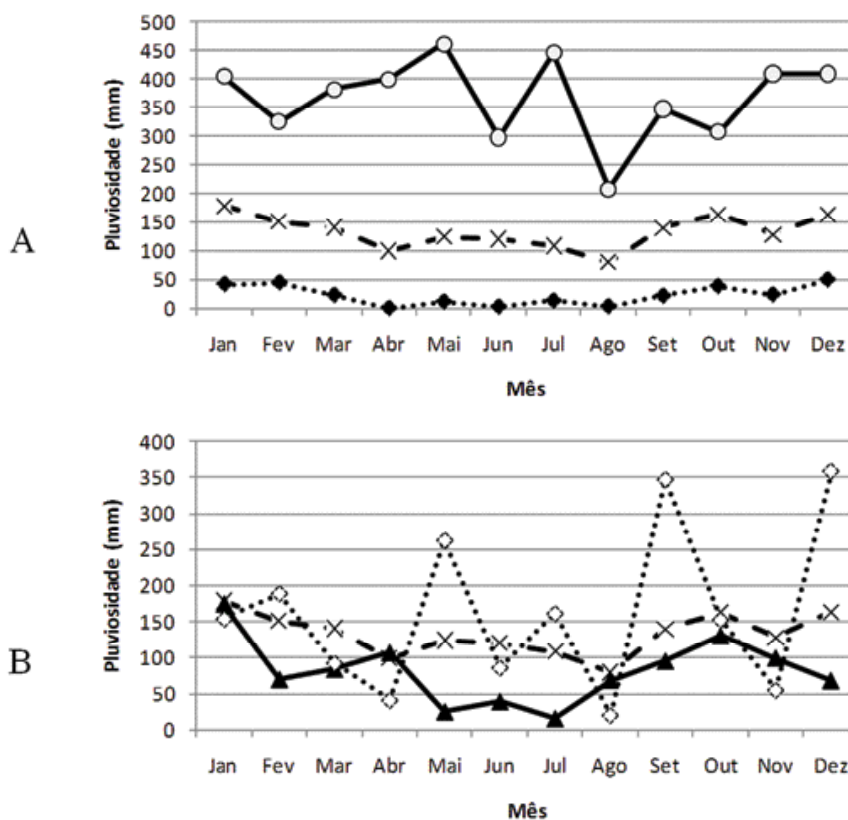
Na Tabela 1 constata-se que apenas os anos de 1968 e 1983 apresentaram variações superiores a -15% e a 15%, respectivamente, sendo considerados, então, como *um ano normal tendente a seco* 1968 e *um ano tendente a chuvoso* 1983, e os demais anos não apresentaram variações maiores que 15% e -15%, sendo considerados *anos normais*.

Na Figura 2 (A) tem-se a pluviosidade mensal média, mínima e máxima registrada no período de janeiro de 1963 a dezembro de 2004 e na Figura 2 (B) a pluviosidade mensal dos anos de 1968 e 1983 comparadas com a média do período. Nela verifica-se que a pluviosidade nos meses de maio, setembro e dezembro em 1983, ano classificado como tendente a chuvoso foram bem superiores a média mensal. Enquanto o ano de 1968, ano tendente a seco, com exceção do mês de abril apresentou pluviosidade próxima a média mensal, nos demais meses o índice pluviométrico foi inferior à média.

A classificação dos meses a partir da tipologia sugerida por Monteiro (1976) para classificar os anos-padrão mostrou que de modo geral a maior ocorrência é de mês seco (32%) e a menor de normal tendente a chuvoso (7%), da análise de 504 meses,



**Figura 1.** Pluviosidade média mensal no período de Jan/1963 a Dez/2004



**Figura 2.** Pluviosidade mensal média, mínima e máxima (A) e pluviosidade mensal média, de 1968 (ano tendente a seco) e 1983 (ano tendente a chuvoso) (B)

do período de janeiro de 1963 a 2004 (Tabela 2 e Figura 3). A maioria dos meses, ou seja, 78% deles, apresentou variações significativas, ou seja, coeficiente de variação superior a 15% para mais ou para menos da média do período.

