



XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas  
XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços  
VII FENÁGUA – Feira Nacional da Água

---

## **EVAPORAÇÃO MEDIDA PELO MÉTODO DO DOMO EM BARRAGEM SUBTERRÂNEA NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO**

---

*Fernandha Silva, Suzana M. G. L. Montenegro, Antônio C. D. Antonino,  
Willames Soares, Bernardo Barbosa da Silva, Francisco Marques*

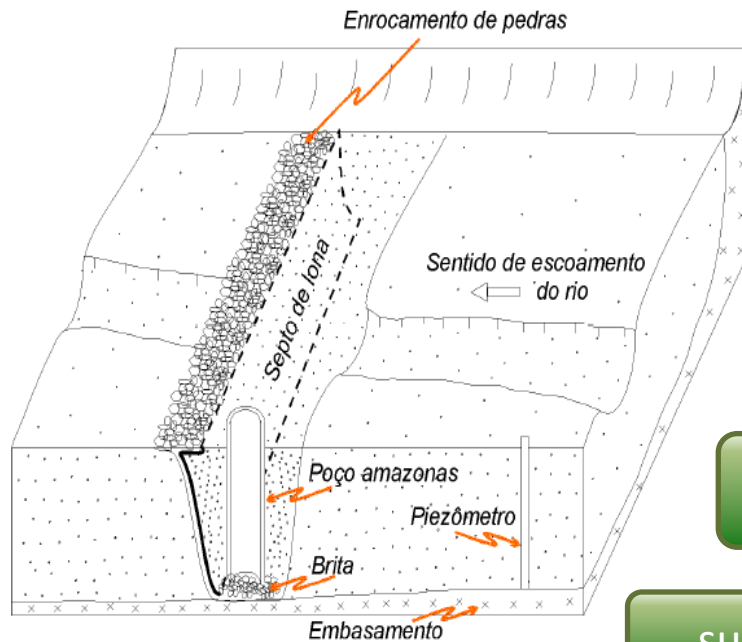
Bonito-MS, 26 de outubro de 2012.

# MOTIVAÇÃO

---

- **NE Brasileiro**  
Escassez Hídrica  
Evaporação  
Precipitação (300 a 800 mm/ano)
- **PE**  
Reservatórios superficiais  
80% terrenos de baixa vocação hidrogeológica  
Reservatórios subterrâneos  
Maior regularidade de vazões  
Menor custo aos usuários
- **50% da população – sem água potável até 2030**  
(World Water Assessment Programme, 2009)  
Armazenamento
- **Quantificação da evaporação**  
Apoio à gestão dos recursos

# BARRAGENS SUBTERRÂNEAS



Fonte: Cirilo & Costa, 2003

Deter o fluxo horizontal de água subterrânea no perfil do solo, por meio de uma 'parede' impermeável transversal ao deslocamento da água (Costa, 2001)

Dessedentação de animais e pequena agricultura na área de acumulação a montante do barramento (Costa, 2005)

não há perdas de áreas superficiais por inundação

sub-irrigação

proteção da água contra a poluição bacteriana superficial

menor perda por evaporação

maior facilidade de construção

dispensam onerosos esquemas de tratamento, manutenção, operação, consumo de energia elétrica...

# QUANTIFICAÇÃO DA EVAPORAÇÃO

## MÉTODO DO DOMO

---

- Em Nevada, EUA, o domo utilizado tem 2,4 milímetros de espessura, 1 m de diâmetro da cúpula hemisférica, feito de acrílico. A área contemplada por solo nu, correspondente a 94%, contribuiu em média com cerca de 70% do fluxo de vapor medido (Garcia et al., 2008)



Fonte: Garcia et al. (2008).

