

## **Estudo do clima no Município de Pelotas – RS**

### **Climate study in the Municipal of Pelotas – RS**

Sônia Souza Franco Bretanha, UFRGS  
[bretanha@terra.com.br](mailto:bretanha@terra.com.br)

Masato Kobiyama, UFRGS  
[masato.kobiyama@ufrgs.br](mailto:masato.kobiyama@ufrgs.br)

#### **RESUMO:**

O clima tem forte influência nas atividades da região contribuindo diretamente para maior rendimento em alguns setores da economia. O presente estudo pretende conhecer o clima da região de Pelotas com a finalidade de previsões futuras quanto as atividades que são desenvolvidas na região. O objetivo foi analisar o comportamento do clima no período de 1976 a 2015. Foram calculadas as médias climatológicas, desvios padrões, coeficiente de variação com a finalidade de descrever o clima local do município de Pelotas-RS. As variáveis meteorológicas analisadas durante o período de 40 anos foram precipitação, vento, temperatura do ar, umidade relativa, pressão e evapotranspiração. Foram feitas análises pela rosa dos ventos, análise cálculo de evapotranspiração pelo método de Thornthwaite e comparação das variáveis meteorológicas. A precipitação apresentou menor variabilidade no mês de setembro e uma maior variabilidade no mês de maio. As variáveis meteorológicas vento, umidade relativa, evaporação se mantiveram constantes nas décadas estudadas. A direção nordeste tem grande incidências em todas as estações do ano. A temperatura apresentou menor variabilidade no mês de fevereiro e uma maior variabilidade no mês de julho. A menor pressão barométrica média mensal observou-se no mês de dezembro e a maior pressão barométrica média mensal observou-se no mês de julho. O valor de evapotranspiração de agosto é significativamente maior do que os dos outros meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** Clima, Pelotas, estatística

#### **ABSTRACT:**

The climate has a strong influence on the region's activities, contributing directly to higher income in some sectors of the economy. The present study intends to know the climate of the region of Pelotas with the purpose of future predictions regarding the activities that are developed in the region. The objective was to analyze the behavior of the climate in the period from 1976 to 2015. The climatological means, standard deviations and coefficient of variation were calculated with the purpose of describing the local climate of the city of Pelotas-RS. The meteorological variables analyzed during the 40 year period were precipitation, wind, air temperature, relative humidity, pressure and evapotranspiration. Wind rose analysis, analysis of evapotranspiration by Thornthwaite method and comparison of meteorological variables were performed. The main cause for climatic accidents such as landslides, floods and floods is in the anthropic action that occupy and use the

space of irregular shape the rainfall presented lower variability in the month of September and a greater variability in the month of May. The wind, relative humidity and evaporation meteorological variables remained constant during the decades studied. The northeast direction has great incidences in all the seasons of the year. The temperature had lower variability in the month of February and a greater variability in the month of July. The lowest monthly barometric pressure was observed in December and the highest monthly barometric pressure was observed in July. The evapotranspiration value for August is significantly higher than for the other months.

**KEYWORDS:** Climate, Pelotas, statistics

## **INTRODUÇÃO**

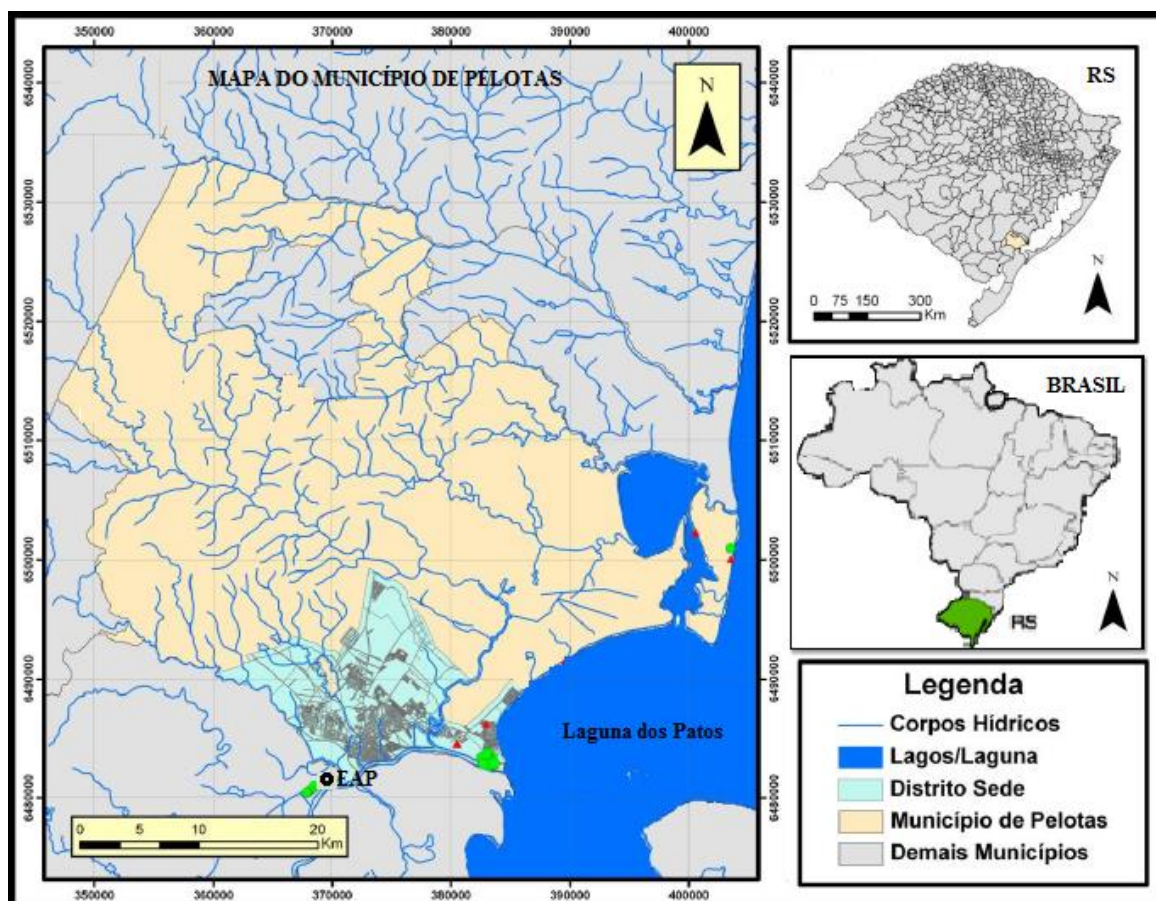
No município de Pelotas, Rio Grande do Sul, podemos destacar como atividades econômicas o comércio, o turismo, e a agricultura com produção de arroz nas áreas baixas. Essas atividades são dependentes diretas das condições meteorológicas, principalmente da precipitação. Conforme Fedorava et al. (1999), as temperaturas extremas (máximas e mínimas) que ocorrem no município são de interesse da comunidade. Como atividades de potencialidades atuais podemos citar o município como polo educacional; turismo rural; área de silvicultura e os passeios hídricos (CONCEIÇÃO et al., 2009). Assim, a compreensão do clima por meio de estudo científico poderá melhorar a economia do município e sua adjacente região, podendo contribuir ao desenvolvimento regional. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi analisar vários parâmetros climatológicos obtidos na Estação Agroclimatológica de Pelotas (EAP) e discutir os comportamentos dos mesmos estatisticamente. É necessário estudar as diversas variações climáticas, que ocorrem durante vários anos seguidos, a fim de compreender o clima de um determinado local. O “clima” refere-se aos fenômenos atmosféricos tais como a precipitação, os ventos, temperatura do ar, umidade relativa, pressão e evaporação (GRUPPELLI et al., 2004).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Pelotas (1.610,084 km<sup>2</sup>) encontra-se situado junto a sudeste do estado do Rio Grande do Sul, às margens do canal São Gonçalo com latitude 31°46'19"S, na Zona Temperada, a uma distância de 8 graus do Trópico

de Capricórnio, na longitude 52°20'10"W com nível acima do mar de 7 metros. Pelotas tem seus limites ao norte como os municípios de Turuçu e São Lourenço do Sul, ao sul com Rio Grande e Capão do Leão, ao leste com a Laguna dos Patos e a oeste com Canguçu e Morro Redondo (Figura 1). O município possui uma população de 328.275 habitantes e sua densidade demográfica de 203,89 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016), sendo a terceira cidade mais populosa do Estado do Rio Grande do Sul.



