

# **HERCO Consultoria de Riscos Ltda.**

## **Avaliação de Dados Meteorológicos para Estudo de Análise de Risco – UTE - Pampa**

---

Rosa dos ventos e planilhas de dados

**Meteorologista Dirceu L. Severo**

**25/06/2013**

### **RESUMO**

Este documento contém a análise dos dados meteorológicos registrados no período de 01/01/2008 a 31/12/2012 pela estação meteorológica instalada no município de Bagé, RS, a cerca de 30 km do ponto de interesse (UTE-Pampa). São apresentadas as estatísticas médias dos valores anuais, mensais e horários das variáveis meteorológicas temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento para os períodos diurno e noturno.

## 1. Introdução

Este relatório descreve como os dados meteorológicos do período 2008-2012 foram coletados, tratados, processados e validados para a modelagem de dispersão atmosférica. Os dados horários foram coletados em uma estação meteorológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia. Segundo as recomendações da resolução CETESB/P4.261 os dados meteorológicos para Estudo de Análise de Risco (EAR) devem preferencialmente ser obtidos da estação meteorológica mais próxima do local de interesse do estudo. Para este relatório, foram utilizados dados da estação meteorológica instalada no município de Bagé, RS.

## 2. Seleção de dados meteorológicos representativos

A estação meteorológica instalada no município de Bagé encontra-se a cerca de 30 km do local do empreendimento (UTE-Pampa). De acordo com as normas técnicas da Organização Meteorológica Mundial (OMM) a representatividade de uma estação meteorológica para fins climatológicos é de cerca de 70 km. Para visualizar os locais da estação meteorológica e do empreendimento em análise, sobre o mapa mostrado na figura 1 foi traçada uma linha, na cor vermelha, unindo os pontos de localização da estação meteorológica e do local do empreendimento (UTE Pampa).

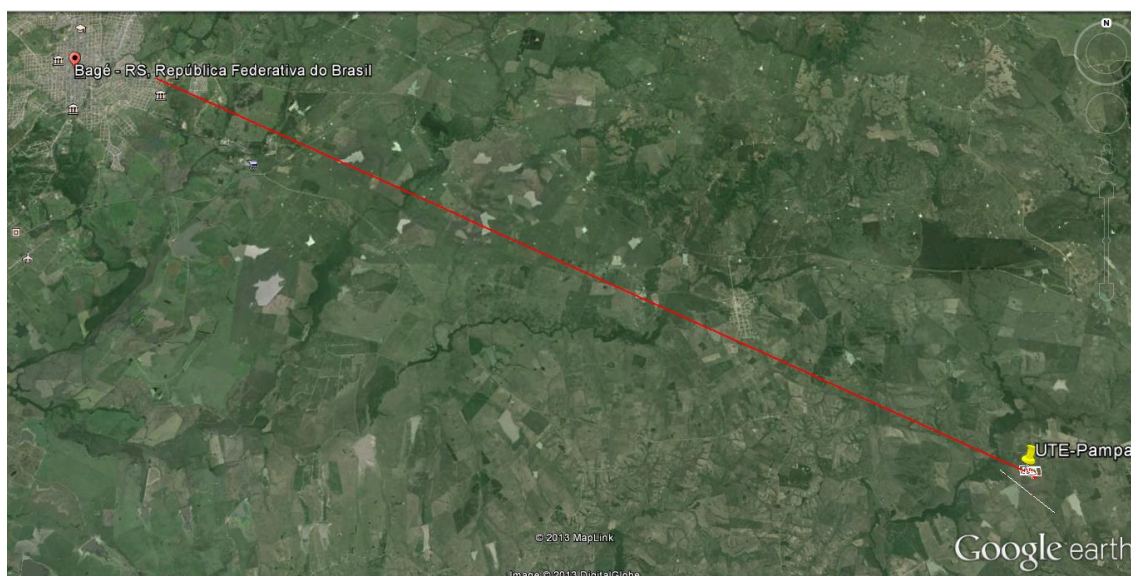


Figura 1: Localização da estação meteorológica (Bagé, RS) e do ponto objeto do EAR (UTE-Pampa). A distância representada na linha em vermelho é de cerca de 30 km.

### 3. Tratamento dos dados

Para a identificação de falhas e/ou erros nos dados brutos foram realizados procedimentos com a ajuda de uma planilha eletrônica. Os dados são coletados a intervalos de uma hora e o período disponível para a estação meteorológica utilizada neste estudo iniciava em 01 de janeiro de 2008 e finalizava em 31 de dezembro de 2012. Não foram identificados erros nos dados e as falhas verificadas ocorreram apenas nos sensores de direção e velocidade do vento. Mesmo assim, o número foi inferior a 0,5%, praticamente insignificante em comparação com o período disponível.