# QUANTIFICAÇÃO DA EVAPORAÇÃO

## MÉTODO DO DOMO

---

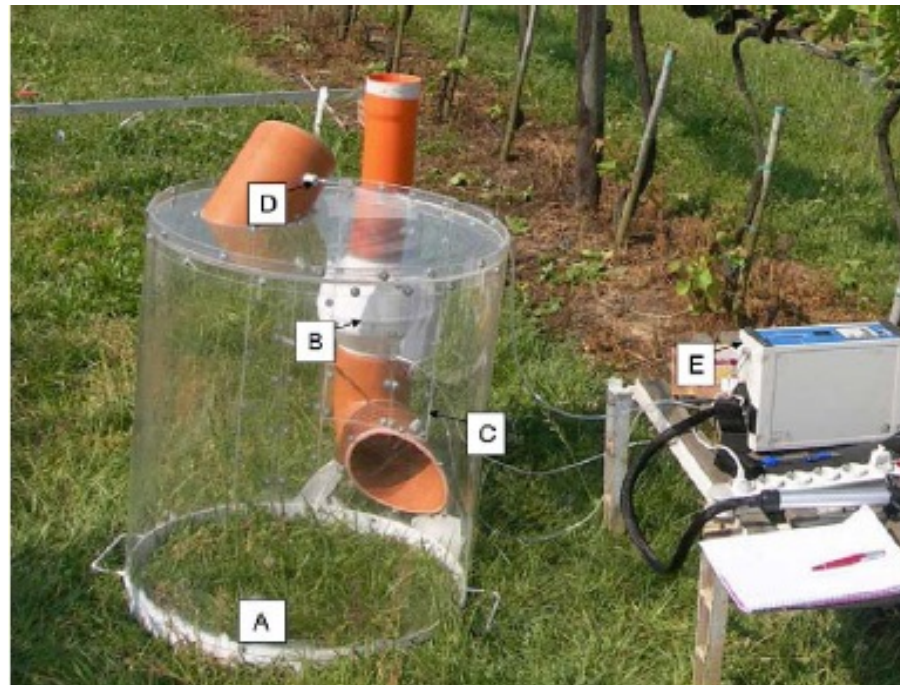
Satoh (2010) utilizou o método do domo para investigar o processo de transferência de de água na interface solo-planta-atmosfera, em períodos secos e chuvosos na Mongólia. Constatou que a evaporação aumentou consideravelmente após os eventos chuvosos.



Fonte: Satoh (2010).