**Figura 1** – Mapa do Município de Pelotas (Modificação de LEPAARQ – UFPel, 2017). Observa-se que a EAP é o local da Estação Agroclimatológica de Pelotas.

## DADOS UTILIZADOS

Para análise do presente trabalho foram utilizados os elementos climáticos, vento, média da temperatura do ar, umidade relativa, pressão e evaporação, obtidos na EAP onde as normais estão disponíveis em formatos dados mensais, anuais, decendiais e estacionais. Esta estação é uma da mais antiga estação do Brasil, onde o 1º dado foi coletado no dia 1º de maio de 1888. Atualmente a EAP é operada pelo convênio entre a Embrapa Clima Temperado, a

Universidade Federal de Pelotas e o Instituto Nacional de Meteorologia. As coordenadas geográficas da EAP são latitude 31°52'00"S, longitude 52°21'24"W e altitude de 13,41 m, o que significa que a localização da EAP está dentro do município de Capão do Leão (Figura 1).

Os dados climáticos como temperatura, umidade relativa, precipitação, evaporação, insolação, pressão barométrica, velocidade e direção do vento, e radiação solar obtidos na EAP apresentam-se no período de 1971 a 2016. Entretanto para análises comparativas decadais, o presente estudo analisou o período de 40 anos, apresentando uma maior representatividade temporal para o presente trabalho obtendo uma série ininterrupta ao longo dos 40 anos para elementos climáticos, referem-se ao período de 1976 a 2015.

## ANÁLISE DOS DADOS

A Rosa dos Ventos foi gerada utilizando-se o programa WRPLOT View. Esse programa do Windows gera estatística de vento a partir de estações meteorológicas que selecionadas especificando data e intervalo de tempo. A Rosa dos Ventos permite uma visão abrangente das distribuições da velocidade e direção do vento em um determinado local. Apresentando em formato circular, a Rosa mostra a frequência dos ventos em uma direção particular e a velocidade com que esse vento sopra naquela direção.

A frequência de ocorrência dos ventos é mostrada em cada um dos setores específico de ventos conforme sua direção e velocidade para o local em estudo e período de tempo neste caso a cada 10 anos do período 1976-2015. Ao analisar a imagem gerada pela Rosa dos Ventos, definiu-se a influência dos ventos no município de Pelotas.

O cálculo da evapotranspiração potência (ETP) foi realizado com o método de Thornthwaite que é expressa como:

$$ETP = f \cdot 16 \left( \frac{10 \cdot t}{I} \right)^a \quad (1)$$

Onde *ETP* é a evapotranspiração potencial mensal; *f* é o fator de ajuste em função da latitude e mês do ano; *t* é a temperatura média mensal, em °C; e *I* é o índice de calor anual, sendo que:

$$I = \sum_{N=1}^{12} \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514} \quad (2)$$

O valor de  $a$  é dado como:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \times 10^{-5} \cdot I^2 + 1,7912 \times 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad (3)$$

Nota-se que  $f$  é necessário devido aos valores obtido para meses de 30 dias com 12 horas de luz solar por dia. Como o número de horas de luz por dia muda com a latitude e devido haver meses com 28 e 31 dias (Formula 4):

$$f = \frac{h}{12} \times \frac{n}{30} \quad (4)$$

onde  $h$  é o número de horas de luz solar na latitude considerada; e  $n$  é o número de dias do mês em estudo.

Para a análise estatística, utilizou-se o *box-plot*, que apresenta os valores centrais (mediana), a dispersão (primeiro e terceiros quartis) e os valores máximos e mínimos.

## RESULTADO E DISCUSSÃO PRECIPITAÇÃO

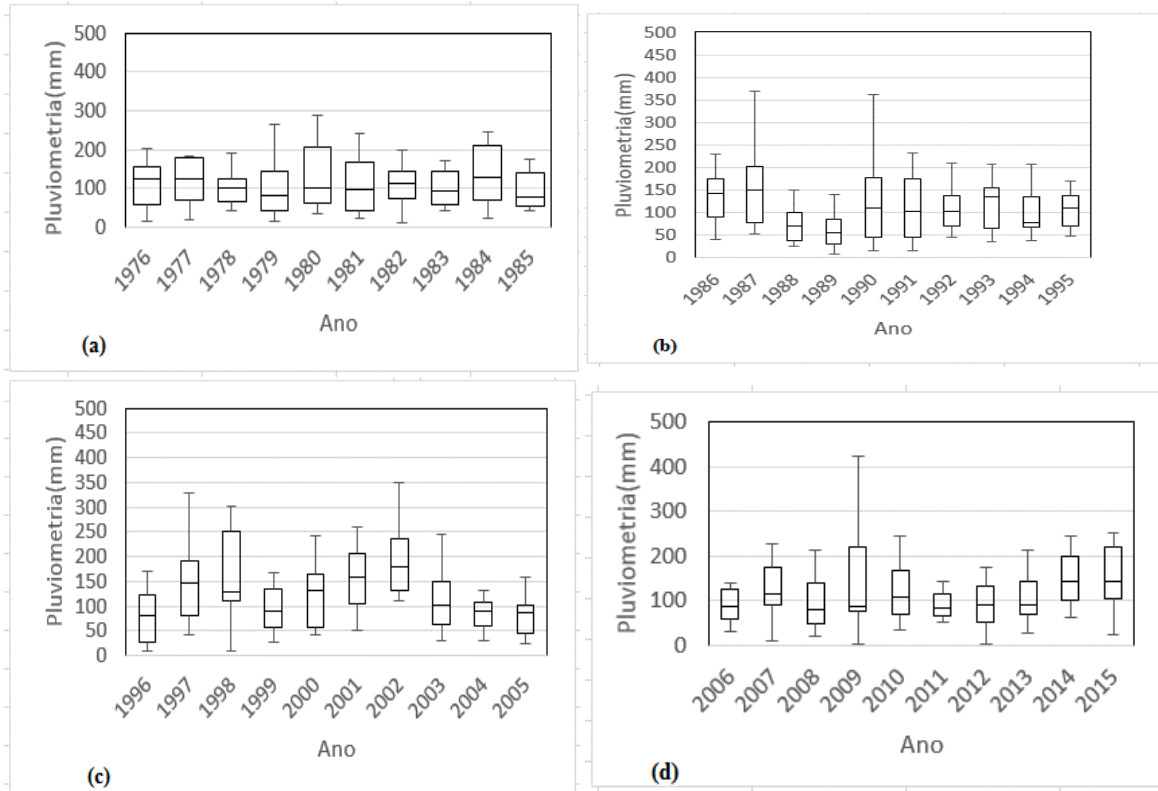
Os dados de precipitação foram agrupados por período mensais. Foram analisadas as precipitações mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015. A Tabela 1 apresenta precipitação mensal (mm) com os valores de média ( $\mu$ ), desvio-padrão ( $\sigma$ ) e coeficiente de variação (CV).