Dos 504 meses analisados, 162 foram classificados como *seco*, 124 *chuvoso*, 113 *normal*, 70 *normal tendente a seco* e 35 *normal tendente a chuvoso*. Na Figura 4 verifica-se que, apesar da variação, de modo geral ocorreu uma ordem no número de incidência. Os meses de março, abril, maio, junho, julho agosto, setembro e novembro apresentaram maior incidência da tipologia *seco*, enquanto, os meses classificados em *normal tendente a chuvoso* apresentaram menor incidência, com exceção do mês de setembro. O mês de outubro foi o que mais se apresentou dentro da normalidade.

A partir da média da classificação dos

meses quanto à pluviosidade, pode-se afirmar que em média 3,96 dos meses do ano apresentam-se secos (32%), 2,95 chuvosos (25%), 2,69 normais (22%), 1,67 normais tendentes a seco (14%) e 0,83 normal tendente a chuvoso (7%). A partir da análise dos dados, verifica-se uma variabilidade temporal considerável dos volumes mensais precipitados ao longo do ano.

Para avaliar a disponibilidade hídrica ao longo do ano, empregou-se o método do balanço hídrico climatológico para o ano de 1968, ano que apresentou o menor índice pluviométrico no período estudado (1963-2004) e, com exceção do mês de abril, os demais meses apresentaram índices inferiores aos das médias mensais do período estudado. A ocorrência em 1968 do menor *CVa* contrariou a indicação de que em ano de ocorrência do fenômeno *El Niño* tem-se na região Sul do Brasil precipitações

**Tabela 1.** Coeficiente de variação anual pluviométrica, desvio padrão e anos-padrão.

Ano	Pluviosidade anual (mm)	Desvio padrão (mm)	Coeficiente de variação anual da pluviosidade (%)	Tipologia para anos-padrão
1963	1401,7	199,7	-5,4	Normal
1964	1478,5	122,9	-0,9	Normal
1965	1786,6	-185,2	4,1	Normal
1966	1472,1	129,3	-3,4	Normal
1967	1291,2	310,2	-5,9	Normal
1968	979,3	622,1	-19,7	Normal tendente a seco
1969	1550,6	50,8	-1,1	Normal
1970	1585	16,4	-2,8	Normal
1971	1710,5	-109,1	1,9	Normal
1972	1625,0	-23,6	0,4	Normal
1973	1804,2	-202,8	5,4	Normal
1974	1206,7	394,7	-14,0	Normal
1975	1362,2	239,2	-9,3	Normal
1976	1901,1	-299,7	6,0	Normal
1977	1403,0	198,4	-3,6	Normal
1978	1386,1	215,3	-3,1	Normal
1979	1748,3	-146,9	2,4	Normal
1980	1834,3	-232,9	4,7	Normal
1981	1226,7	374,7	-7,6	Normal
1982	1793,5	-192,1	4,2	Normal
1983	2451,5	-850,1	16,4	Normal tendente a chuvoso
1984	1723,3	-121,9	4,6	Normal
1985	1012,8	588,6	-10,1	Normal
1986	1537,5	63,9	-2,3	Normal
1987	1563,0	38,4	-0,5	Normal
1988	1173,8	427,6	-8,0	Normal
1989	1607,5	-6,1	0,3	Normal
1990	2153,7	-552,3	11,9	Normal
1991	1374,4	227	-4,5	Normal
1992	1721,3	-119,9	3,6	Normal
1993	1926,0	-324,6	4,3	Normal
1994	1633,4	-32	0,2	Normal
1995	1583,4	18	-2,3	Normal
1996	2087,7	-486,3	6,4	Normal
1997	1709,5	-108,1	1,2	Normal
1998	2262,2	-660,8	13,9	Normal
1999	1487,9	113,5	-2,8	Normal
2000	1672,0	-70,6	-0,1	Normal
2001	1700,0	-98,6	1,8	Normal
2002	1528,2	73,2	-1,3	Normal
2003	1416,6	184,8	-4,3	Normal
2004	1385,4	216	-4,0	Normal