### 4. Estatísticas dos dados

Com o uso de planilha eletrônica, os dados foram organizados em diversas tabelas para facilitar o cálculo das médias mensais, diárias e horárias. As estatísticas da direção e velocidade do vento foram obtidas utilizando-se o software *WRPLOT View*.

### 5. Resultados

Um resumo das estatísticas básicas para os parâmetros meteorológicos utilizados no estudo meteorológico é apresentado no quadro 1. Nas tabelas 1, 2 e 3 são apresentadas as frequências da direção dos ventos para oito direções juntamente com a classificação de Pasquill para a estabilidade atmosférica, seguindo as recomendações da norma CETESB/P4.261.

*Quadro 1: Sumário das condições meteorológicas predominantes na área do EAR.*

Período	Classe de estabilidade (%)		Velocidade (m/s)	Vento predominante (%)		Temperatura (°C)	UR (%)	Calmas (%)
	Pasquill	Frequência		Direção	Frequência			
19 h - 06	D/E	47,1/34,2	2,78	NE/E	21,8/19,1	16,5	74,9	7,04
07 h - 18	C/D	34,8/28,7	3,73	SE/NE	22,1/15,8	19,6	63,6	2,85
00 h - 23	D/C	37,9/17,4	3,26	SE/NE	20,7/18,8	17,5	71,4	4,95

Avaliação de dados meteorológicos para Estudo de Análise de Risco – UTE - Pampa.

Tabela 1: Condições gerais dos ventos diurnos e noturnos								
GERAL	Frequências (%) das classes de estabilidade de Pasquill						Ventos	
Direção	A	B	C	D	E	F	Frequência (%)	Velocidade (m/s)
N	0,79	0,90	2,11	4,49	2,72	1,22	12,22	3,42
<b>NE</b>	<b>0,59</b>	<b>1,11</b>	<b>2,97</b>	<b>10,97</b>	<b>2,50</b>	<b>0,62</b>	<b>18,76</b>	4,19
E	0,82	1,30	2,82	7,18	3,72	0,89	16,73	3,49
<b>SE</b>	<b>1,26</b>	<b>1,92</b>	<b>3,93</b>	<b>9,23</b>	<b>3,38</b>	<b>0,93</b>	<b>20,65</b>	<b>3,68</b>
S	1,60	1,60	1,37	0,87	1,55	0,71	7,70	2,19
SW	1,16	1,30	1,71	0,83	1,16	0,56	6,72	2,39
W	0,59	0,78	1,44	2,28	1,11	0,40	6,60	3,36
NW	0,65	0,49	1,05	2,04	0,95	0,49	5,67	3,33
Calmos							4,95	
Total	<b>7,46</b>	<b>9,39</b>	<b>17,40</b>	<b>37,88</b>	<b>17,10</b>	<b>5,82</b>	<b>100,00</b>	

Tabela 2: Condições dos ventos noturnos								
NOITE	Frequências (%) das classes de estabilidade de Pasquill						Ventos	
Direção	A	B	C	D	E	F	Frequência (%)	Velocidade (m/s)
N	0	0	0	5,15	5,45	2,44	13,04	2,66
<b>NE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15,62</b>	<b>5,01</b>	<b>1,24</b>	<b>21,86</b>	<b>3,74</b>
<b>E</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9,87</b>	<b>7,44</b>	<b>1,78</b>	<b>19,10</b>	<b>3,12</b>
<b>SE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,54</b>	<b>6,76</b>	<b>1,86</b>	<b>19,17</b>	<b>3,48</b>
S	0	0	0	1,21	3,10	1,42	5,73	1,93
SW	0	0	0	0,97	2,32	1,11	4,40	1,95
W	0	0	0	2,14	2,22	0,80	5,17	2,74
NW	0	0	0	1,60	1,90	0,98	4,48	2,58
Calmos							7,04	
Soma	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>47,11</b>	<b>34,21</b>	<b>11,64</b>	<b>100,00</b>	