# QUANTIFICAÇÃO DA EVAPORAÇÃO MÉTODO DO DOMO

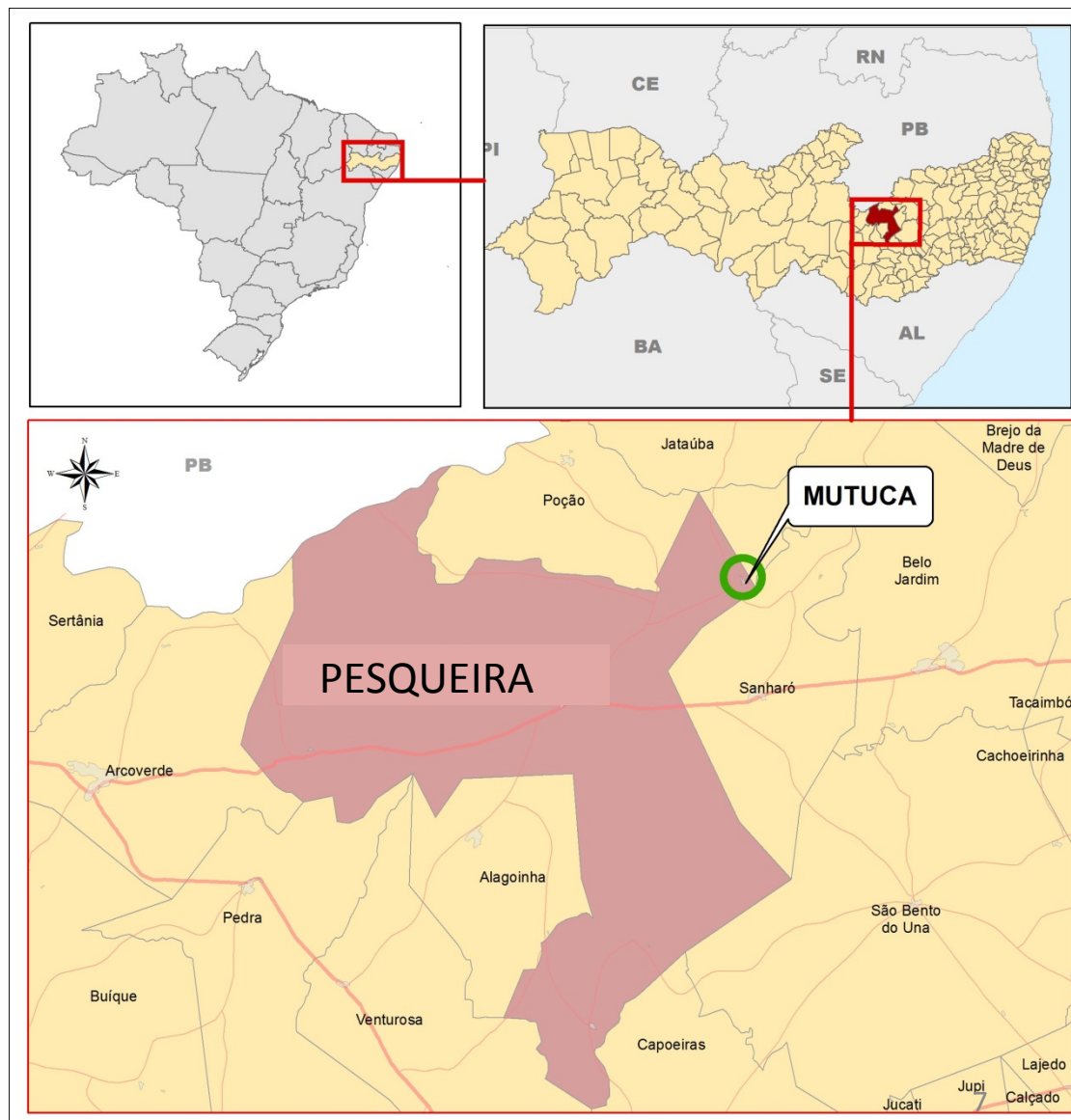
Centinari et al (2009) instalaram um sistema de domo aberto em Bologna, na Itália, objetivando comparar os resultados diretamente medidos pelas técnicas do domo e de mini-lisímetros e os determinados indiretamente pela equação de Penman-Monteith (Allen et al., 1998).