Fonte: Dados pluviométricos (LAPAR, 2005)



**Tabela 2.** Coeficiente de variação mensal (*CVm*), no período de Jan/1963 a Dez/2004

Ano	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO MENSAL (%)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1963	11,3	7,7	114,1	-76,9	-84,4	-69,0	-87,0	-52,4	-52,8	52,9	53,4	-43,9
1964	-72,6	20,2	75,1	-13,8	-55,9	58,7	-26,5	85,0	-36,1	-56,9	-33,1	18,3
1965	-22,4	40,7	-6,2	153,1	24,4	-64,2	120,5	-42,9	-48,3	36,2	-23,2	5,4
1966	-44,0	115,0	-45,9	-26,5	-37,3	-19,8	-64,3	-19,1	-38,8	76,7	-35,2	-2,0
1967	0,5	34,4	-12,3	-59,2	-85,9	49,7	-18,9	-30,1	-50,5	-56,9	-4,4	-15,7
1968	-2,3	-53,9	-40,3	7,5	-79,7	-67,3	-85,4	-13,8	-32,1	-20,0	-22,6	-58,4
1969	-17,0	-19,7	0,9	47,8	-27,6	4,0	-34,5	-52,4	24,7	12,7	43,7	-25,7
1970	-70,4	-45,6	-70,4	-43,2	5,6	114,6	-23,0	-70,3	-5,9	-10,2	-49,2	149,5
1971	3,7	0,9	83,7	18,9	55,2	21,5	45,1	-67,0	26,5	-57,5	-52,4	-1,1
1972	27,6	89,1	-55,5	-41,4	-84,7	-11,4	-10,2	116,6	-3,2	32,9	-41,6	0,1
1973	20,8	-16,4	-7,9	52,0	0,6	32,8	43,1	123,3	44,0	-25,9	-25,0	-14,1
1974	-2,3	-13,2	-293,2	-30,4	-57,4	35,1	-60,1	5,3	-77,7	-8,7	-23,7	-60,1
1975	-42,0	-30,8	-29,8	-20,1	-69,9	-36,6	-43,3	-175,2	22,1	-7,1	57,1	-16,9
1976	47,7	-16,2	5,8	-9,2	43,5	20,7	-12,6	110,3	-7,0	-23,9	43,3	48,5
1977	-27,8	12,5	103,7	6,3	-86,7	-17,8	-44,0	-22,9	-59,1	-17,0	39,1	-39,1
1978	-35,3	-70,2	59,9	-100,0	-16,6	-18,8	79,0	40,0	-18,6	-44,7	4,0	-6,9
1979	-16,6	-15,4	5,1	-34,6	131,7	-82,0	-44,8	22,1	88,9	69,2	16,7	-40,5
1980	51,1	-4,0	-36,4	-12,4	-33,5	-26,3	67,1	98,0	77,7	-2,3	-3,2	19,4
1981	12,8	-30,3	-41,0	17,6	-60,2	-47,9	-83,9	-57,6	-44,5	-17,1	18,6	15,4