Tabela 3: Condições dos ventos diurnos								
DIA	Frequências (%) das classes de estabilidade de Pasquill						Ventos	
Direção	A	B	C	D	E	F	Frequência (%)	Velocidade (m/s)
N	1,58	1,80	4,21	3,82	0,00	0,00	11,40	4,09
NE	1,18	2,22	5,94	6,32	0,00	0,00	15,67	4,48
E	1,64	2,59	5,64	4,48	0,00	0,00	14,36	4,02
<b>SE</b>	<b>2,52</b>	<b>3,83</b>	<b>7,87</b>	<b>7,92</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>22,14</b>	<b>4,19</b>
S	3,21	3,20	2,74	0,52	0,00	0,00	9,67	2,42
SW	2,32	2,60	3,42	0,70	0,00	0,00	9,03	2,75
W	1,17	1,56	2,89	2,41	0,00	0,00	8,03	3,89
NW	1,30	0,98	2,09	2,48	0,00	0,00	6,85	4,00
Calmos							2,85	
Soma	<b>14,93</b>	<b>18,78</b>	<b>34,79</b>	<b>28,65</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	

### 5.1 Rosa dos ventos

As figuras 2 e 3 apresentam a rosa dos ventos para os períodos diurno e noturno, respectivamente. Nas figuras 4 e 5 são apresentadas as distribuições de frequência por classe dos ventos diurnos e noturnos, respectivamente. Nas tabelas 4 e 5 são apresentadas as frequências dos ventos distribuídas pelas classes de velocidade consideradas nas figuras 2 e 3.

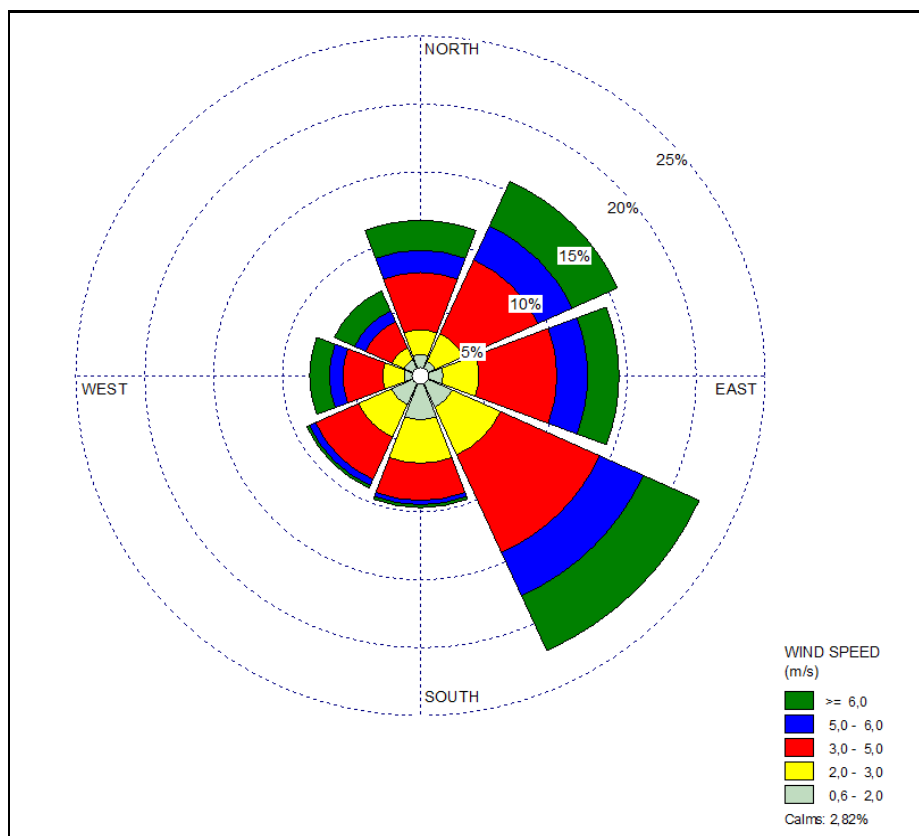


Figura 2: Rosa dos ventos diurnos. Estação Bagé, RS – Localização: 31.35°S, 54.01°W. Altitude 230 m – Período dos dados: 01/08/2008 a 31/12/2012. Média das 7 h às 18h (horário de Brasília). Velocidade dos ventos em m/s.