**Tabela 1 – Precipitação mensal no período 1976 - 2015**

Mês	Precipitação (mm)												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015			$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)
	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)			
Jan	102,44	59,97	58,54	111,84	57,55	51,46	112,21	57,42	51,17	120,69	76,51	63,40	111,80	62,86	56,14
Fev	147,27	123,07	83,57	161,23	107,14	66,45	167,85	94,49	56,30	155,8	61,60	39,54	158,04	96,57	61,46
Mar	107,92	74,69	69,21	104,37	51,54	49,38	122,02	89,57	73,41	115,16	49,22	42,74	112,37	66,25	58,68
Abr	96,48	63,19	65,50	127,46	64,15	50,33	156,36	77,61	49,64	71,46	50,00	69,96	112,94	63,74	58,86
Mai	102,7	57,51	56,00	103,00	69,51	67,49	141,62	129,35	91,34	105,1	57,00	54,24	113,11	78,34	<b>67,26</b>
Jun	116,25	39,53	34,01	86,89	41,68	47,97	137,72	67,59	49,08	110,92	47,04	42,40	112,95	48,96	43,37
Jul	167,53	82,87	49,46	143,92	134,70	93,59	100,79	39,45	39,15	117,98	66,61	56,46	132,56	80,91	59,67
Ago	110,03	65,08	59,15	96,20	96,11	99,91	131,01	62,63	47,81	117,2	43,37	37,01	113,61	66,80	60,97
Set	152,63	72,58	47,55	109,22	42,13	38,58	145,22	55,29	38,07	134,72	48,01	35,64	135,45	54,50	<b>39,96</b>
Out	96,54	52,04	53,91	112,15	55,36	49,36	105,57	55,39	52,47	118,86	71,90	60,49	108,28	58,67	54,06
Nov	102,22	55,55	54,34	117,85	56,20	47,69	97,53	61,60	63,16	125,68	105,15	83,67	110,82	69,63	62,21
Dez	96,31	52,05	54,05	97,81	49,54	50,65	130,62	106,01	81,16	105,54	39,94	37,84	107,57	61,88	55,92
Média	116,53	66,51	57,11	114,33	68,80	59,41	129,04	74,70	57,73	116,59	59,70	51,95	119,12	67,43	56,55

A precipitação é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para estudar o clima de uma determinada região. Com o estudo da precipitação podemos fazer manutenção do meio ambiente, possibilitando planejar, acompanhar, controlar e executar serviços na região. A precipitação apresentou menor variabilidade no mês de setembro com CV = 39,96% e uma maior variabilidade no mês de maio com CV = 67,26%. Observou-se pelo CV da precipitação se mantêm constante não apresentando grande variabilidade nas décadas. A menor precipitação média mensal observou-se no mês de abril de 2009 com 2,4 mm e a precipitação média mensal maior observou-se no mês de novembro de 2009 com 421,3 mm (Figura 2).





**Figura 2** - Box plot dos dados de precipitação (mm): (a)1976-1985;(b)1986-1995;(c)1996-2005; e (d) 2006-2015.

## VENTO

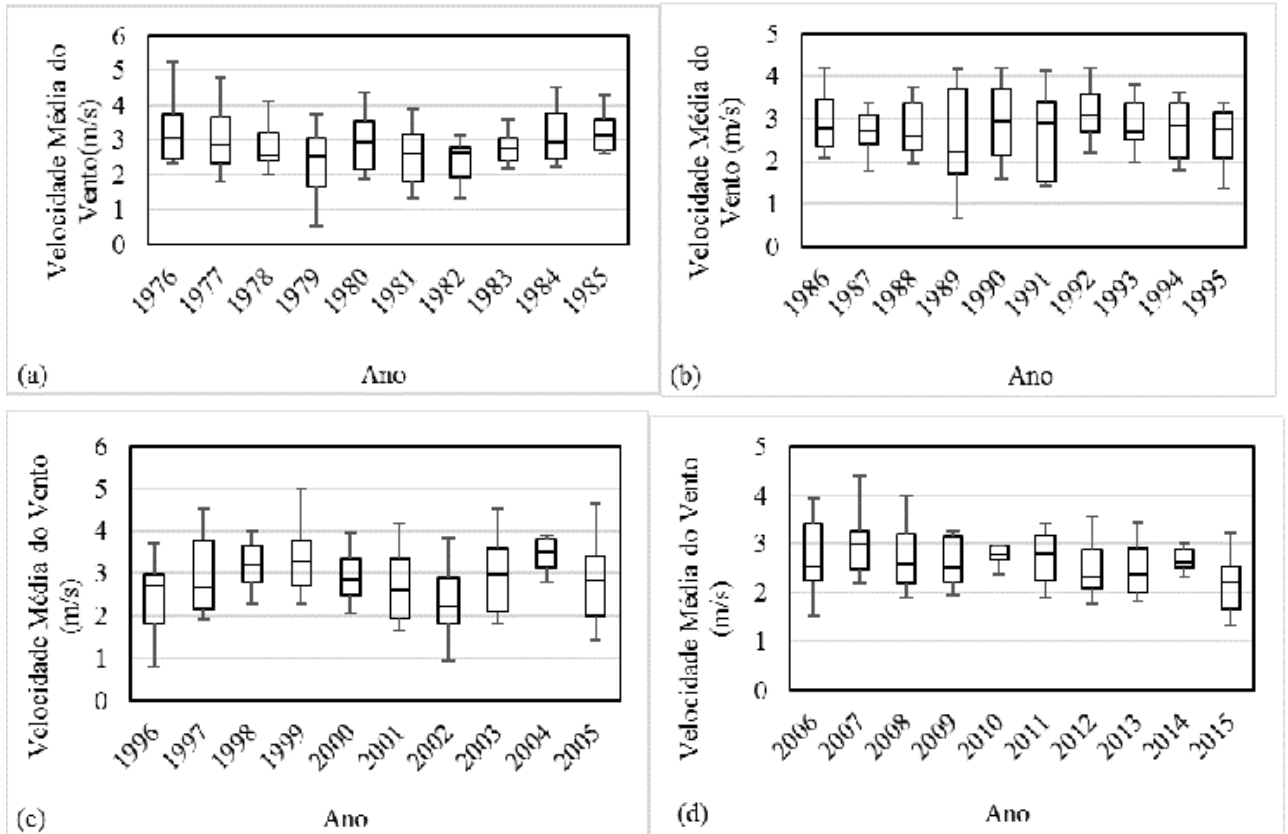
Os dados de ventos foram agrupados por período mensais. Foram analisados os ventos mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015. A Tabela 2 apresenta os valores de ventos de  $\mu$  ( $m.s^{-1}$ ),  $\sigma$  ( $m.s^{-1}$ ) e CV (%).

**Tabela 2** - Velocidade média mensal do Vento ( $m.s^{-1}$ ) no período 1976 – 2015

Mês	Velocidade Média do Vento ( $m.s^{-1}$ )												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996 -2005			2006 - 2015					
	$\mu$	$\sigma$	CV (%)	$\mu$	$\sigma$	CV (%)	$\mu$	$\sigma$	CV (%)	$\mu$	$\sigma$	CV (%)	$\mu$	$\sigma$	CV (%)
Jan	4,02	0,67	16,72	3,98	0,63	15,84	4,37	0,52	11,80	3,38	0,39	11,60	3,94	0,55	13,99
Fev	3,79	0,54	14,38	3,74	0,51	13,59	3,9	0,28	7,16	3,25	0,58	17,90	3,67	0,48	13,26
Mar	3,19	0,34	10,72	3,18	0,35	11,14	3,42	0,54	15,74	3,1	0,40	12,98	3,22	0,41	12,65
Abr	3,15	0,34	10,65	2,99	0,42	14,15	3,22	0,59	18,20	2,67	0,25	9,52	3,01	0,40	13,13
Mai	2,85	0,30	10,67	2,75	0,40	14,57	2,99	0,65	21,70	2,6	0,36	13,76	2,80	0,43	15,17
Jun	2,83	0,48	16,80	2,71	0,31	11,33	2,76	0,37	13,48	2,59	0,30	11,51	2,72	0,36	13,28
Jul	3,04	0,41	13,42	3,29	0,43	13,01	3,24	0,39	11,97	2,75	0,27	9,79	3,08	0,37	12,05
Ago	3,22	0,38	11,93	3,41	0,38	11,16	3,31	0,46	13,87	3,17	0,38	11,97	3,28	0,40	12,24
Set	4,26	0,58	13,66	4,12	0,33	8,04	4,11	0,73	17,83	3,53	0,48	13,47	4,01	0,53	13,25
Out	4,34	0,74	16,94	4,19	0,52	12,42	4,5	0,60	13,37	3,73	0,37	9,82	4,19	0,56	13,14
Nov	4,28	0,70	16,42	4,37	0,31	7,17	4,32	0,35	8,01	3,8	0,53	13,97	4,19	0,47	<b>11,39</b>
Dez	3,80	0,66	17,26	4,36	0,65	14,80	4,41	0,69	15,66	3,45	0,32	9,37	4,01	0,58	14,27
Média	3,56	0,51	14,13	3,59	0,44	12,27	3,71	0,51	14,07	3,17	0,39	12,14	3,51	0,46	13,15