1982	-76,4	-28,0	-24,6	-29,8	-30,1	147,1	56,7	-29,0	-84,6	62,4	218,3	-4,1
1983	41,5	-41,1	70,1	68,7	208,9	79,3	309,7	-96,1	78,2	4,7	8,4	-44,8
1984	-26,9	-55,3	69,5	60,8	-20,7	57,7	-41,2	144,6	-8,5	-76,4	73,6	13,8
1985	-63,4	-5,9	1,3	94,2	-71,2	-75,4	-43,5	-92,3	-38,6	-51,8	-6,4	-69,5
1986	47,7	-53,6	1,2	-10,1	54,9	-97,8	-88,2	13,8	-19,1	-27,2	-23,6	107,5
1987	2,6	10,0	-83,7	-9,7	230,8	-1,5	-40,3	-25,3	-57,3	-24,2	-7,0	-14,0
1988	-13,6	-46,5	-75,2	8,1	139,4	-28,1	-86,6	-75,8	-49,0	-24,1	-81,5	-4,0
1989	33,9	74,4	-26,7	-10,2	49,2	-62,2	46,6	20,4	25,7	-32,1	-44,8	-60,0
1990	112,0	-10,7	-24,6	90,7	-20,6	23,2	91,4	160,0	20,4	8,0	108,7	-60,1
1991	-26,5	-61,8	-48,5	6,6	-68,7	114,4	-85,0	-29,1	-63,3	31,9	-19,3	61,5
1992	-52,4	26,7	48,5	-39,6	270,4	-45,2	15,2	62,8	-30,9	-14,3	-24,3	-64,9
1993	-13,6	25,2	-34,1	-58,1	110,8	-28,0	48,8	-73,6	147,1	-6,2	-56,7	118,6
1994	-10,7	58,4	-54,6	22,5	-10,4	57,2	81,6	-93,4	-77,3	1,7	9,3	25,1
1995	126,3	44,3	-76,3	-44,3	-79,4	-2,3	21,6	-67,6	70,4	-4,1	-56,6	-28,3
1996	62,7	107,3	119,5	-72,4	-90,9	6,9	-12,9	1,1	54,5	32,8	-15,0	74,6
1997	9,3	-12,4	-58,3	-76,7	-47,1	45,6	-29,3	29,0	27,0	88,0	64,3	10,2
1998	4,9	-7,7	170,5	302,0	-58,9	-40,3	16,9	110,5	132,6	50,3	-78,9	-17,9
1999	-12,1	48,0	-26,9	-15,9	-32,4	86,8	5,8	-91,5	-7,6	-33,0	-46,7	10,2
2000	59,6	23,9	-19,3	-72,3	-75,8	26,7	-20,9	-2,8	133,7	-8,2	-44,7	-1,7
2001	-9,6	3,7	-16,3	-13,7	36,7	-13,9	36,5	9,9	2,9	33,0	-14,1	18,4
2002	35,1	-61,6	-38,3	-18,3	60,0	-80,4	-39,9	21,5	29,0	-17,4	72,9	-17,1
2003	-14,0	-7,0	-27,5	-23,3	-72,4	-13,7	30,7	-75,4	-36,2	4,3	-5,3	59,2
2004	-40,0	-35,9	-22,1	3,5	37,2	-31,0	10,3	-67,8	-57,5	70,4	7,7	-44,3

