

EIDOS Análise e Gestão de Riscos Ltda.

Avaliação de Dados Meteorológicos para Estudo de Análise de Risco – Congonhas, SP

Rosa dos ventos e planilhas de dados

Meteorologista Dirceu L. Severo

29/08/2013

RESUMO

Este relatório apresenta a análise dos dados meteorológicos registrados no período de 01/01/2008 a 20/08/2013 pela estação meteorológica instalada no aeroporto internacional de Congonhas, SP. São apresentadas as estatísticas médias dos valores anuais, mensais e horários da temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento.

1. Introdução

Este relatório descreve os procedimentos de coleta, tratamento, processamento e validação dos dados meteorológicos para fins de Estudo de Análise de Risco. A análise deste relatório é válida para a região do entorno da estação meteorológica automática instalada no Aeroporto de Congonhas (SP). Para a avaliação das condições meteorológicas médias foram utilizados registros horários dos últimos cinco anos (de 01 de janeiro de 2008 a 20 de agosto de 2013). A responsabilidade pela manutenção da estação meteorológica instalada no aeroporto de Congonhas (SP) é do Comando da Aeronáutica e a estação é integrante da rede internacional de coleta de dados da Organização Meteorológica Mundial (WMO) e encontra-se registrada com o código WMO83780. Os sensores meteorológicos estão instalados numa torre metálica de cerca de 10 m de altura, sendo que no topo desta torre ficam posicionados os registradores da velocidade e direção dos ventos. A resolução CETESB/P4.261 recomenda que se não houver disponibilidade de dados meteorológicos próximo do local objeto do Estudo de Análise de Risco (EAR) podem ser utilizados valores padronizados, mas preferencialmente devem ser utilizados dados de qualquer estação meteorológica cuja representatividade incorpore o local de interesse.

2. Seleção de dados meteorológicos representativos

Os dados da estação meteorológica do aeroporto de Congonhas (WMO83780) foram selecionados para representar as condições meteorológicas e climáticas numa área circular de cerca de 50 km de raio. A localização do aeroporto de Congonhas é mostrada na figura abaixo. As linhas marcadas tem comprimento de cerca de 50 km e foram desenhadas para referenciar a região de abrangência e validade dos dados meteorológicos coletados. Evidentemente que por estar localizada numa área urbana, algumas pequenas variações podem ocorrer entre o local da estação e os extremos da área de abrangência, provavelmente mais significativos nos parâmetros temperatura e umidade. Entretanto, é seguro que o padrão médio não deve ser alterado de forma significativa.