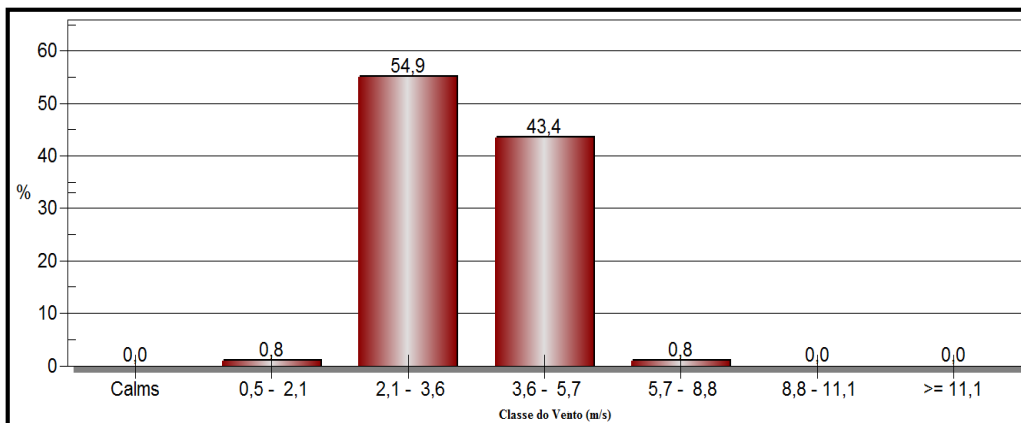
Os ventos apresentaram menor variabilidade no mês de novembro com CV = 11,39% e se manteve constante nas décadas estudadas. A menor velocidade do vento por mês de ocorrência observou-se no mês de junho de 1979 e junho de 2015 com  $1,9 m.s^{-1}$  e a maior velocidade do vento por mês de ocorrência observou-se no mês de novembro de 1976 com  $5,8 m.s^{-1}$  (Figura 3).





**Figura 3** – Box-plot dos dados velocidade média do vento ( $m.s^{-1}$ ): (a)1976-1985;(b)1986-1995;(c)1996-2005; e (d) 2006-2015

A Figura 4 apresenta a distribuição de frequência de classe de vento entre o período de 1976-2015. A faixa de 2,1 a 3,6  $m.s^{-1}$  é mais frequente, seguido pela 3,6 a 5,7  $m.s^{-1}$ .

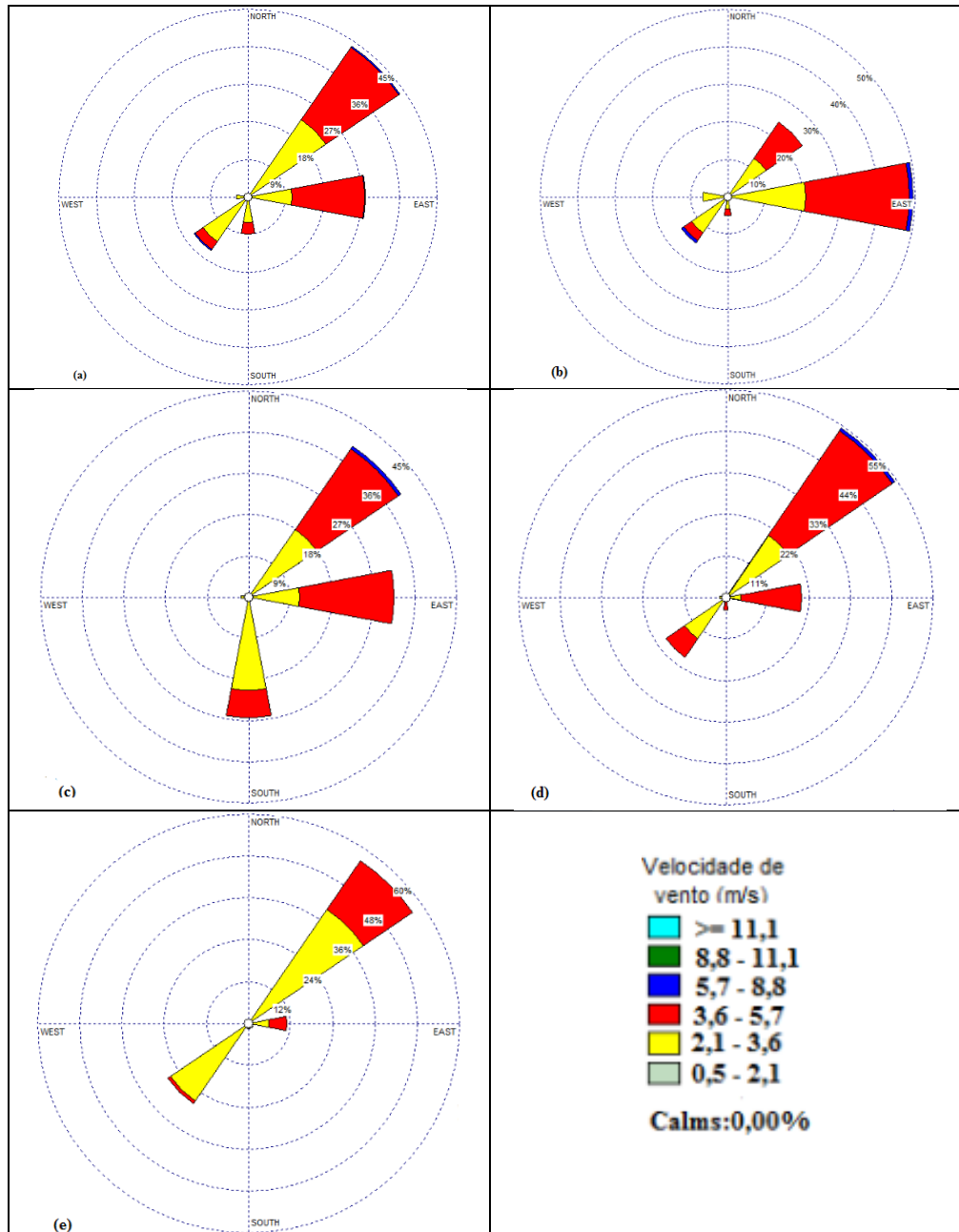


**Figura 4** - Distribuição de frequência de classe de vento do ano 1976-2015.

### DIREÇÃO DO VENTO

As direções predominantes do vento nos 40 anos estudados foram na direção leste (NE) e as pequenas incidências do ventos por mês de

ocorrência forma nas direções noroeste sudoeste (NW) e a direção norte (NE) apresentaram-se levemente. A direção nordeste tem grande incidência em todas as estações do ano (Figura 5). Durante o período de 40 anos entre 1976 – 2015 observa-se 44% dos ventos são do quadrante NE, durante 27% são os ventos do quadrante E e 21% são ventos do quadrante SW.



**Figura 5** - Rosa dos Ventos: (a) Geral nos anos 1976- 2015; (b) 1976- 1985; (c) 1986-1995; (d)1996-2005; e (e) 2006-2015.

## TEMPERATURA DO AR

Os dados da temperatura do ar foram agrupados por período mensais. Foram analisadas as temperaturas mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015 (Tabela 3).