Fonte: Dados pluviométricos (LAPAR, 2005)

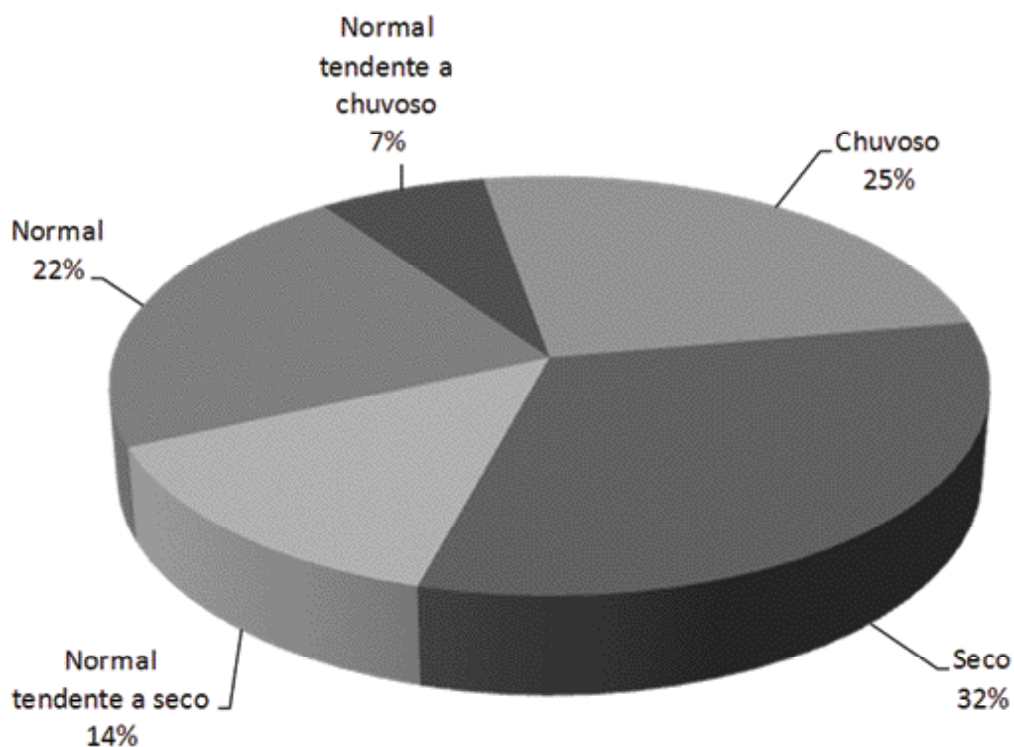


Figura 3. Distribuição da classificação pluviométrica mensal (Jan/1963 a Dez/2004)

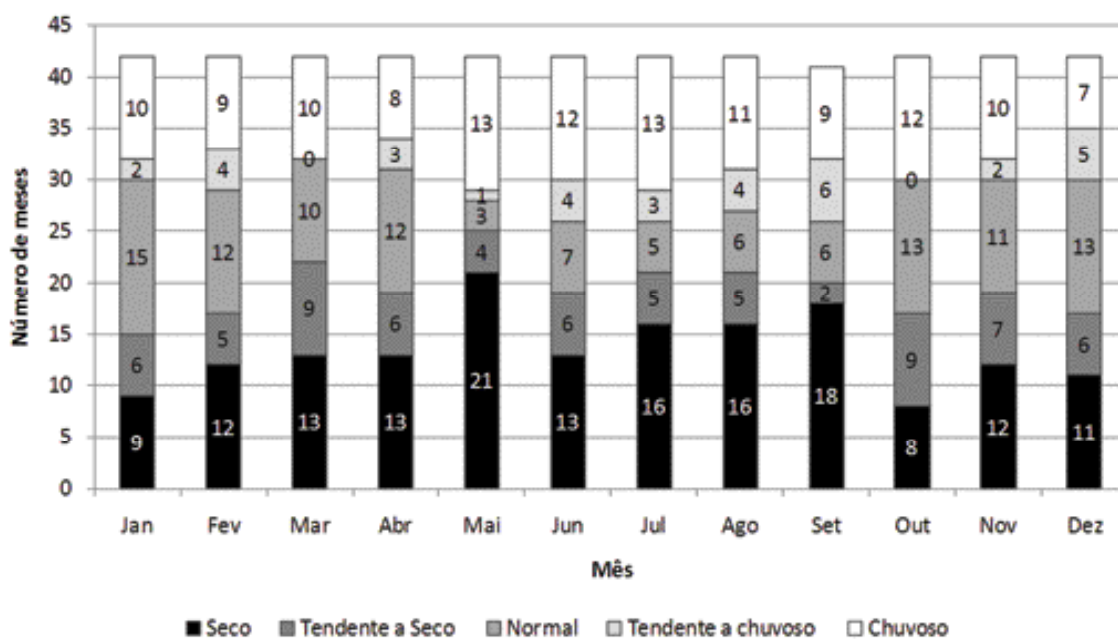


Figura 4. Número de incidência de meses segundo a tipologia



abundantes, principalmente na primavera e chuvas intensas de maio a julho (INPE, 2003).

A partir da Figura 5 e a Tabela 3 pode-se observar os dados obtidos pelo balanço hídrico de 1968, nos quais é possível verificar que os meses de maio, junho, julho e dezembro apresentam deficiência hídrica, e os meses de janeiro, fevereiro, março, abril,

setembro, outubro e novembro, excessos de água no solo.