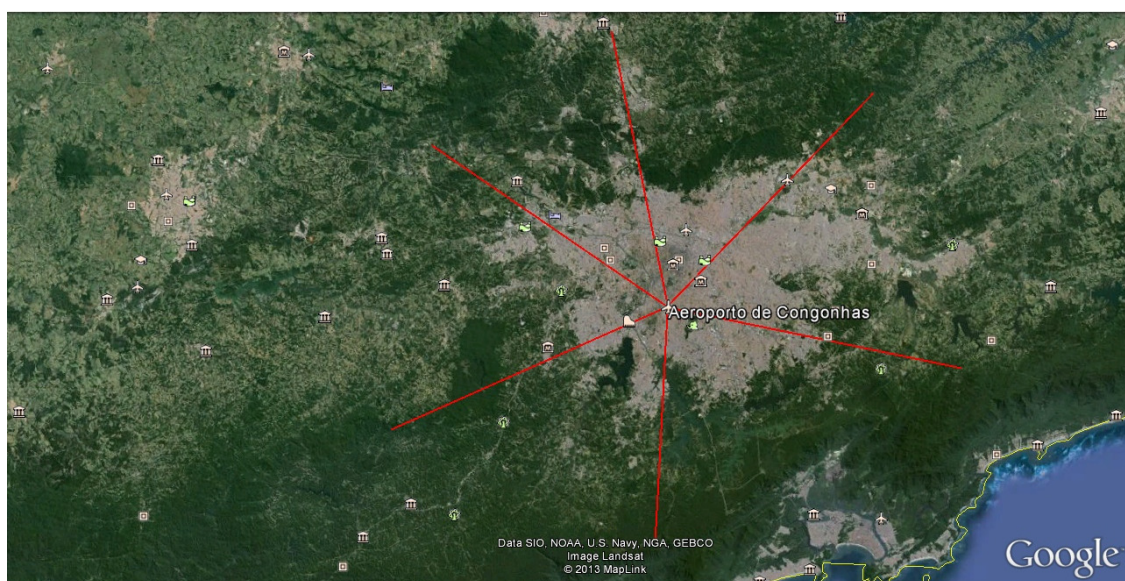


Figura 1. Localização da estação meteorológica (aeroporto de Congonhas).

3. Tratamento dos dados

Para a identificação de falhas e/ou erros nos dados brutos foram realizados procedimentos de busca com a ajuda de uma planilha eletrônica. Os dados utilizados foram coletados a intervalos de uma hora e o período disponível para a estação meteorológica utilizado neste estudo iniciou em 01 de janeiro de 2008 até 20 de agosto de 2013. Foram encontradas algumas falhas cujas causas não puderam ser identificadas. Entretanto, como as falhas encontram-se distribuídas aleatoriamente no conjunto de dados, a influência sobre os resultados é desprezível.

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. Deve-se observar que os valores das primeiras três tabelas foram obtidos considerando-se apenas os dados de velocidade e direção dos ventos válidos, excluindo-se, portanto as falhas existentes nas séries disponíveis.

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	38.5	2.74	SE/S	25.8/21.6	18.8	79.8	8.92
07 h - 18	D	40.7	3.41	S/SE	26.4/14.9	21.6	67.5	1.83
00 h - 23	D	39.6	2.99	S/SE	24.0/20.3	20.0	74,5	5.37

Avaliação de dados meteorológicos da estação do Aeroporto de Congonhas - SP.

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	0,58	1,95	1,56	4,34	0,84	1,98	11,25	3,08
NE	0,56	2,36	0,73	1,75	1,67	2,18	9,25	2,36
E	0,65	2,47	1,28	3,35	2,48	2,65	12,89	2,56
SE	0,42	1,73	2,11	9,45	3,81	2,84	20,34	3,25
S	0,35	1,66	4,08	13,51	2,61	1,81	24,01	3,76
SW	0,13	0,54	0,55	1,24	0,41	0,42	3,28	2,95
W	0,16	0,75	0,48	0,78	0,29	0,38	2,84	2,50
NW	0,27	1,38	1,98	5,21	1,01	0,92	10,76	3,48
Calmos							5,37	
Total	3,12	12,84	12,77	39,61	13,11	13,17	100,00	2,99

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	2,88	1,67	3,96	8,52	2,71
NE	0	0	0	1,95	3,34	4,36	9,64	2,27
E	0	0	0	3,93	4,96	5,31	14,20	2,31
SE	0	0	0	12,48	7,61	5,67	25,76	3,03
S	0	0	0	12,81	5,21	3,62	21,65	3,46
SW	0	0	0	1,06	0,82	0,83	2,72	2,87
W	0	0	0	0,38	0,59	0,76	1,73	2,28
NW	0	0	0	3,02	2,01	1,83	6,87	2,98
Calmos							8,92	
Soma	0,00	0,00	0,00	38,51	26,22	26,34	100,00	2,74

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	1,16	3,90	3,12	5,79	0,00	0,00	13,98	3,54
NE	1,13	4,72	1,47	1,55	0,00	0,00	8,86	2,58
E	1,29	4,95	2,56	2,78	0,00	0,00	11,58	2,84
SE	0,84	3,45	4,22	6,41	0,00	0,00	14,93	3,70
S	0,69	3,31	8,16	14,20	0,00	0,00	26,36	4,29
SW	0,25	1,09	1,10	1,41	0,00	0,00	3,84	3,32
W	0,33	1,51	0,95	1,17	0,00	0,00	3,96	2,88
NW	0,55	2,76	3,95	7,40	0,00	0,00	14,66	4,10
Calmos							1,83	
Soma	6,24	25,68	25,53	40,72	0,00	0,00	100,00	3,41

5.1. Rosa dos ventos

As figuras 2, 3 e 4 apresentam a rosa dos ventos para os períodos diurno, noturno e diurno e noturno, respectivamente. Nas tabelas 4, 5 e 6 são apresentadas as frequências dos ventos distribuídas pelas classes de velocidade consideradas nas figuras 2, 3 e 4.