Fonte: Centinari (2009).

# CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

- Cafundó II:  
profundidade 5,5 m  
extensão do eixo de 42 m  
alcance a montante de 1.300 m



# MÉTODO DO DOMO

Com espessura de 4 mm, semicircunferência com 1 metro de diâmetro e 2 cm de borda





# QUANTIFICAÇÃO DA EVAPORAÇÃO

## MÉTODO DO DOMO

---

- Medição direta da evapotranspiração e evaporação
- A taxa máxima de mudança na densidade de vapor com o tempo é proporcional ao fluxo ET da superfície delimitada pelo domo (Stannard, 1988)

$$ET = 86,4 \frac{MVC}{A}$$

M é a declividade máxima da curva de densidade de vapor ( $\text{g}/\text{m}^3\text{s}$ )

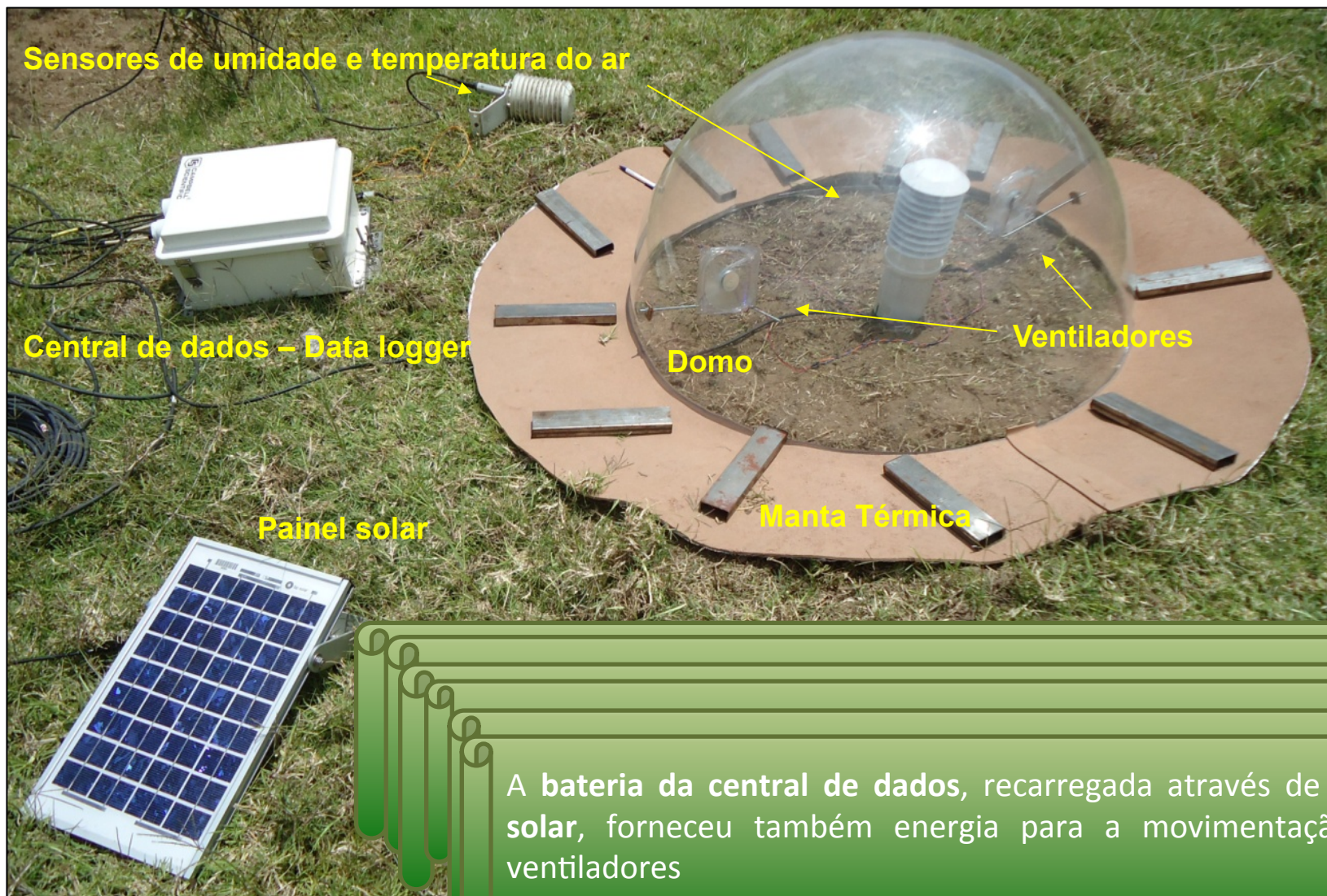
V é o volume dentro do domo ( $\text{m}^3$ )

C é o fator de calibração do domo

A é a área superficial coberta pelo domo ( $\text{m}^2$ )

86,4 é o fator que converte  $\text{g}/\text{m}^3\text{s}$  para  $\text{mm}/\text{dia}$

# MÉTODO DO DOMO



A bateria da central de dados, recarregada através de painel solar, forneceu também energia para a movimentação dos ventiladores