A presença de meses com *déficit* hídrico no município de Fernandes Pinheiro/PR diverge do apontamento da SPVS (1996), de que não existe deficiência hídrica na região. A grande variabilidade temporal e espacial da chuva exige estudos em

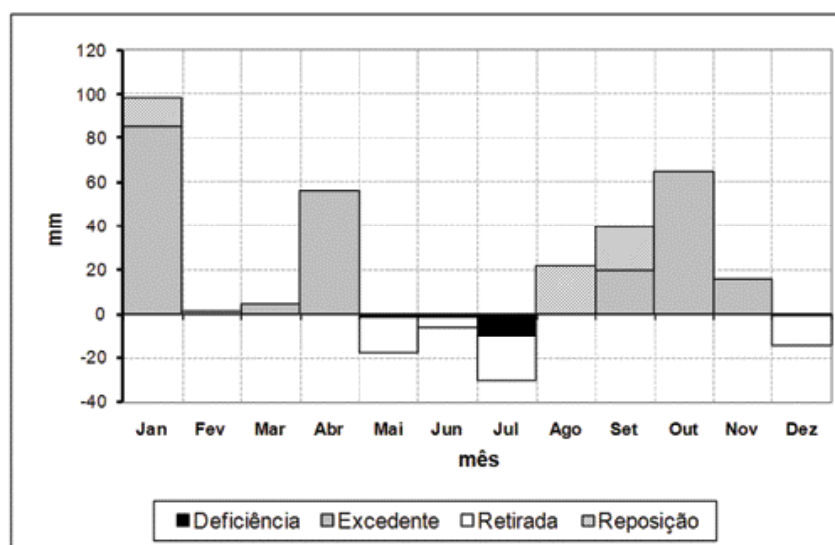


Figura 5. Balanço hídrico de 1968

Tabela 3. Balanço hídrico do ano de 1968

MÊS	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan.	76,05	98,7	0,0	100,00	0,00	76,0	0,0	98,7
Fev.	68,79	1,0	0,0	100,00	0,00	68,8	0,0	1,0
Mar.	79,76	4,4	0,0	100,00	0,00	79,8	0,0	4,4
Abr.	51,04	56,0	0,0	100,00	0,00	51,0	0,0	56,0
Mai.	42,99	-17,7	-17,7	83,79	-16,21	41,5	1,5	0,0
Jun.	45,03	-5,6	-23,3	79,20	-4,58	44,0	1,0	0,0
Jul.	46,25	-30,3	-53,7	58,47	-20,73	36,6	9,6	0,0
Ago.	47,40	21,6	-22,2	80,07	21,60	47,4	0,0	0,0
Set	55,90	39,5	0,0	100,00	19,93	55,9	0,0	19,6
Out.	66,20	64,5	0,0	100,00	0,00	66,2	0,0	64,5
Nov.	83,63	16,0	0,0	100,00	0,00	83,6	0,0	16,0
Dez.	82,56	-14,3	-14,3	86,71	-13,29	81,6	1,0	0,0
Total	745,59	233,7	-	1088	-13,29	732,5	13,1	260,1
Média	62,13	19,5	-	90,7	-	61,0	1,1	21,7

Dados básicos: LAPAR (2005)

nível de escala local (município, distrito, localidade) em detrimento de estudos regionais, assim como que considerem os impactos de eventos extremos (estiagens) na disponibilidade hídrica.

Na Figura 6 e na Tabela 4 é apresentado o balanço hídrico do ano de 1983, ano que apresentou o maior índice pluviométrico e que, com exceção do

mês de agosto, que teve pluviosidade mensal inferior à média habitual, os demais meses tiveram índices superiores. Nestes, constatam-se que apenas o mês de agosto teve deficiência, os demais apresentaram excesso hídrico.