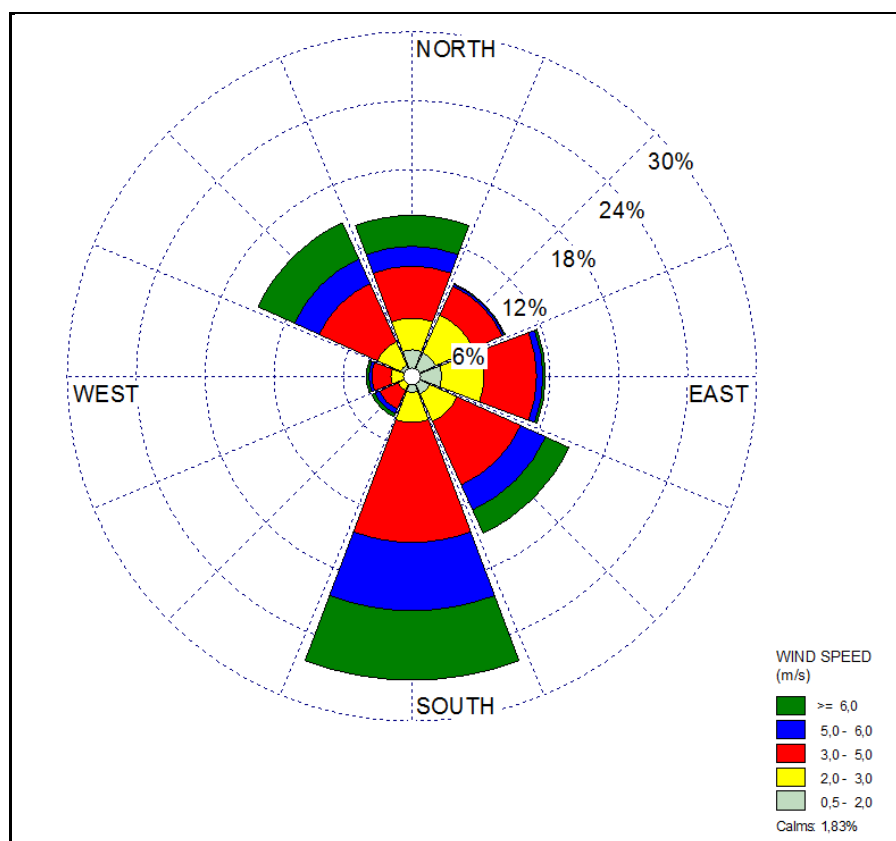


Figura 2: Rosa dos ventos diurnos. Estação Congonhas, SP (WMO 83780) – Localização: 23.62°S, 46.65°W. Altitude 803 m – Período dos dados: 01/01/2008 a 20/08/2013. Média das 7 h às 18h (horário de Brasília). Velocidade dos ventos em m/s.

Tabela 4: Rosa dos ventos diurnos						
	Classes de velocidade (m/s)					
Direção	$v \leq 2,0$	$2,0 < v \leq 3,0$	$3,0 < v \leq 5,0$	$5,0 < v \leq 6,0$	$v > 6,0$	Soma
N	2,33	2,74	4,52	1,72	2,67	13,98
NE	2,26	3,59	2,74	0,19	0,08	8,86
E	2,58	3,66	4,57	0,56	0,22	11,58
SE	1,69	2,61	6,05	2,39	2,20	14,93
S	1,38	2,62	10,40	5,92	6,04	26,36
SW	0,51	0,83	1,79	0,41	0,31	3,84
W	0,65	1,18	1,64	0,26	0,22	3,96
NW	1,09	2,22	5,54	2,36	3,45	14,66
Sub-total	12,49	19,44	37,26	13,80	15,18	98,17
Calmos						1,83
Faltantes						0,00
Total						100,00