Direção	Classes de velocidade (m/s)					Soma
	$v \leq 2,0$	$2,0 < v \leq 3,0$	$3,0 < v \leq 5,0$	$5,0 < v \leq 6,0$	$v > 6,0$	
N	1,58	1,80	4,21	1,63	2,19	11,29
NE	1,18	2,22	5,94	2,72	3,61	15,51
E	1,64	2,59	5,64	2,22	2,26	14,22
SE	2,52	3,83	7,87	3,48	4,44	21,93
S	3,21	3,20	2,74	0,31	0,21	9,58
SW	2,32	2,60	3,42	0,49	0,20	8,95
W	1,17	1,56	2,89	0,98	1,43	7,95
NW	1,30	0,98	2,09	0,86	1,63	6,79
<b>Sub-total</b>	<b>14,78</b>	<b>18,60</b>	<b>34,46</b>	<b>12,56</b>	<b>15,81</b>	<b>96,22</b>
Calmos						2,82
Faltantes						0,96
<b>Total</b>						<b>100</b>

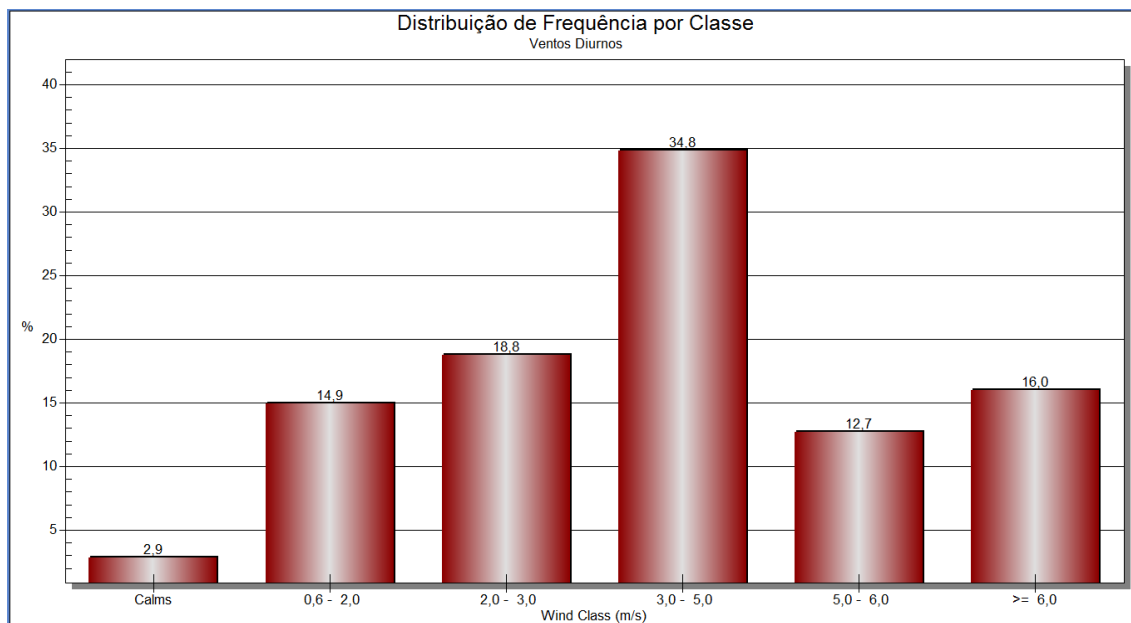


Figura 3: Distribuição de frequência por classe dos ventos diurnos. Estação Bagé, RS – Localização: 31.35°S, 54.01°W. Altitude 230 m – Período dos dados: 01/08/2008 a 31/12/2012. Média das 7 h às 18h (horário de Brasília).