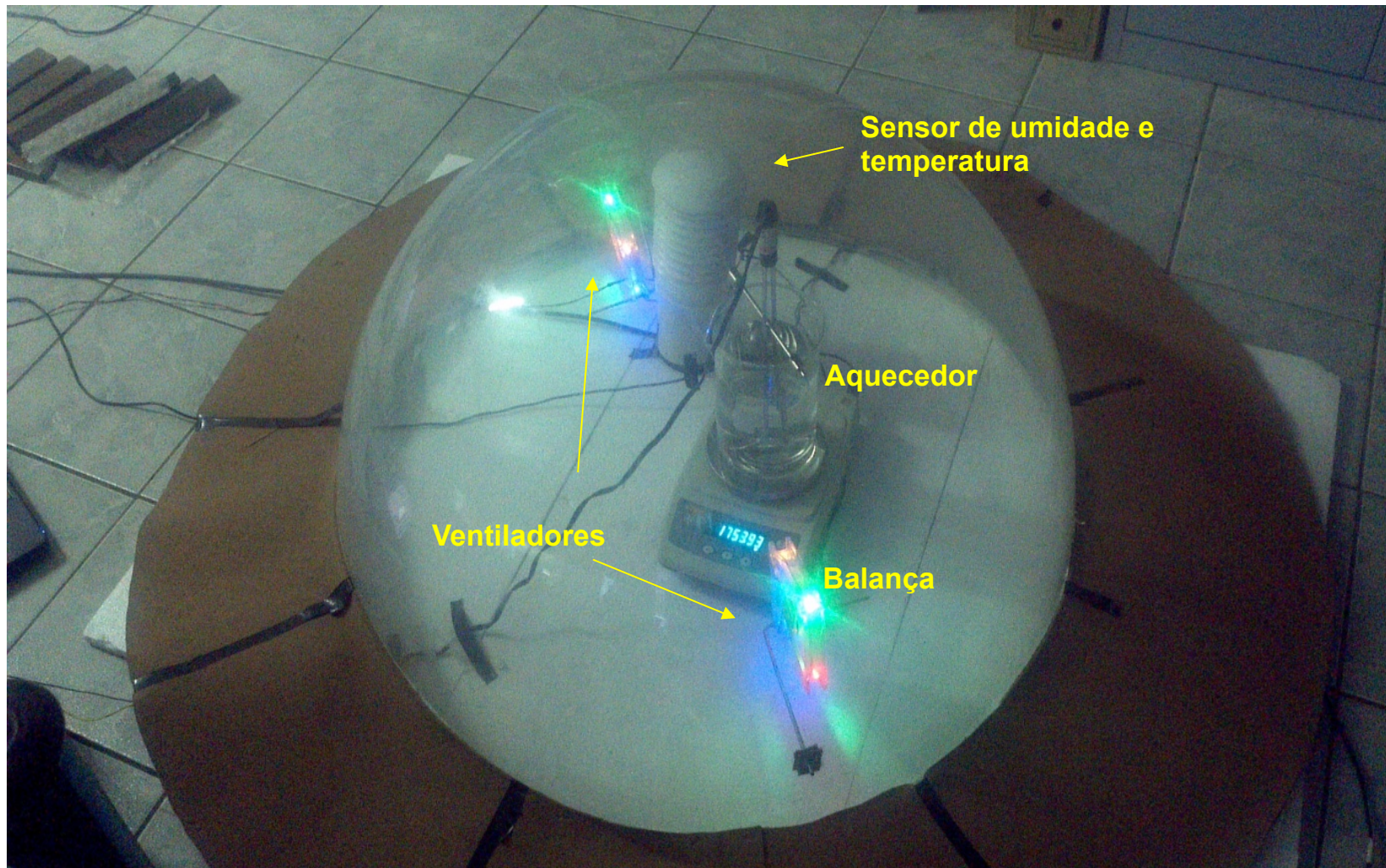
# MÉTODO DO DOMO

---

- 4 grupos de aplicações: B1, B2, B3 e B4
- 20 aplicações, com tempo médio de medida de 8 minutos e registros automáticos a cada segundo
- Garcia et al. (2008) - 2 minutos a cada 2 segundos
- Centinari et al. (2009) - 6 minutos a cada 10 segundos

Grupo	Intervalo de medidas	Número de Aplicações
B1	11:32h – 12:19h	5
B2	12:20h – 13:11h	6
B3	13:12h – 13:50h	4
B4	13:52h – 14:41h	5