**Tabela 3 – Temperatura média mensal (° C) no período 1976 – 2015**

Mês	Temperatura Média (° C)												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015					
	$\mu$ (°C)	$\sigma$ (°C)	CV (%)	$\mu$ (°C)	$\sigma$ (°C)	CV (%)	$\mu$ (°C)	$\sigma$ (°C)	CV (%)	$\mu$ (°C)	$\sigma$ (°C)	CV (%)	$\mu$ (°C)	$\sigma$ (°C)	CV (%)
Jan	23,31	0,98	4,21	23,32	0,75	3,21	23,42	0,74	3,18	23,59	0,86	3,63	23,41	0,83	3,56
Fev	23,34	0,82	3,53	23,06	0,64	2,76	22,94	0,79	3,44	23,51	0,66	2,82	23,21	0,73	<b>3,14</b>
Mar	21,47	1,10	5,13	22,01	0,86	3,90	22,17	1,10	4,97	21,8	0,88	4,02	21,86	0,98	4,51
Abr	18,2	1,12	6,16	19	1,06	5,60	18,78	0,89	4,76	18,63	0,69	3,69	18,65	0,94	5,05
Mai	15,36	1,55	10,08	14,96	1,60	10,67	15,36	0,90	5,87	15,16	1,24	8,20	15,21	1,32	8,71
Jun	12,09	0,96	7,95	12,53	1,55	12,37	13,52	1,72	12,74	12,61	0,70	5,57	12,69	1,23	9,66
Jul	12,64	1,01	8,00	11,84	1,39	11,74	12,45	1,36	10,95	12,3	1,90	15,45	12,31	1,42	<b>11,53</b>
Ago	13,37	0,91	6,83	13,51	0,68	5,07	14,12	1,20	8,50	13,99	1,85	13,22	13,75	1,16	8,40
Set	15,12	1,33	8,80	14,68	1,13	7,73	14,8	0,71	4,79	15,49	0,89	5,75	15,02	1,02	6,77
Out	17,86	0,87	4,89	17,44	0,86	4,91	18,08	0,92	5,07	17,88	1,06	5,95	17,82	0,93	5,21
Nov	19,62	0,88	4,50	19,94	0,73	3,65	20,04	0,64	3,20	20,04	1,06	5,30	19,91	0,83	4,16
Dez	21,84	0,93	4,28	22,26	0,92	4,13	21,68	0,57	2,61	22,46	0,87	3,89	22,06	0,82	3,73
Média	17,85	1,04	6,20	17,88	1,01	6,31	18,11	0,96	5,84	18,12	1,06	6,46	17,99	1,02	6,20

A temperatura apresentou menor variabilidade no mês de fevereiro com CV = 3,14% e uma maior variabilidade no mês de julho com CV = 11,53%. Encontra-se uma tendência na qual os meses com maiores temperatura possuem a maior variação entre diferentes anos. Na Figura 6 observamos as temperaturas na região de Pelotas no período de 1976 a 2015. Ocorreu a menor temperatura mensal no mês de julho de 1996 com 9,4°C e a maior temperatura mensal no mês de fevereiro de 1984 com 25°C.

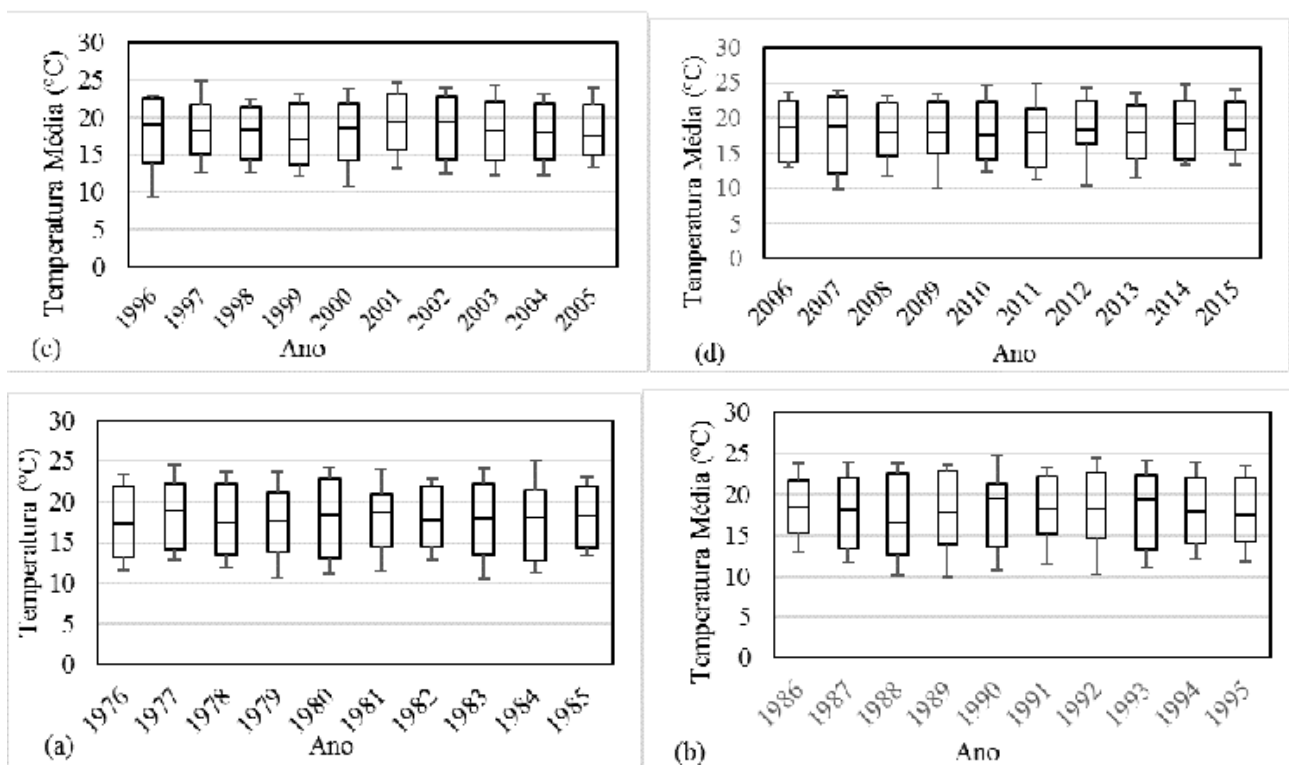


Figura 6 - Box plot dos dados de temperatura média: (a) 1976-1985; (b) 1986-1995; (c) 1996-2005; e (d) 2006-2015.

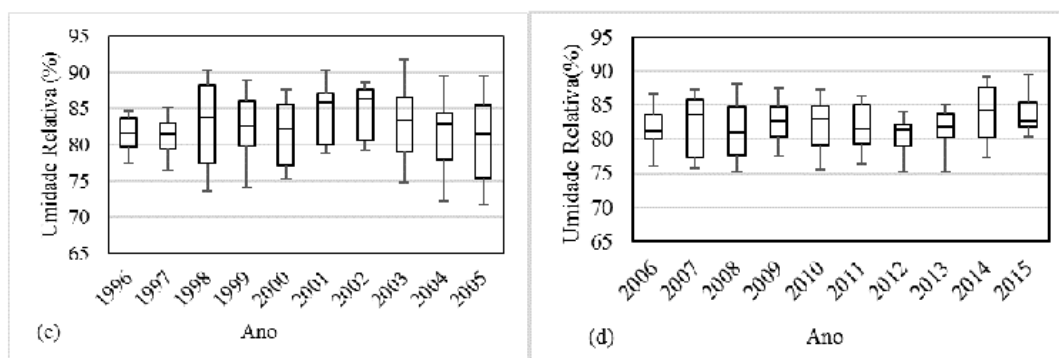
## UMIDADE RELATIVA

Os dados de umidade relativa foram agrupados por período mensais. Foram analisadas as umidades relativas mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015. A Tabela 4 apresenta umidade relativa (%) com os valores de  $\mu$ ,  $\bar{\sigma}$  e CV.