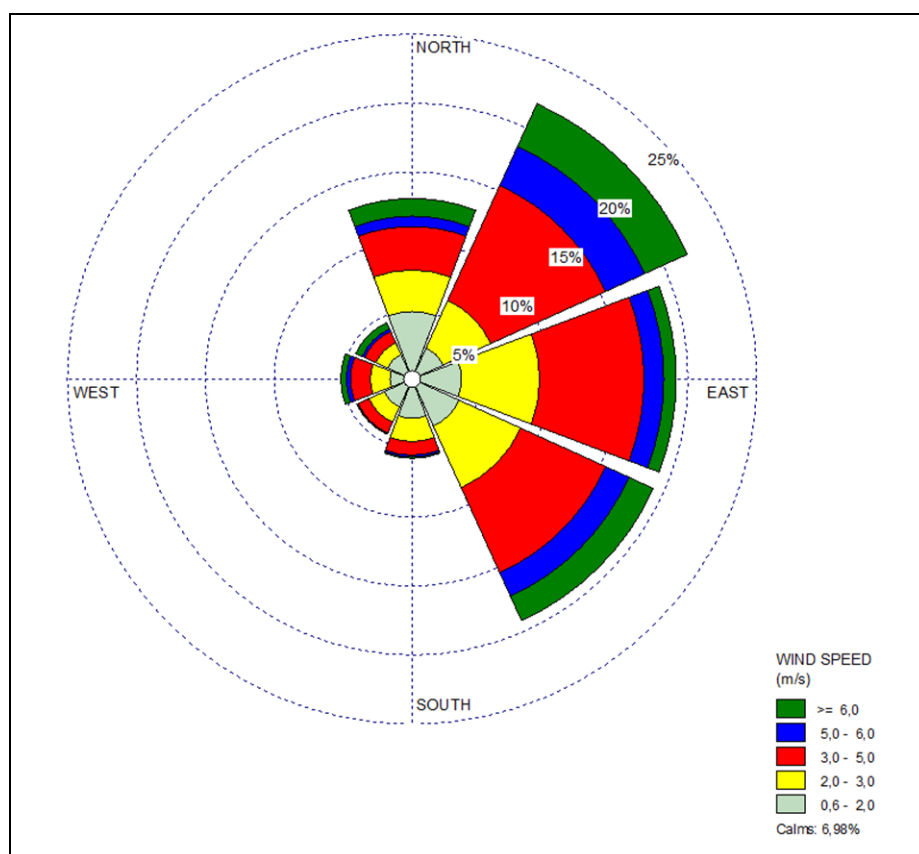


Figura 3: Rosa dos ventos noturnos. Estação Bagé, RS – Localização: 31.35°S, 54.01°W. Altitude 230 m – Período dos dados: 01/08/2008 a 31/12/2012. Média das 19h às 6h (horário de Brasília). Velocidade dos ventos em m/s.

Direção	Classes de velocidade (m/s)					Soma
	$v \leq 2,0$	$2,0 < v \leq 3,0$	$3,0 < v \leq 5,0$	$5,0 < v \leq 6,0$	$v > 6,0$	
N	4,88	3,01	3,14	0,75	1,27	12,92
NE	2,47	3,77	9,11	3,10	3,40	21,65
E	3,56	5,66	7,54	1,43	0,90	18,91
SE	3,73	4,90	6,74	1,87	1,94	18,98
S	2,83	1,69	0,98	0,13	0,09	5,68
SW	2,23	1,20	0,86	0,07	0,04	4,36
W	1,61	1,42	1,44	0,31	0,40	5,12
NW	1,96	0,92	0,90	0,20	0,50	4,44
Sub-total	23,05	22,35	30,41	7,79	8,46	92,06
Calmos						6,98
Faltantes						0,96
Total						100

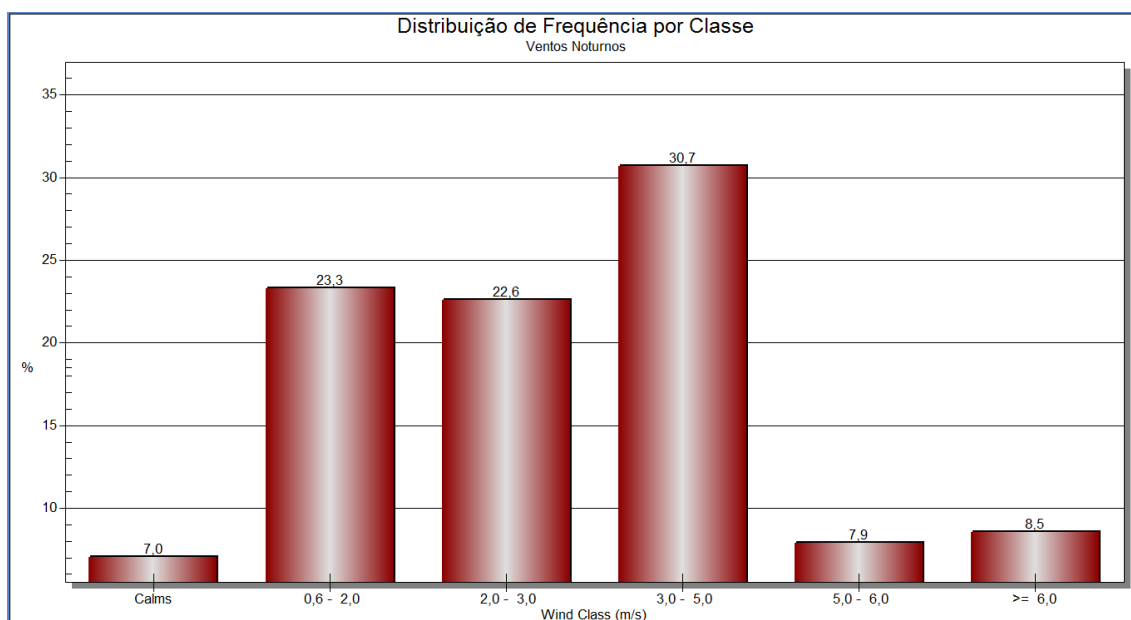


Figura 4: Distribuição de frequência por classe dos ventos noturnos. Estação Bagé, RS – Localização: 31.35°S, 54.01°W. Altitude 230 m – Período dos dados: 01/08/2008 a 31/12/2012. Média das 7 h às 18h (horário de Brasília).