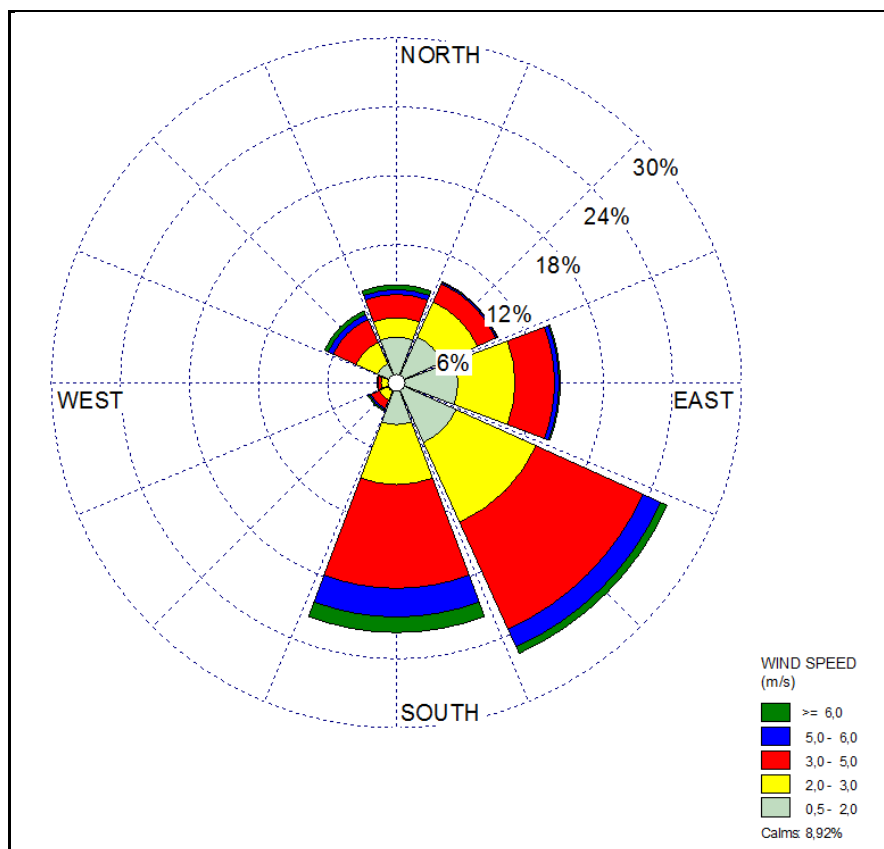


Figura 3: Rosa dos ventos noturnos. Estação Congonhas, SP (WMO 83780) – Localização: 23.62°S, 46.65°W. Altitude 803 m – Período dos dados: 01/01/2008 a 20/08/2013. Média das 19h às 6h (horário de Brasília). Velocidade dos ventos em m/s.

Tabela 5: Rosa dos ventos noturnos						
	Classes de velocidade (m/s)					
Direção	$v \leq 2,0$	$2,0 < v \leq 3,0$	$3,0 < v \leq 5,0$	$5,0 < v \leq 6,0$	$v > 6,0$	Soma
N	3,96	1,67	2,04	0,43	0,42	8,52
NE	4,36	3,34	1,73	0,13	0,09	9,64
E	5,31	4,96	3,42	0,38	0,13	14,20
SE	5,67	7,61	10,17	1,68	0,62	25,76
S	3,62	5,21	8,98	2,48	1,35	21,65
SW	0,83	0,82	0,77	0,15	0,14	2,72
W	0,76	0,59	0,29	0,05	0,04	1,73
NW	1,83	2,01	2,18	0,48	0,36	6,87
Sub-total	26,34	26,22	29,59	5,77	3,15	91,07
Calmos						8,92
Faltantes						0,00
Total						100,00