**Tabela 4 – Umidade relativa (%) no período 1976 - 2015**

Mês	Umidade Relativa (%)												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015					
	$\mu$ (%)	$\sigma$ (%)	CV (%)	$\mu$ (%)	$\sigma$ (%)	CV (%)	$\mu$ (%)	$\sigma$ (%)	CV (%)	$\mu$ (%)	$\sigma$ (%)	CV (%)	$\mu$ (%)	$\sigma$ (%)	CV (%)
Janeiro	76,84	3,04	3,96	76,32	2,48	3,26	78,94	3,19	4,04	78,4	1,65	2,10	77,63	2,59	3,34
Fevereiro	80,09	2,60	3,25	78,7	3,96	5,03	81,1	2,34	2,89	80,71	2,12	2,63	80,15	2,76	3,45
Março	79,93	1,55	1,94	79,87	2,14	2,68	83,11	2,94	3,54	82,11	1,63	1,99	81,26	2,06	2,54
Abril	82,28	1,94	2,35	81,97	2,80	3,42	86,43	4,84	5,60	82,15	2,48	3,02	83,21	3,02	3,60
Maio	82,97	2,78	3,35	82,55	2,11	2,56	86,55	2,44	2,82	86,04	1,28	1,48	84,53	2,15	2,55
Junho	84,17	3,53	4,20	83,28	2,50	3,00	87,7	2,93	3,34	84,89	1,85	2,18	85,01	2,70	3,18
Julho	86,29	2,05	2,38	84,13	1,42	1,69	84,55	2,86	3,38	84,57	3,25	3,84	84,89	2,39	2,82
Agosto	84,37	2,21	2,62	82,4	2,41	2,93	84,53	2,45	2,90	84,5	1,22	1,44	83,95	2,07	<b>2,47</b>
Setembro	82,22	3,06	3,72	81,07	2,97	3,66	84,02	1,93	2,30	83,15	1,73	2,08	82,62	2,42	2,94
Outubro	80	2,68	3,35	78,97	3,51	4,45	81,08	3,35	4,13	81,79	2,00	2,44	80,46	2,89	3,59
Novembro	76,72	1,96	2,55	76,87	2,83	3,68	77,15	2,88	3,74	78,54	3,46	4,41	77,32	2,78	3,60
Dezembro	75,25	3,63	4,83	75,4	2,03	2,69	76,44	3,01	3,94	78,13	2,47	3,16	76,31	2,79	3,66
Média	80,93	2,59	3,21	80,13	2,60	3,25	82,63	2,93	3,55	82,08	2,09	2,56	81,44	2,55	3,14

A umidade relativa apresentou menor variabilidade no mês de agosto com CV = 2,47% e se manteve constante nas décadas estudadas. Na Figura 7 observamos a umidade relativa na região de Pelotas no período de 1976 a 2015. A menor umidade relativa mensal observou-se no mês de dezembro de 1976 com 67,4(%) e a maior umidade relativa mensal observou-se no mês de abril de 2003 com 99,6(%)



**Figura 7 -** Box plot dos dados de Umidade Relativa (%): (a) 1976-1985; (b)1986-1995; (c)1996-2005; e (d)2006-2015.

## PRESSÃO

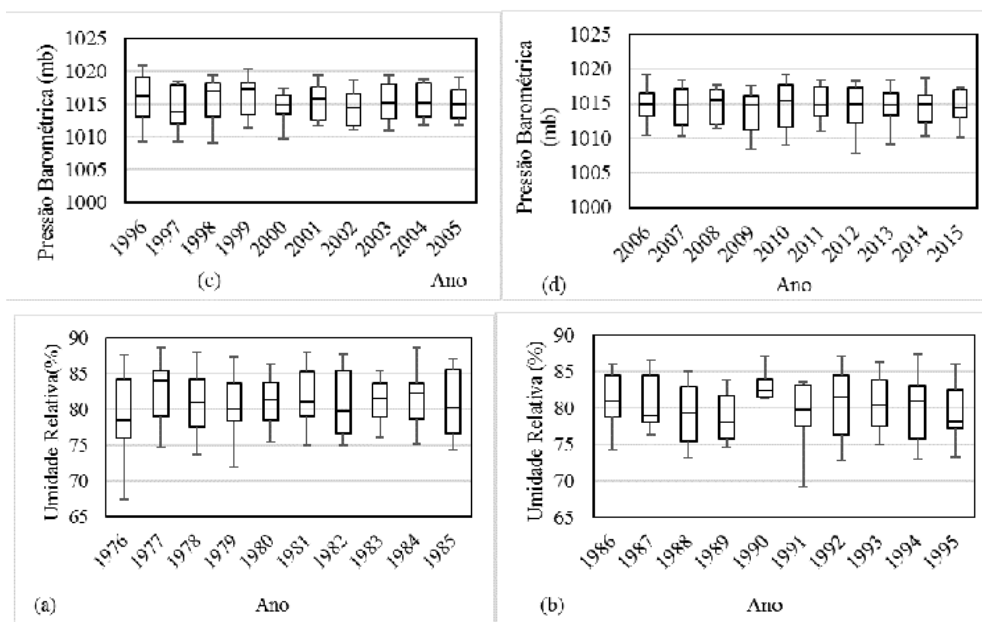
Os dados de pressão foram agrupados por período mensais. Foram analisadas as pressões mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a

2015 (Tabela 5). Nota-se que os valores de CV são muito pequenos. A pressão barométrica média se manteve constante nas décadas estudadas.

**Tabela 5 – Pressão Barométrica (mbar) no período 1976 - 2015**

Mês	Pressão Barométrica (mbar)												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015			$\mu$ (mbar)	$\sigma$ (mbar)	CV (%)
	$\mu$ (mbar)	$\sigma$ (mbar)	CV (%)	$\mu$ (mbar)	$\sigma$ (mbar)	CV (%)	$\mu$ (mbar)	$\sigma$ (mbar)	CV (%)	$\mu$ (mbar)	$\sigma$ (mbar)	CV (%)			
Mar	1015,72	1,35	0,13	1011,81	0,92	0,09	1013,17	0,76	0,07	1012,51	0,88	0,09	1013,30	0,98	0,10
Abr	1017,56	1,30	0,13	1012,48	1,33	0,13	1014,45	1,26	0,12	1014,43	1,21	0,12	1014,73	1,27	0,13
Mai	1017,48	1,45	0,14	1014,52	2,36	0,23	1016,55	1,48	0,15	1016,48	1,41	0,14	1016,26	1,68	0,16
Jun	1019,3	1,52	0,15	1015,96	1,23	0,12	1016,89	2,60	0,26	1016,77	0,85	0,08	1017,23	1,55	0,15
Jul	1019,51	2,50	0,25	1017,39	2,71	0,27	1018,6	1,33	0,13	1017,34	0,83	0,08	1018,21	1,84	0,18
Ago	1019,52	2,00	0,20	1016,96	1,68	0,17	1017,88	1,10	0,11	1016,74	1,63	0,16	1017,78	1,60	0,16
Set	1018,6	1,53	0,15	1016,66	1,14	0,11	1016,97	1,30	0,13	1015,94	1,44	0,14	1017,04	1,35	0,13
Out	1016,33	1,94	0,19	1013,88	1,06	0,10	1014,52	1,67	0,16	1013,93	1,15	0,11	1014,67	1,46	0,14
Nov	1014,53	1,09	0,11	1011,32	1,18	0,12	1012,41	0,77	0,08	1011,98	1,49	0,15	1012,56	1,13	0,11
Dez	1013,37	1,70	0,17	1010,00	1,24	0,12	1010,69	1,18	0,12	1010,04	1,06	0,11	1011,03	1,30	0,13
Média	1017,19	1,64	0,16	1014,10	1,48	0,15	1015,21	1,35	0,13	1014,62	1,19	0,12	1015,28	1,42	0,14

Na Figura 8 observamos a pressão na região de Pelotas no período de 1976 a 2015. A menor pressão barométrica média mensal observou-se no mês de dezembro de 1991 com 1006,9 mbar e a maior pressão barométrica média mensal observou-se no mês de julho de 1981 com 1023,5 mbar.