## 5.2 - Médias Mensais

As tabelas enumeradas de 6, 7 e 8 apresentam as estatísticas horárias, mensais e anuais da velocidade dos ventos, da temperaturas e da umidade relativa do ar, respectivamente. As médias apresentadas foram tomadas sobre todo o período dos dados disponíveis.

Tabela 6: Média da velocidade dos ventos (m/s) anual, mensal e horária

Hora de Brasília	Hora GMT	Médias mensais												Médias anuais
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
21	0	3,8	3,1	3,0	2,2	2,2	2,6	2,7	3,0	3,2	3,6	3,4	3,3	<b>3,0</b>
22	1	3,7	3,3	2,9	2,5	2,2	2,6	2,7	3,2	3,3	3,6	3,6	3,4	<b>3,1</b>
23	2	3,5	3,4	2,9	2,5	2,3	2,7	2,7	3,1	3,5	3,6	3,6	3,4	<b>3,1</b>
24	3	3,3	3,3	2,8	2,6	2,3	2,6	2,7	3,1	3,6	3,5	3,5	3,3	<b>3,0</b>
1	4	3,1	3,2	2,7	2,5	2,3	2,5	2,8	3,1	3,6	3,4	3,5	3,1	<b>3,0</b>
2	5	2,9	3,0	2,7	2,5	2,2	2,5	2,7	3,2	3,7	3,1	3,2	2,9	<b>2,9</b>
3	6	2,7	2,9	2,4	2,4	2,2	2,6	2,6	3,2	3,8	3,1	3,1	2,7	<b>2,8</b>
4	7	2,6	2,8	2,4	2,3	2,2	2,5	2,6	3,1	4,1	3,0	3,1	2,7	<b>2,8</b>
5	8	2,5	2,7	2,5	2,2	2,2	2,5	2,5	3,2	4,1	2,9	3,1	2,6	<b>2,7</b>
6	9	2,4	2,5	2,4	2,2	2,2	2,4	2,5	3,2	4,2	2,9	3,0	2,5	<b>2,7</b>
7	10	2,5	2,6	2,5	2,2	2,3	2,4	2,5	3,2	4,3	3,2	3,3	2,9	<b>2,8</b>
8	11	3,4	3,0	2,7	2,3	2,2	2,4	2,5	3,2	4,8	3,9	4,0	3,7	<b>3,2</b>
9	12	4,1	3,7	3,4	2,7	2,5	2,5	2,8	3,5	5,5	4,4	4,3	4,1	<b>3,6</b>
10	13	4,1	4,1	4,0	3,4	3,1	3,0	3,4	3,9	6,1	4,5	4,2	4,1	<b>4,0</b>
11	14	4,1	4,1	4,0	3,6	3,6	3,5	3,6	4,2	6,3	4,4	4,1	4,1	<b>4,1</b>
12	15	4,0	4,0	3,9	3,7	3,6	3,6	3,9	4,3	6,4	4,4	3,9	4,0	<b>4,1</b>
13	16	4,1	4,1	3,9	3,5	3,5	3,6	3,9	4,2	6,5	4,3	3,9	4,0	<b>4,1</b>
14	17	4,1	3,9	3,9	3,4	3,4	3,6	3,9	4,0	6,5	4,2	3,9	4,0	<b>4,1</b>
15	18	4,2	4,0	3,9	3,5	3,2	3,4	3,7	3,9	6,5	4,1	4,1	4,0	<b>4,0</b>
16	19	4,5	4,1	3,9	3,3	3,0	3,1	3,5	3,8	6,6	4,0	4,1	4,1	<b>4,0</b>
17	20	4,6	4,0	3,9	3,0	2,5	2,7	3,1	3,3	6,5	4,0	4,0	4,3	<b>3,8</b>
18	21	4,5	3,7	3,3	2,2	2,1	2,4	2,6	2,8	6,2	3,8	3,8	4,2	<b>3,5</b>
19	22	4,2	3,3	2,8	2,0	2,1	2,4	2,6	2,8	6,1	3,3	3,2	3,8	<b>3,2</b>
20	23	3,8	3,1	2,9	2,2	2,2	2,4	2,6	2,9	6,3	3,3	3,3	3,5	<b>3,2</b>
	<b>Médias</b>	<b>3,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,4</b>	<b>5,1</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>



Avaliação de dados meteorológicos para Estudo de Análise de Risco – UTE - Pampa.