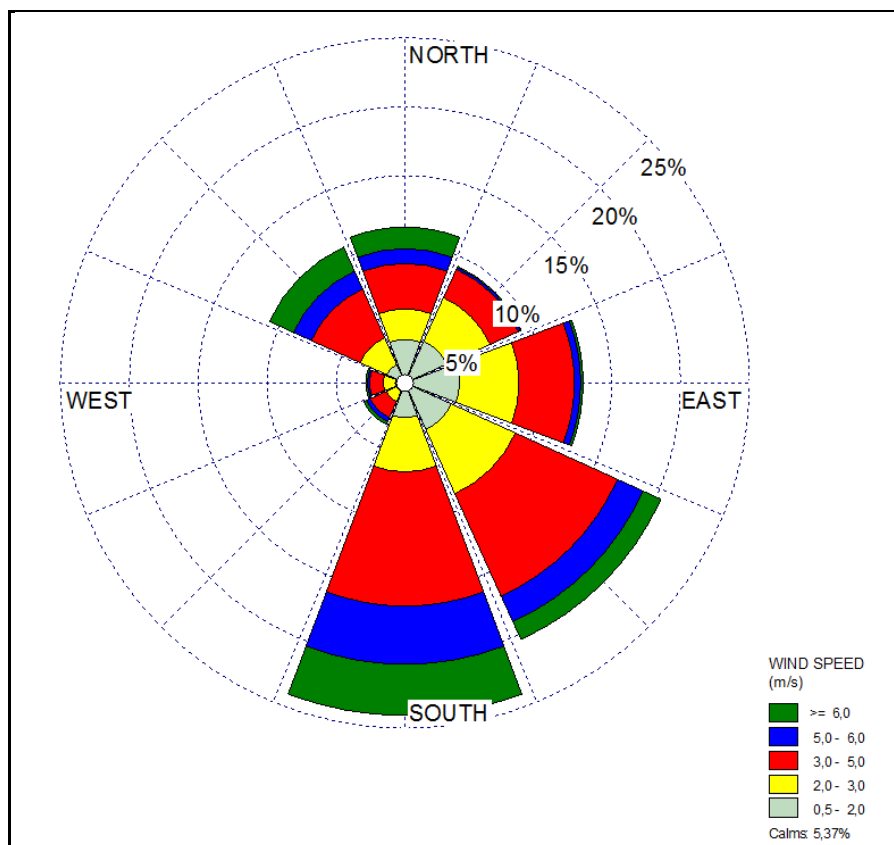


Figura 4: Rosa dos ventos diurnos e noturnos. Estação Congonhas, SP (WMO 83780) – Localização: 23.62°S, 46.65°W. Altitude 803 m – Período dos dados: 01/01/2008 a 20/08/2013. Média das 0h às 23h (horário de Brasília). Velocidade dos ventos em m/s.

Tabela 6: Rosa dos ventos diurnos e noturnos						
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	3,14	2,20	3,28	1,08	1,54	11,25
NE	3,30	3,46	2,24	0,16	0,09	9,25
E	3,94	4,31	4,00	0,47	0,17	12,89
SE	3,68	5,11	8,11	2,04	1,41	20,34
S	2,50	3,92	9,69	4,20	3,70	24,01
SW	0,67	0,83	1,28	0,28	0,23	3,28
W	0,71	0,88	0,97	0,15	0,13	2,84
NW	1,46	2,12	3,87	1,42	1,91	10,77
Sub-total	19,40	22,83	33,43	9,79	9,18	94,63
Calmos						5,37
Faltantes						0,00
Total						100,00