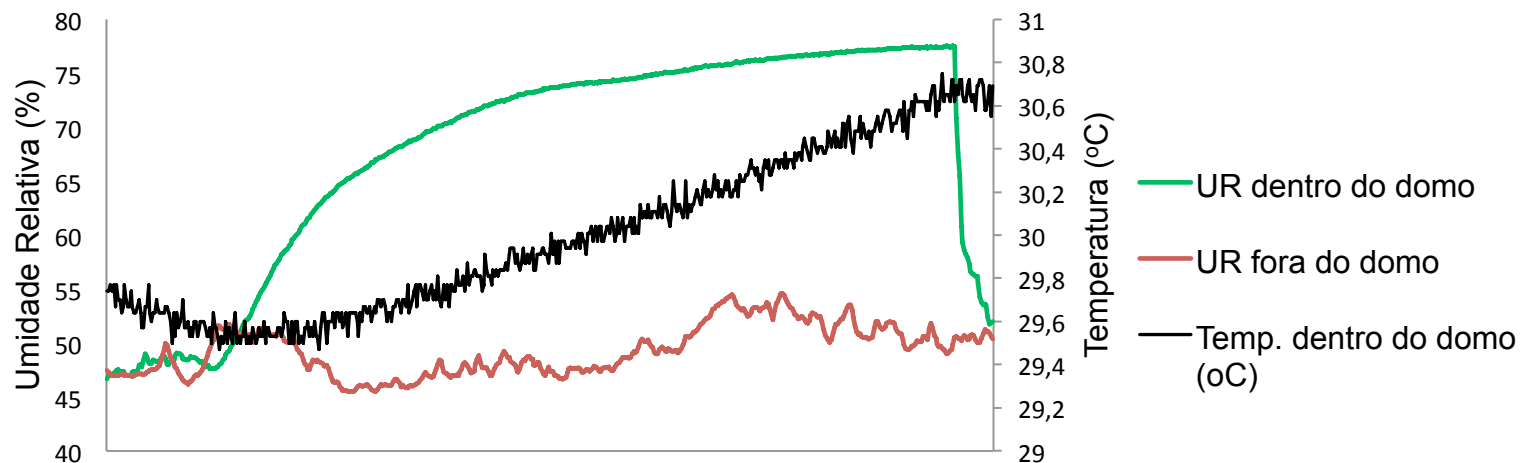
# DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CALIBRAÇÃO (C)



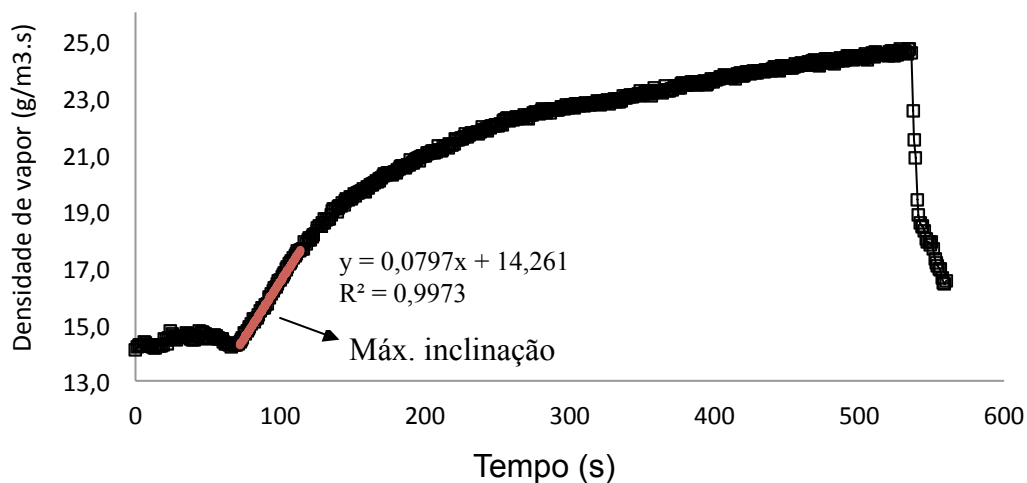
Evaporação sob taxas conhecidas, decorrentes de aquecimento causado por tensões de 50V, 100V, 150V e 220V.

# RESULTADOS - DOMO

UR e Temp. B1 (11:32h - 11:42h)