Na Figura 7 pode-se visualizar o balanço hídrico estimado para a média do período de 1963

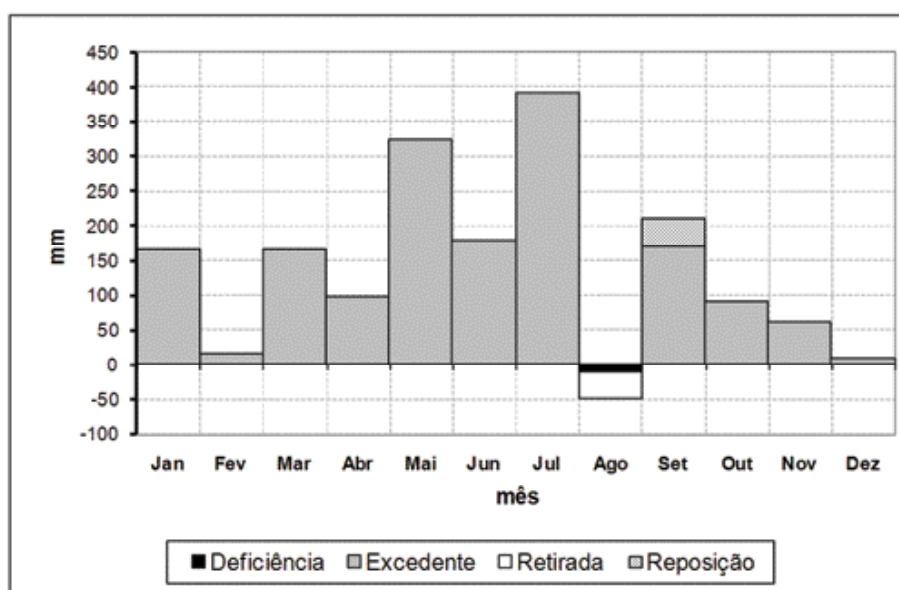


Figura 6. Balanço hídrico de 1983

Tabela 4. Balanço hídrico do ano de 1983

MÊS	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan.	86,14	167,0	0,0	100,00	0,00	86,1	0,0	167,0
Fev.	73,41	15,7	0,0	100,00	0,00	73,4	0,0	15,7
Mar.	73,51	166,5	0,0	100,00	0,00	73,5	0,0	166,5
Abr.	68,89	99,0	0,0	100,00	0,00	68,9	0,0	99,0
Mai.	60,86	323,7	0,0	100,00	0,00	60,9	0,0	323,7
Jun.	36,96	179,0	0,0	100,00	0,00	37,0	0,0	179,0
Jul.	53,35	392,8	0,0	100,00	0,00	53,4	0,0	392,8
Ago.	52,56	-49,5	-49,5	60,98	-39,02	42,1	10,4	0,0
Set.	40,22	210,2	0,0	100,00	39,02	40,2	0,0	171,2
Out.	79,14	91,9	0,0	100,00	0,00	79,1	0,0	91,9
Nov.	77,24	62,3	0,0	100,00	0,00	77,2	0,0	62,3
Dez.	80,40	10,2	0,0	100,00	0,00	80,4	0,0	10,2
Total	782,68	1668,8	-	1161	0,00	772,2	10,4	1679,3

Dados básicos: LAPAR (2005)