5.2 - Médias Mensais

As tabelas enumeradas de 6, 7 e 8 apresentam as estatísticas horárias, mensais e anuais da velocidade dos ventos, da temperatura 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	2,81	2,65	3,23	2,83	2,80	2,56	2,14	2,66	3,23	3,28	3,20	3,06	2,85
22	1	2,64	2,35	2,96	2,55	2,62	2,37	2,04	2,66	2,99	3,12	2,99	2,85	2,66
23	2	2,44	2,05	2,72	2,45	2,33	2,22	1,92	2,48	2,87	2,83	2,88	2,60	2,47
24	3	2,35	1,99	2,59	2,10	2,23	1,97	1,81	2,52	2,60	2,68	2,60	2,40	2,31
1	4	2,15	1,93	2,29	2,09	2,12	1,98	1,85	2,39	2,56	2,50	2,46	2,23	2,20
2	5	2,09	1,67	2,26	2,03	2,02	1,96	1,79	2,40	2,79	2,42	2,35	2,15	2,15
3	6	2,06	1,63	2,14	1,92	2,09	1,93	1,84	2,41	2,64	2,40	2,21	2,12	2,11
4	7	2,08	1,72	2,12	2,00	2,16	1,97	1,79	2,35	2,58	2,45	2,12	2,23	2,12
5	8	2,11	1,78	2,04	2,00	2,20	2,16	2,18	2,47	2,61	2,54	2,40	2,22	2,21
6	9	2,34	1,82	2,17	1,98	2,28	2,28	2,08	2,54	2,74	2,60	2,52	2,33	2,29
7	10	2,55	2,20	2,50	2,12	2,40	2,28	2,28	2,60	2,86	2,92	2,79	2,62	2,49
8	11	2,89	2,43	2,85	2,41	2,70	2,49	2,32	2,83	3,20	3,24	3,24	2,91	2,77
9	12	3,38	2,92	3,19	2,74	2,97	2,83	2,57	3,09	3,37	3,27	3,41	3,23	3,07
10	13	3,64	3,30	3,51	3,10	3,33	3,06	2,88	3,46	3,69	3,54	3,76	3,75	3,40
11	14	3,88	3,45	3,78	3,51	3,60	3,27	3,15	3,57	3,80	3,72	3,78	3,89	3,61
12	15	3,90	3,64	4,02	3,50	3,80	3,61	3,35	3,84	3,98	4,06	4,10	3,98	3,80
13	16	4,30	3,77	4,06	3,65	3,87	3,62	3,64	3,98	4,22	4,36	4,64	4,44	4,03
14	17	4,58	4,14	4,67	3,88	4,22	3,77	3,64	3,92	4,51	4,73	5,08	4,81	4,31
15	18	4,87	4,46	5,09	4,37	4,34	3,79	3,76	4,26	4,82	5,27	5,31	5,21	4,60
16	19	4,60	4,55	5,16	4,75	4,57	4,08	3,78	4,54	5,24	5,42	5,20	4,98	4,71
17	20	4,46	4,58	5,09	4,52	4,53	3,87	3,70	4,40	4,82	4,93	5,07	4,79	4,54
18	21	4,09	4,02	4,68	3,99	4,00	3,31	3,19	3,98	4,38	4,42	4,68	4,24	4,06
19	22	3,48	3,45	4,04	3,55	3,39	3,00	2,76	3,47	3,78	3,93	4,11	3,84	3,55
20	23	3,27	2,93	3,59	3,19	3,04	2,52	2,41	3,10	3,59	3,71	3,47	3,43	3,17
	Médias	3,21	2,89	3,37	2,97	3,07	2,79	2,62	3,16	3,50	3,51	3,51	3,35	3,15

Avaliação de dados meteorológicos da estação do Aeroporto de Congonhas - SP.