Tabela 7: Média da temperatura (°C) anual, mensal e horária

Hora de Brasília	Hora GMT	Médias mensais												Médias anuais
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
21	0	22,2	22,1	20,0	16,9	14,5	11,7	8,8	10,7	12,2	17,2	19,6	21,0	<b>16,4</b>
22	1	21,3	21,4	19,3	16,4	14,1	11,3	8,5	10,4	11,9	16,6	18,7	20,1	<b>15,8</b>
23	2	20,5	21,0	18,9	15,9	13,7	11,1	8,3	10,1	11,7	16,0	18,1	19,4	<b>15,4</b>
24	3	20,0	20,5	18,5	15,6	13,4	10,8	8,1	9,8	11,6	15,6	17,6	18,8	<b>15,0</b>
1	4	19,5	20,2	18,2	15,3	13,2	10,6	7,9	9,7	11,5	15,2	17,1	18,3	<b>14,7</b>
2	5	19,1	19,9	17,8	15,0	12,9	10,4	7,7	9,7	11,5	14,9	16,7	17,8	<b>14,4</b>
3	6	18,8	19,6	17,5	14,7	12,6	10,3	7,7	9,5	11,4	14,6	16,3	17,5	<b>14,2</b>
4	7	18,5	19,3	17,4	14,4	12,4	10,1	7,5	9,3	11,3	14,3	16,0	17,2	<b>14,0</b>
5	8	18,2	19,0	17,1	14,1	12,2	9,9	7,3	9,2	11,3	14,1	15,8	17,0	<b>13,8</b>
6	9	18,1	18,9	17,0	13,9	11,8	9,8	7,1	9,1	11,3	13,9	15,9	17,1	<b>13,7</b>
7	10	19,4	19,3	17,1	13,8	11,7	9,8	6,9	9,0	11,5	14,9	17,4	18,7	<b>14,1</b>
8	11	21,4	21,0	18,7	15,1	12,5	10,0	7,0	9,3	12,8	16,6	19,2	20,6	<b>15,4</b>
9	12	23,3	22,9	20,7	17,4	14,7	11,5	8,4	10,5	14,2	18,1	20,9	22,4	<b>17,1</b>
10	13	24,8	24,3	22,5	19,3	16,6	13,2	9,7	11,8	15,5	19,4	22,4	23,9	<b>18,6</b>
11	14	25,9	25,5	23,8	20,9	18,0	14,5	10,9	12,9	16,7	20,5	23,6	25,1	<b>19,9</b>
12	15	26,7	26,4	24,8	22,0	19,1	15,6	11,7	13,9	17,5	21,3	24,5	26,0	<b>20,8</b>
13	16	27,6	27,1	25,6	22,8	19,8	16,3	12,5	14,5	18,3	22,0	25,1	26,7	<b>21,5</b>
14	17	28,2	27,4	26,1	23,3	20,1	16,7	12,9	14,9	18,7	22,5	25,7	27,2	<b>22,0</b>
15	18	28,4	27,5	26,3	23,4	20,3	16,8	13,1	15,1	19,0	22,7	25,8	27,4	<b>22,2</b>
16	19	28,3	27,4	26,3	23,3	20,1	16,5	12,9	15,0	19,1	22,6	25,6	27,3	<b>22,0</b>
17	20	28,1	27,2	25,8	22,5	19,3	15,7	12,2	14,4	18,7	22,2	25,3	26,8	<b>21,5</b>
18	21	27,3	26,5	24,5	20,8	17,6	14,1	10,8	13,2	17,8	21,2	24,3	25,9	<b>20,3</b>
19	22	25,8	24,8	22,5	19,0	16,2	13,1	9,8	12,1	16,8	19,6	22,5	24,3	<b>18,9</b>
20	23	23,7	23,1	21,1	17,4	15,2	12,2	9,1	11,3	16,1	18,3	20,8	22,4	<b>17,6</b>
	<b>Médias</b>	<b>23,1</b>	<b>23,0</b>	<b>21,2</b>	<b>18,1</b>	<b>15,5</b>	<b>12,6</b>	<b>9,5</b>	<b>11,5</b>	<b>14,5</b>	<b>18,1</b>	<b>20,6</b>	<b>22,0</b>	<b>17,5</b>