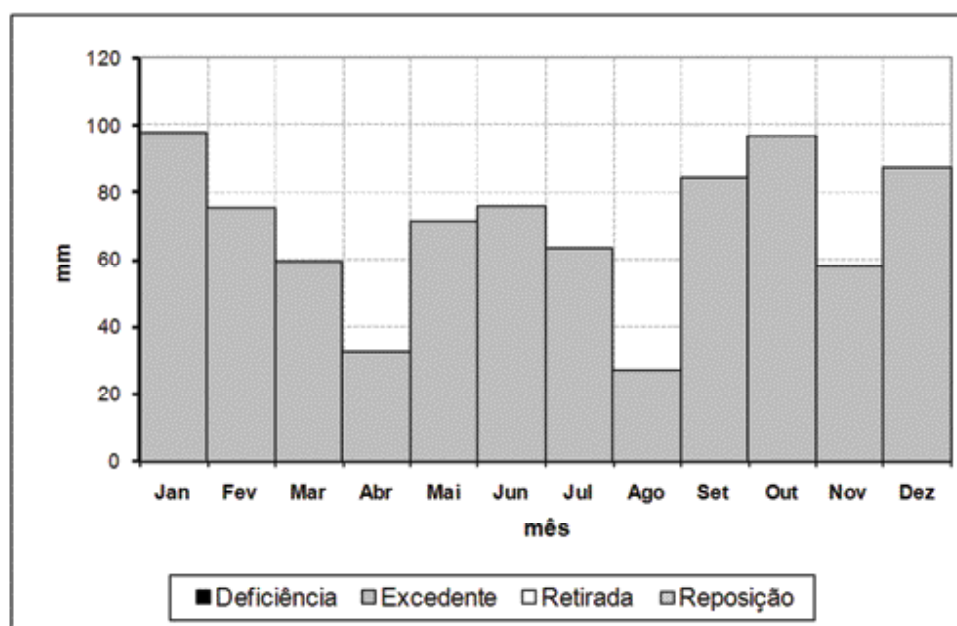


Figura 7. Balanço hídrico da média mensal do período de 1963 a 2004

Tabela 5. Balanço hídrico da média mensal do período de 1963 a 2004

MÊS	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan.	81,08	97,8	0,0	100,00	0,00	81,1	0,0	97,8
Fev.	75,90	75,4	0,0	100,00	0,00	75,9	0,0	75,4
Mar.	81,38	59,7	0,0	100,00	0,00	81,4	0,0	59,7
Abr.	66,99	32,5	0,0	100,00	0,00	67,0	0,0	32,5
Mai.	53,19	71,3	0,0	100,00	0,00	53,2	0,0	71,3
Jun.	44,81	75,7	0,0	100,00	0,00	44,8	0,0	75,7
Jul.	45,40	63,5	0,0	100,00	0,00	45,4	0,0	63,5
Ago.	52,91	27,1	0,0	100,00	0,00	52,9	0,0	27,1
Set.	55,96	84,5	0,0	100,00	0,00	56,0	0,0	84,5
Out.	66,57	96,8	0,0	100,00	0,00	66,6	0,0	96,8
Nov.	70,53	58,2	0,0	100,00	0,00	70,5	0,0	58,2
Dez.	76,90	87,2	0,0	100,00	0,00	76,9	0,0	87,2
Total	771,63	829,8	-	1200	0,00	771,6	0,0	829,8
Média	64,30	69,1	-	100,0	-	64,3	0,0	69,1

Dados básicos: LAPAR (2005)

a 2004. Nesta, observa-se um significativo excedente hídrico no solo. Na Tabela 5 têm-se os dados do balanço hídrico para os dados médios de pluviosidade e temperatura no período de 1963 a 2004.

### Conclusões e considerações finais

Na classificação dos anos-padrão apenas os anos de 1983 e 1968 foram categorizados em normal

tendente a chuvoso e em normal tendente a seco, por ter apresentado coeficiente de variação pluviométrica anual de 16,4% e -19,7%, respectivamente. Os demais anos foram classificados como normais.

O balanço hídrico dos anos que apresentaram maior e menor incidência pluviométrica permitiu concluir que em Fernandes Pinheiro, região centro-sul do Estado do Paraná, a existência de período durante o ano com escassez (*déficit*) hídrica é normal, visto que a disponibilidade hídrica é condicionada pela regularidade e não pela quantidade pluviométrica.

O período menos chuvoso é o inverno, sendo o verão o mais chuvoso. O mês de agosto é o mês mais seco, tendo média em torno de 80 mm, seguido pelo mês de abril com 99,5 mm de média. Os meses mais chuvosos são janeiro, dezembro e outubro com média

de 179, 164 e 163 mm, respectivamente.

Por fim, verificou-se que apesar de no município de Fernandes Pinheiro, região centro-sul do Estado do Paraná, ocorrer pequena variação na quantidade de chuva anual, constataram-se significativos índices de variação.

### **Agradecimento**

Os autores agradecem ao Instituto Agronômico do Paraná (IAP) pelos dados disponibilizados.

### **Referências**

Apresentadas no final da versão em inglês