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	21,1	22,4	21,2	19,8	17,7	16,4	16,9	17,4	17,6	18,5	19,4	21,1	19,1
22	1	20,8	22,3	21,1	19,6	17,5	16,0	16,6	17,0	17,5	18,3	19,3	21,0	18,9
23	2	20,7	22,0	20,9	19,3	17,2	15,7	16,3	16,8	17,3	18,1	19,1	20,7	18,7
24	3	20,5	21,9	20,7	19,2	16,9	15,3	15,9	16,3	17,1	17,9	18,9	20,5	18,4
1	4	20,3	21,6	20,5	19,0	16,6	15,1	15,6	16,0	16,7	17,8	18,7	20,2	18,1
2	5	20,1	21,3	20,2	18,7	16,4	14,8	15,2	15,6	16,4	17,6	18,5	20,0	17,9
3	6	19,9	21,1	20,1	18,5	16,1	14,6	14,9	15,4	16,2	17,5	18,3	19,8	17,7
4	7	19,9	21,0	19,9	18,3	15,9	14,4	14,6	15,1	15,9	17,3	18,2	19,7	17,5
5	8	20,0	21,0	19,8	18,2	15,7	14,3	14,5	15,0	15,9	17,2	18,1	19,7	17,4
6	9	20,0	20,9	19,7	18,1	15,6	14,3	14,4	14,9	15,8	17,3	18,4	20,0	17,4
7	10	20,6	21,6	20,1	18,4	15,8	14,2	14,4	14,9	16,2	18,0	19,3	20,8	17,8
8	11	21,6	22,7	21,1	19,2	16,4	14,9	15,1	15,7	17,2	19,0	20,4	21,7	18,7
9	12	22,7	24,1	22,4	20,5	17,6	15,9	16,1	17,1	18,4	20,3	21,8	23,0	19,9
10	13	23,8	25,5	23,5	21,7	18,9	17,1	17,5	18,6	19,8	21,6	22,8	24,2	21,2
11	14	24,6	26,6	24,6	22,8	20,0	18,3	18,9	20,0	21,1	22,8	23,8	25,3	22,3
12	15	25,4	27,3	25,4	23,6	21,0	19,4	20,1	21,3	22,1	23,6	24,5	25,9	23,2
13	16	25,6	27,9	25,9	24,2	21,7	20,2	20,9	22,1	22,8	24,1	24,9	26,1	23,8
14	17	25,3	27,8	25,9	24,4	21,8	20,6	21,4	22,5	22,9	23,9	24,5	25,9	23,9
15	18	24,7	27,0	25,1	23,9	21,8	20,7	21,3	22,3	22,5	23,0	23,8	24,9	23,4
16	19	23,9	26,1	24,2	23,1	21,1	20,2	20,9	21,7	21,7	21,9	22,8	23,9	22,6
17	20	22,9	24,7	23,2	21,9	20,0	19,0	19,9	20,8	20,3	20,7	21,7	22,9	21,5
18	21	22,4	23,9	22,3	20,8	18,9	18,1	18,6	19,3	19,0	19,6	20,7	22,2	20,5
19	22	21,7	23,1	21,7	20,2	18,3	17,3	17,8	18,4	18,4	19,0	20,0	21,5	19,8
20	23	21,3	22,7	21,3	19,9	17,8	16,8	17,3	17,8	18,0	18,6	19,7	21,3	19,4
	Médias	22,1	23,6	22,1	20,6	18,2	16,8	17,3	18,0	18,6	19,7	20,7	22,2	20,0

Avaliação de dados meteorológicos da estação do Aeroporto de Congonhas - SP.

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

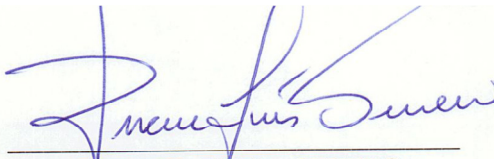
Hora de Brasília	Hora GMT	Médias mensais												Médias anuais
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
21	0	83,1	79,2	81,2	80,5	78,4	78,5	74,3	71,9	77,8	81,7	80,9	80,7	79,0
22	1	84,1	79,5	81,1	81,6	78,7	79,8	75,1	73,6	77,6	82,3	81,4	81,2	79,6
23	2	84,5	80,3	81,8	82,3	79,7	81,1	76,3	74,6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

Referências Bibliográficas

CETESB, 2003: Manual de Orientação para Elaboração de Estudo de Análise de Riscos. *Norma Técnica P4.261*. 122p.

WMO, 2011: Guide to Climatological Practices. *World Meteorological Organization*. WMO-No.100.

Blumenau, 28 de Agosto de 2013.



DIRCEU LUIS SEVERO

CREA-SC 026745-2

LV SOLUÇÕES EM SIST. INFORMATIZADOS LTDA

Email: dirceuluis@gmail.com

Tels: 047-3321-0554

012-99223-3880