**Figura 8 - Box plot dos dados de pressão barométrica (mbar): (a) 1976-1985; (b) 1986-1995; (c) 1996-2005; e (d) 2006-2015**

## EVAPORAÇÃO

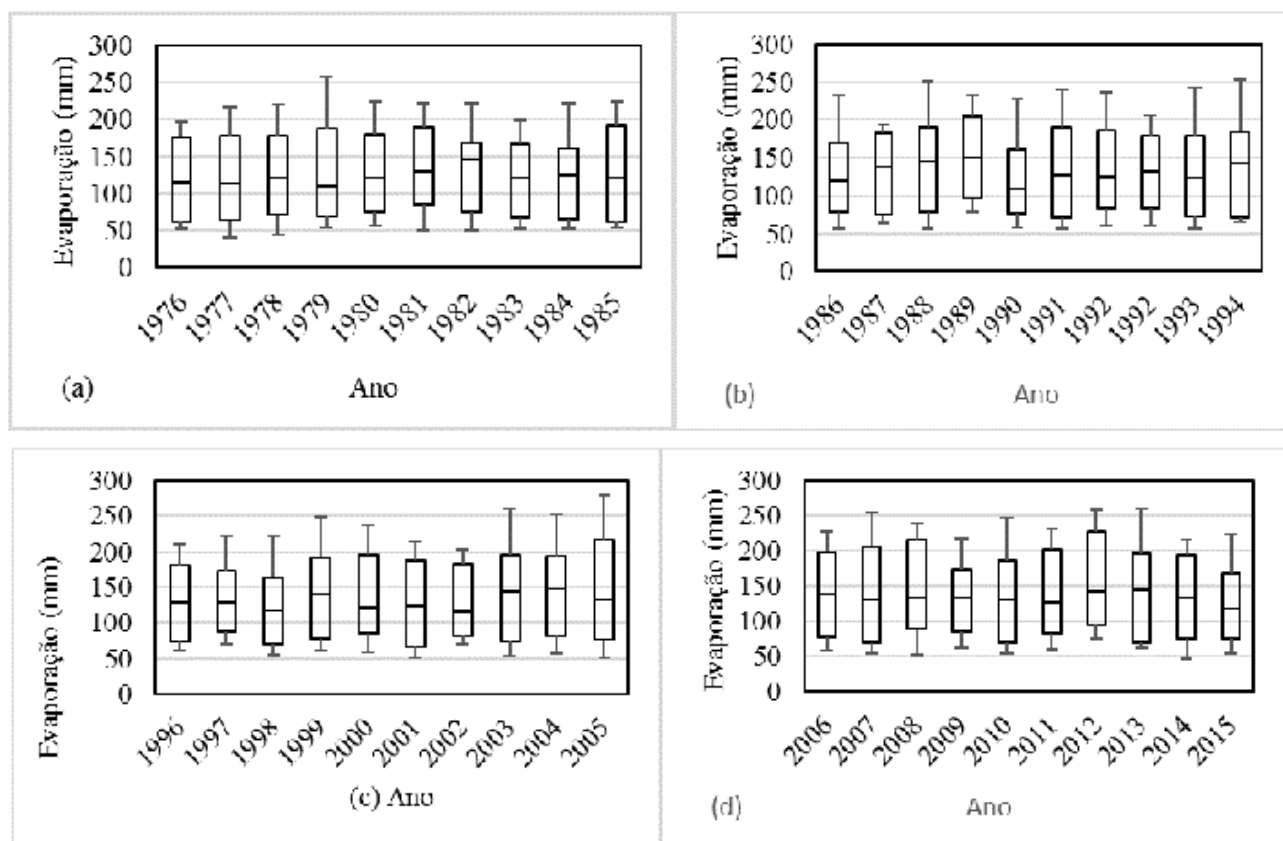
Os dados de evaporação, medidos com o Tanque Tipo Classe “A”, foram agrupados por período mensais e os valores médios mensais foram analisados de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015 (Tabela 6).

**Tabela 6 – Evaporação tanque classe “A” (mm) – 1976 - 2015**

Mês	Evaporação tanque classe "A" (mm)												μ (mm)	σ (mm)	CV (%)
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015					
	μ (mm)	σ (mm)	CV (%)	μ (mm)	σ (mm)	CV (%)	μ (mm)	σ (mm)	CV (%)	μ (mm)	σ (mm)	CV (%)			
Jan	207,2	25,65	12,38	215,45	18,74	8,70	212,19	36,45	17,18	221,98	10,98	4,95	214,21	22,96	10,80
Fev	168,83	22,18	13,14	166,75	27,12	16,26	170,7	26,83	15,72	178,67	14,85	8,31	171,24	22,75	13,36
Mar	146,74	10,50	7,15	156,79	12,62	8,05	154,6	17,56	11,36	168,04	22,05	13,12	156,54	15,68	9,92
Abr	104,28	16,43	15,76	109,79	15,97	14,54	114,2	16,69	14,61	119,6	9,37	7,83	111,97	14,61	13,19
Mai	70,27	7,99	11,36	77,39	5,83	7,54	70,17	9,16	13,05	78,63	8,32	10,58	74,12	7,82	10,63
Jun	52,22	4,55	8,71	59,78	3,31	5,53	59,02	6,84	11,58	58,97	7,71	13,08	57,50	5,60	9,73
Jul	58,63	7,29	12,43	65,6	4,97	7,58	68,59	5,15	7,51	65,51	6,81	10,39	64,58	6,05	<b>9,48</b>
Ago	72,65	8,90	12,26	79,56	6,42	8,07	88,76	6,41	7,23	82,85	11,21	13,53	80,96	8,24	10,27
Set	99,88	9,15	9,16	103,94	11,77	11,32	110,05	7,36	6,69	104,92	15,48	14,75	104,70	10,94	10,48
Out	141,37	15,09	10,67	148,2	14,13	9,54	149,11	15,06	10,10	148,57	17,60	11,85	146,81	15,47	10,54
Nov	174,51	13,57	7,78	179,85	20,45	11,37	196,54	19,49	9,92	198,63	30,98	15,60	187,38	21,12	11,16
Dez	208,97	13,94	6,67	222,58	22,32	10,03	222,02	20,29	9,14	224,95	28,10	12,49	19,63	21,16	9,58
Média	125,46	12,94	10,62	132,14	13,64	9,88	134,66	15,61	11,17	137,61	15,29	11,37	132,47	14,37	10,76

A evaporação apresentou menor variabilidade no mês de julho com CV = 9,48% e se manteve constante nas décadas estudadas. Nas Figuras 9 observamos a Evaporação tanque classe “A” (mm) na região de Pelotas no período de 1976 a 2015. A menor Evaporação tanque classe “A” observou-se no mês de junho de 1977 com 41,1 mm e a maior evaporação mensal observou-se no mês de janeiro 2005 com 278.





**Figura 9** – Box plot dos dados de Evaporação (mm) - (a)1976-1985;(b)1986-1995;(c)1996-2005 e (d)2006-2015 .

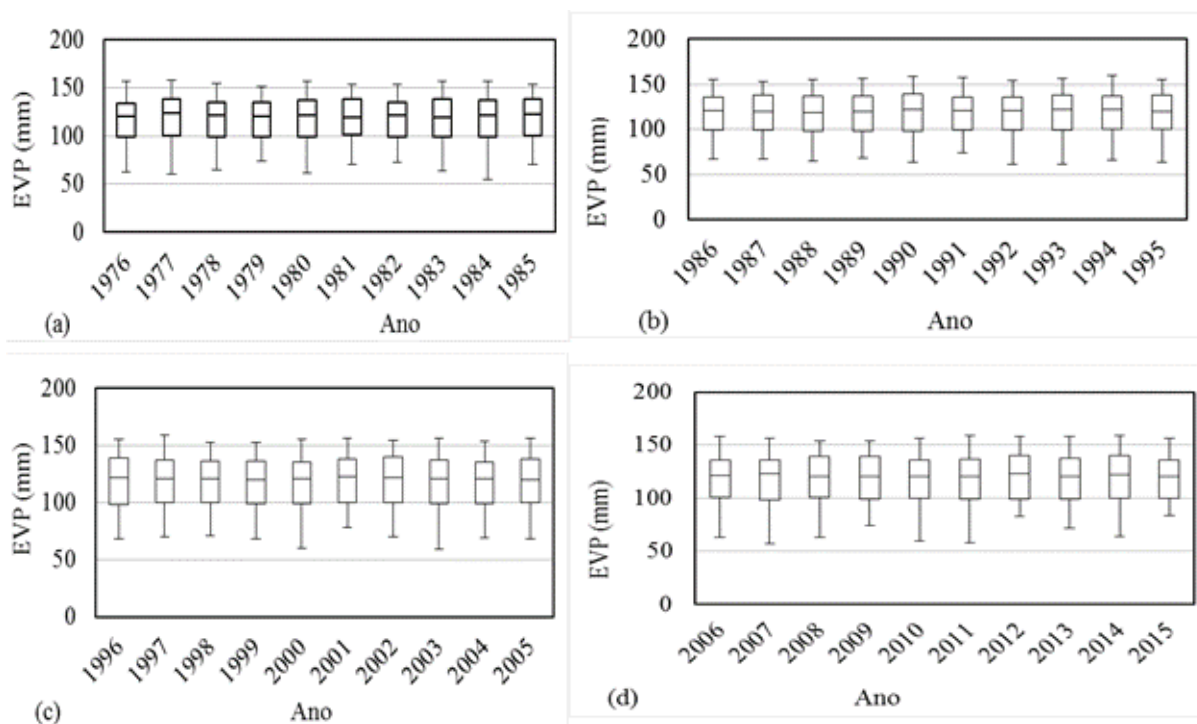
## EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

Os dados de evapotranspiração potencial (EVP) foram estimados e agrupados por períodos mensais. Foram analisadas as evapotranspirações potenciais mensais de 10 em 10 anos do período de 1976 a 2015 (Tabela 7). O valor médio de CV da EVP é comparativamente bem menor do que aquele da evaporação. Entre os meses, o valor de EVP de agosto é significativamente maior do que os dos outros meses, sendo que CV = 0,62% no mês de julho e uma maior variabilidade no mês de agosto com CV = 7.29%.