Tabela 8: Média da umidade relativa (%) anual, mensal e horária

Hora de Brasília	Hora GMT	Médias mensais												Médias anuais
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
21	0	72,0	77,6	79,5	78,6	82,0	72,0	70,4	70,3	69,6	78,7	74,2	71,8	<b>74,7</b>
22	1	76,2	80,3	82,4	80,8	83,6	72,8	71,3	71,3	71,4	81,0	77,8	76,0	<b>77,1</b>
23	2	79,2	81,9	84,5	82,4	85,0	73,3	71,8	72,1	72,5	83,2	80,1	79,4	<b>78,8</b>
24	3	82,2	83,8	86,2	83,9	86,3	74,1	72,5	72,7	73,2	84,4	81,7	82,3	<b>80,3</b>
1	4	84,6	85,2	87,3	85,2	87,4	74,5	72,7	72,9	74,5	85,9	83,8	84,3	<b>81,5</b>
2	5	86,1	86,1	88,7	86,0	88,1	74,9	73,4	73,0	75,4	86,9	85,4	85,9	<b>82,5</b>
3	6	87,5	86,9	89,8	87,2	88,9	75,4	73,7	73,4	76,3	87,7	87,0	87,1	<b>83,4</b>
4	7	88,6	88,1	90,4	88,0	89,5	75,9	74,1	73,9	76,9	88,8	87,8	88,0	<b>84,2</b>
5	8	89,5	88,8	91,1	89,0	90,0	76,1	74,7	74,3	77,1	89,6	88,5	88,7	<b>84,8</b>
6	9	90,1	89,4	91,5	89,4	90,5	76,2	75,0	74,8	77,8	90,2	88,8	88,6	<b>85,2</b>
7	10	86,9	88,7	91,5	89,5	90,8	76,4	75,3	75,2	78,0	88,3	85,3	84,5	<b>84,2</b>
8	11	79,0	83,7	88,2	87,7	89,6	76,6	75,3	74,5	75,7	82,8	77,4	76,5	<b>80,6</b>
9	12	70,4	76,2	80,7	80,8	84,5	74,3	73,0	71,0	71,1	76,0	69,6	68,6	<b>74,7</b>
10	13	64,0	69,9	72,7	72,2	77,4	69,7	68,0	66,5	66,3	70,3	63,3	62,2	<b>68,5</b>
11	14	58,6	64,5	66,2	65,1	70,4	64,7	63,5	62,0	62,1	65,8	58,9	56,8	<b>63,2</b>
12	15	55,5	60,9	61,5	59,3	65,5	60,5	58,9	58,0	59,0	62,9	55,2	52,8	<b>59,2</b>
13	16	52,0	58,5	57,8	55,6	61,7	57,5	55,7	55,6	57,0	60,3	52,6	50,1	<b>56,2</b>
14	17	49,3	57,2	55,6	52,9	60,2	55,7	53,2	53,9	55,4	58,3	50,7	48,5	<b>54,2</b>
15	18	48,2	55,9	54,3	52,1	59,1	55,0	52,6	53,5	55,1	57,4	50,1	47,7	<b>53,4</b>
16	19	48,2	55,7	54,1	52,2	59,6	56,0	53,5	53,5	55,3	57,6	50,2	47,8	<b>53,7</b>
17	20	48,9	56,5	55,5	55,0	62,9	59,0	55,9	55,9	57,4	58,7	51,1	49,6	<b>55,5</b>
18	21	51,3	59,1	60,9	62,1	69,7	64,4	61,5	60,5	61,9	62,8	55,3	52,6	<b>60,2</b>
19	22	57,4	65,9	68,6	68,8	75,1	67,9	65,6	65,0	66,4	68,9	61,9	59,1	<b>65,9</b>
20	23	65,6	72,7	74,7	75,3	79,5	70,9	68,6	68,6	70,1	74,3	69,0	65,8	<b>71,3</b>
	<b>Médias</b>	<b>69,6</b>	<b>73,9</b>	<b>75,6</b>	<b>74,1</b>	<b>78,2</b>	<b>68,9</b>	<b>67,1</b>	<b>66,8</b>	<b>68,1</b>	<b>75,0</b>	<b>70,2</b>	<b>68,9</b>	<b>71,4</b>

Blumenau, 26 de Junho de 2013.

---

**Dirceu Luís Severo**

**CREA-SC 026745-2**

**3GEO LTDA ME**

**Email: [dirceuluis@gmail.com](mailto:dirceuluis@gmail.com)**

**Tels: 047-3321-0554**

**012-9223-3880**