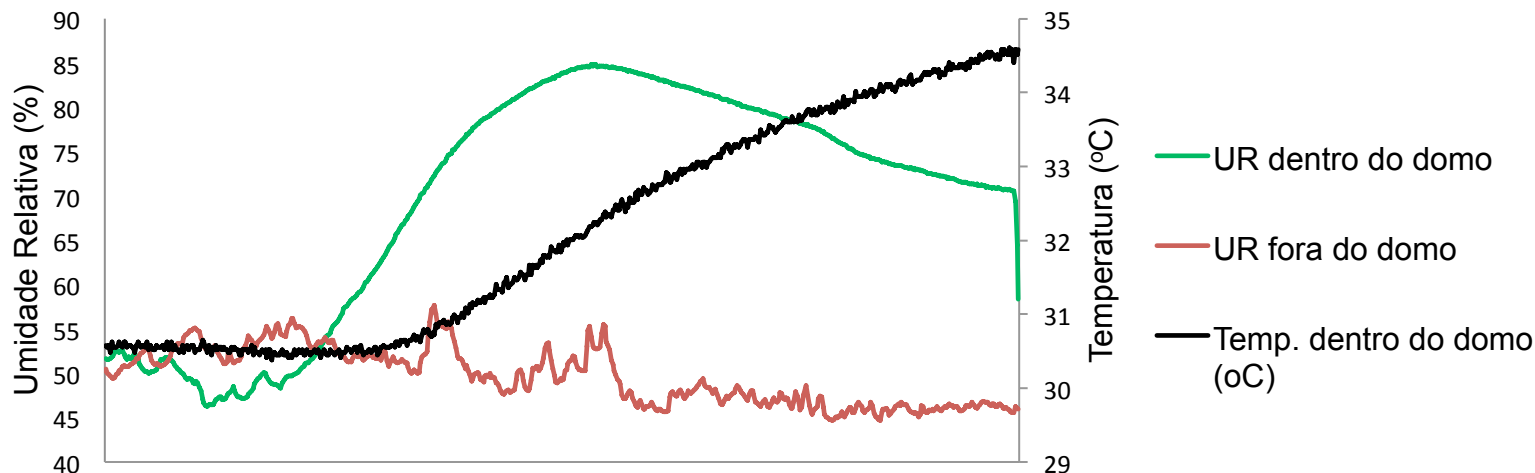
Densidade de vapor B1 (11:32h - 11:42h)



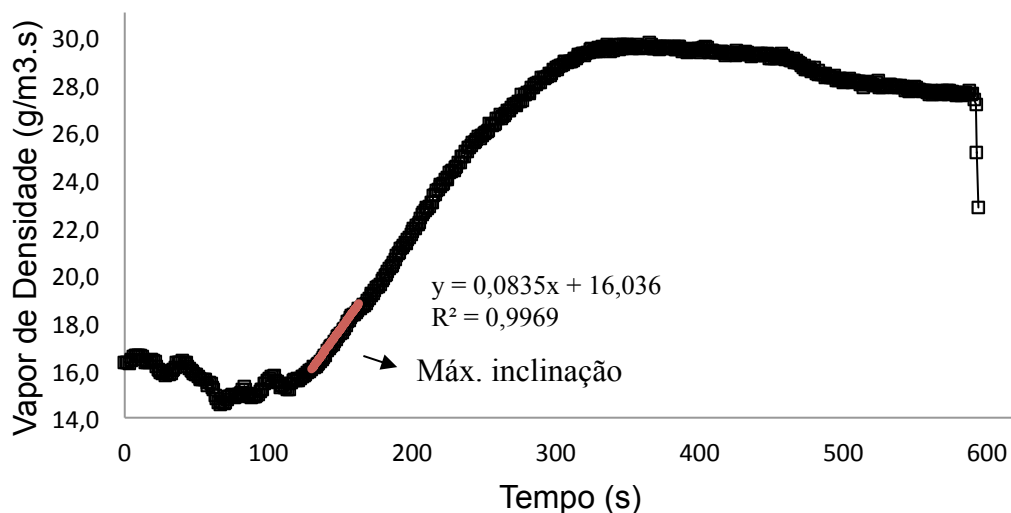
Na primeira medição do grupo B1, a temperatura dentro do domo variou de 29,47°C para 30,75°C, o que representa um incremento de pouco mais de **4%**, em um intervalo de 10 minutos. A máxima inclinação do aumento da densidade de vapor encontrada foi de **0,0797**, com  $R^2$  igual a **0,9973**.

# RESULTADOS - DOMO

UR e Temp. B1 (11:42h - 11:52h)



Densidade de vapor B1 (11:42h - 11:52h)



Na segunda aplicação do grupo B1, a temperatura dentro do domo variou pouco mais de **12%**. A umidade relativa no interior do domo apresentou um acréscimo de pouco mais de **45%**, atingindo 84,8%. A densidade de vapor ou umidade absoluta no interior do domo alterou de 14,56 g/m<sup>3</sup> para 29,75 g/m<sup>3</sup>, e a sua máxima inclinação encontrada foi de **0,0835**, com R<sup>2</sup> igual a **0,9969**.