**Tabela 7 – Evapotranspiração potencial (mm) – 1976 – 2015**

Mês	Evapotranspiração potencial – EVP (mm)												Média		
	1976-1985			1986-1995			1996-2005			2006-2015					
	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)	$\mu$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV (%)
Jan	154,34	2,95	1,91	154,33	2,28	1,48	154,64	2,28	1,48	155,18	2,65	1,71	154,62	2,54	1,59
Fev	132,93	2,20	1,65	132,18	1,67	1,26	131,89	2,07	1,57	133,36	1,76	1,32	132,59	1,92	1,51
Mar	131,97	2,71	2,05	133,26	2,16	1,62	133,70	2,79	2,09	132,74	2,11	1,59	132,92	2,44	1,96
Abr	110,02	1,90	1,73	111,38	1,81	1,62	110,97	1,51	1,36	110,68	1,19	1,08	110,76	1,60	1,52
Mai	102,58	1,93	1,88	102,17	1,76	1,72	102,45	1,04	1,01	102,29	1,30	1,27	102,37	1,51	1,41
Jun	93,06	0,42	0,45	93,42	0,94	1,00	94,10	1,23	1,31	93,27	0,39	0,42	93,46	0,75	1,02
Jul	98,46	0,61	0,62	98,17	0,69	0,70	98,46	0,57	0,58	98,57	1,09	1,11	98,42	0,74	<b>0,62</b>
Ago	65,51	5,84	8,92	65,89	3,57	5,42	68,33	5,06	7,40	67,73	9,19	13,57	66,86	5,92	<b>7,29</b>
Set	112,04	1,62	1,45	111,49	1,29	1,15	111,54	0,84	0,75	112,40	1,13	1,00	111,87	1,22	1,03
Out	130,09	1,68	1,29	129,31	1,60	1,24	130,52	1,80	1,38	130,16	2,03	1,56	130,02	1,78	1,32
Nov	137,64	2,03	1,47	138,35	1,70	1,23	138,58	1,51	1,09	138,64	2,46	1,78	138,30	1,92	1,22
Dez	153,19	2,56	1,67	154,39	2,69	1,74	152,68	1,58	1,04	154,97	2,55	1,64	153,81	2,35	1,37
Média	118,49	2,20	2,09	118,69	1,85	1,68	118,99	1,86	1,75	119,17	2,32	2,34	118,83	2,06	1,82

A menor evapotranspiração potencial média mensal observou-se no mês de agosto de 1984 com 54,89 mm e a evapotranspiração potencial média mensal maior observou-se no mês de dezembro de 1994 com 159,34 mm (Figura 10).



**Figura 10 – Box plot dos dados de evapotranspiração mensal EVP (mm): (a) 1976-1985; (b) 1986-1995; (c) 1996-2005; e (d) 2006-2015.**

## ESTUDO COMPARATIVO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) apresentou melhor ajuste em relação aos valores observados indicado em percentual do CV nas propriedades temperatura e umidade relativa com valor de  $R^2 = 0,35$ , isto significa que 35% da temperatura explica sua variação através do modelo de regressão em relação a umidade relativa. A temperatura e pressão apresentaram com valor de  $R^2 = 0,763$ , isto significa que 76,3 % da temperatura explica sua variação pela pressão, sendo esta apresentou melhor regressão no modelo. A temperatura e evaporação apresentaram valor de  $R^2 = 0,241$ , considerada franca no período de 40 anos observados de 1976 a 2015 como as demais propriedades observadas abaixo conforme Tabela 8.

**TABELA 8** – Valor do coeficiente de determinação entre os parâmetros climatológicos

	Precipitação	Vento	Temperatura	UR	Pressão	Evaporação	EVP
Precipitação							
Vento	6.17e-5						
Temperatura	0,015	0,010					
UR	0,017	1,989e-5	<b>0,350</b>				
Pressão	0,005	0,036	<b>0,763</b>	0,098			
Evaporação	0,079	4,512e-5	<b>0,241</b>	0,178	0,086		
EVP	0,0003	0,008	0,0003	0,067	0,011	0,004	

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação desordenada e irregular do espaço causada pela falta de um planejamento fazem com que as populações fiquem sujeitas as ocorrências de acidentes climáticos, como os deslocamentos de terras, as inundações e as enchentes. O problema das inundações e enchentes é frequente em várias cidades brasileiras. Além de danos materiais podem provocar doenças. A causa principal para estes acidentes climáticos está na ação antrópica que não é fiscalizada e tratada com rigorosidade as leis que protegem o meio ambiente. Uma medida de combate principal seria a fiscalização no início do processo da ação antrópica que venha prejudicar o espaço evitando assim um risco de grande

monta. Com o estudo do clima é possível desenvolver melhor as atividades humanas no município de Pelotas no caso da agricultura podemos identificar períodos de maior produtividade na região, podemos também identificar períodos do ano mais favoráveis a construção ou obras de infraestruturas no município de Pelotas. Na área do turismo pode fazer um planejamento por períodos relacionados ao clima que seja mais favorável a determinadas atividades turísticas. As variações climáticas então ligadas a diversos fatores e sua influência na região é fator importante a ser estudado para contribuir nas atividades produtivas da região e no manejo correto da ação antrópica com a finalidade de evitar colocar em risco o meio ambiente. A análise do clima no município de Pelotas resultou dados da precipitação com menor variabilidade no mês de setembro e uma maior variabilidade no mês de maio. As variáveis meteorológicas vento, umidade relativa, evaporação se mantiveram constantes nas décadas estudadas. A direção nordeste tem grande incidências em todas as estações do ano. A temperatura apresentou menor variabilidade no mês de fevereiro e uma maior variabilidade no mês de julho. A menor pressão barométrica média mensal observou-se no mês de dezembro e a maior pressão barométrica média mensal observou-se no mês de julho. O valor de evapotranspiração de agosto é significativamente maior do que os dos outros meses. Conforme este artigo pode-se observar uma influência climática grande da temperatura em relação umidade relativa e a pressão.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CONCEIÇÃO, J.A.da; CARVALHO, M.dos S.; RAMOS, S.M.P.; VIEIRA, S.G. ESPAÇO E TEMPO NA FORMAÇÃO URBANA DE PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. Congresso. 12º EGAL- Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009.

FEDORA, N.; CARVALHO, M.H.de; GONÇALVES, A.M.; ALVES, E.P.; SIGNORINI, E.; PINHEIRO, G.C.; MARQUES, J.; MORALES, V.; ALMEIDA, A.J.de. Verificação de um Métodos de Previsão de Temperaturas M<sup>á</sup>ximas para Pelotas. Revista Brasileira de Meteorologia, v.14, n.2, 37-45, 1999.

GRUPPELLI, J.L.; ARAÚJO, N.; CHAPA, S.R. Interrelação entre Precipitação e Parâmetros Meteorológicos para Pelotas – RS. Anais 1980-2006. Congresso Brasileiros de Meteorologia. Edição XIII. Fortaleza, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em : <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440&search=rio-grande-do-sul|pelotas> , Acessado em 02/11/2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS, 2016. Portal da Ouvidoria. Acessado em : 28 de outubro de 2016. Disponível em : <http://www.pelotas.com.br/servicos/cidadao/mapa-urbano/>