## RESULTADOS - DOMO

Grupo	Aplicações	Intervalo	Temperatura domo (°C)		UR domo (%)		Máx. declividade da densidade de vapor
			Inicial	Final	Inicial	Final	
B1	1	11:32h - 11:42h	29,47	30,75	51,79	77,53	0,0797
	2	11:42h - 11:52h	30,38	34,61	46,27	84,8	0,0835
	3	11:53h - 12:02h	32,62	34,89	35,56	71,91	0,1096
	4	12:03h - 12:11h	32,92	39,59	34,38	72,89	0,1097
	5	12:12h - 12:19h	37,73	43,29	28,93	61,64	0,1701
B2	6	12:20h - 12:27h	39,19	44,54	22,56	52,9	0,1128
	7	12:29h - 12:36h	38,51	42,1	26,18	63,3	0,2334
	8	12:37h - 12:45h	40,44	43,66	23,98	54,97	0,1606
	9	12:45h - 12:51h	41,93	43,76	21,95	48,67	0,1302
	10	12:56h - 13:03h	37,52	42,33	25,64	55,71	0,1510
	11	13:04h - 13:11h	41,44	44,55	22,52	49,78	0,1412
B3	12	13:12h - 13:21h	39,88	46,24	18,96	32,47	0,0551
	13	13:22h - 13:30h	41,12	44,24	20,35	33,49	0,0499
	14	13:31h - 13:39h	38,75	42,51	22,52	35,55	0,0440
	15	13:42h - 13:50h	38,25	41,33	25,46	38,77	0,0440
B4	16	13:52h - 13:59h	39,63	41,23	23,33	33,21	0,0604
	17	14:04h - 14:14h	33,37	34,79	31,83	50,52	0,1240
	18	14:16h - 14:23h	33,54	35,89	33,15	55,7	0,1130
	19	14:23h - 14:32h	34,14	35,89	30,34	50,94	0,0788
	20	14:32h - 14:42h	32,58	34,21	33,12	53,28	0,0709

# RESULTADOS - DOMO

Evaporação medida pelo método do domo.

Grupo	Aplicações	Intervalo	Etp (mm/d)
B1	1	11:32h - 11:42h	2,85
	2	11:42h - 11:52h	2,98
	3	11:53h - 12:02h	3,91
	4	12:03h - 12:11h	3,92
	5	12:12h - 12:19h	6,07
B2	6	12:20h - 12:27h	4,03
	7	12:29h - 12:36h	8,34
	8	12:37h - 12:45h	5,74
	9	12:45h - 12:51h	4,65
	10	12:56h - 13:03h	5,39
	11	13:04h - 13:11h	5,04
B3	12	13:12h - 13:21h	1,97
	13	13:22h - 13:30h	1,78
	14	13:31h - 13:39h	1,57
	15	13:42h - 13:50h	1,57
B4	16	13:52h - 13:59h	2,16
	17	14:04h - 14:14h	4,43
	18	14:16h - 14:23h	4,04
	19	14:23h - 14:32h	2,81
	20	14:32h - 14:42h	2,53

Fator de calibração	1,24
Área	0,785 m <sup>2</sup>
Volume	0,262 m <sup>3</sup>

Etp = 5,53 mm/d

- Profundidade do lençol
- Período seco inicial
- Maior influência da solarização

Etp = 3,6 mm/d (1,57 a 8,33 mm/d)  
1.800 mm/ano

11:32h e 14:42h  
superestimar o valor da evaporação diária do solo nu



# CONCLUSÕES

---

- O método do domo, aplicado por uma das primeiras vezes na região semiárida do nordeste brasileiro, mostrou-se coerente com valores médios potenciais da evaporação do solo, atingindo cerca de 1800 mm/ano
- Difícil comparação (Domo) - diferentes características, tais como forma, tamanho e eficiência da mistura do ar no interior destes, a depender do tipo de ventiladores utilizados.



**XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas  
XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços  
VII FENÁGUA – Feira Nacional da Água**

---

**MUITO OBRIGADA!**

---

***Fernandha Batista da Silva***

[fernandha.batista@gmail.com](mailto:fernandha.batista@gmail.com)



Bonito-MS, 26 de outubro de 2012.