

Sonda Tewameter TM

1 – Princípio de Funcionamento

A sonda Tewameter TM mede a taxa de evaporação de água da superfície da pele, com base na Lei de Difusão descoberta por Adolf Fick, em 1885:

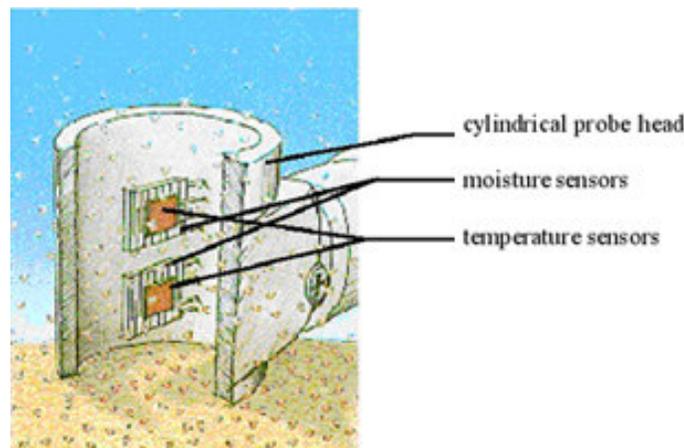
$$\frac{dm}{dt} = D \cdot A \cdot \frac{dp}{dx}$$

onde A = superfície em m²
m = água transportada (g)
t = tempo (h)
D = constante de difusão (0,0877 g/m.h.mm Hg)
p = pressão de vapor da atmosfera (mm Hg)
x = distância entre a superfície da pele e o ponto de medição (m)

O fluxo de difusão “dm/dt” indica a massa por cm² que está sendo transportada durante certo período de tempo. Este é proporcional à área “A” e à variação da concentração em função da distância “dp/dx”. “D” é o coeficiente de difusão do vapor de água no ar. Esta lei é unicamente válida dentro de uma zona de difusão homogênea, semelhantemente àquela formada por um cilindro oco. O gradiente de densidade resultante é medido indiretamente por dois pares de sensores (temperatura e umidade relativa) e são analisados por um microprocessador.

Os sensores de temperatura e de umidade relativa estão instalados no interior da sonda Tewameter TM. O cabeçote de medição da sonda tem a forma de um cilindro oco (10 mm de diâmetro e 20 mm de altura) com objetivo de minimizar influências da turbulência de ar no interior da sonda.

Devido ao uso de um microprocessador e dois pares de sensores, a sonda Tewameter TM pode receber a informação dos valores de temperatura e umidade de cada valor de TEWL (perda transepidermica de água) durante um ciclo completo de medição. Os sensores de temperatura podem ser pré-aquecidos para estabilizar mais rapidamente a medição. Este recurso é de grande importância para avaliar a precisão e a reprodutibilidade da sonda.



Ambas a curvas de medição (umidade e temperatura) podem ser mostradas no monitor.

2 – Cuidado nas Medições

O correto manuseio da sonda Tewameter TM é de grande importância para a obtenção de medidas reprodutíveis, portanto atentar para as seguintes recomendações:

- Segurar a sonda delicadamente entre os dedos, segurando-a pela empunhadura, não pela extremidade do sensor.
- Posicionar o sensor sobre a pele.
- Evite que a superfície da pele entre na área do cilindro do sensor – não pressione a sonda em demasia sobre a pele. Por outro lado, se a superfície da pele ficar afastada da sonda, a evaporação da pele não será detectada pelo sensor.
- O ideal é que o cilindro fique exatamente na superfície da pele.
- Manter a sonda Tewameter TM absolutamente imóvel durante as medições (uma fita adesiva ou um esparadrapo poderá ajudar).
- Se a medição for numa região com pêlos, recomenda-se depilar previamente – evitar que os pêlos atinjam o sensor.

A sonda Tewameter TM é um instrumento de medidas muito sensíveis, capaz de medir desvios em temperatura na ordem de $1/100^{\circ}\text{C}$. Entretanto, para obter medidas exatas e reprodutíveis é imprescindível seguir as seguintes recomendações:

Tomar sempre cuidado com o cabeçote da sonda – O sensor deve ser protegido contra sujeira, mantido na posição que está instalado e não ser danificado. Não tocar neste com os dedos ou com outros objetos. Considerar que a resolução da sonda é 2×10^9 g/s (com relação à área de medida), portanto, qualquer tipo de contaminação nos sensores irá provocar uma grande mudança na qualidade das medições.

Não pressionar a sonda sobre superfície dura e nem deixar cair – Uma alteração de apenas $1/10$ mm é suficiente para erro nas medições. Quaisquer deslocamentos na posição dos sensores exigirão recalibração da sonda (apenas feita pelo fabricante).

Condições ambientais constantes – Para que as medições sejam precisas e reprodutíveis recomendam-se condições ambientais constantes e específicas: temperatura 20°C e umidade relativa do ar 40-60%

Incidência luminosa – Não faça medições sob luz direta do sol ou de lâmpadas. O calor de radiação pode causar imprecisão nas medidas. No caso de uma série de testes, faça as medições à mesma hora do dia e sob as mesmas condições de iluminação.

Circulação de ar – Toda espécie de circulação de ar causa desvios nos valores das medidas. Quando da realização de medições em locais internos, é necessário que todas as portas e janelas permaneçam fechadas. Evitar o trânsito de pessoas no local de realização dos ensaios. Evitar que o voluntário e o analista expirem sobre a sonda durante a realização da medição. Uma cobertura semipermeável poderá auxiliar para evitar essas interferências.

Preparação do voluntário – Permitir que o voluntário descanse por 10-20 minutos, pelo menos, antes de iniciar as medições para fazer com que a circulação venosa possa atingir o nível normal após eventual esforço físico. Estresse emocional pode provocar aumento da transpiração.

3 – Medições com a Sonda Tewameter TM



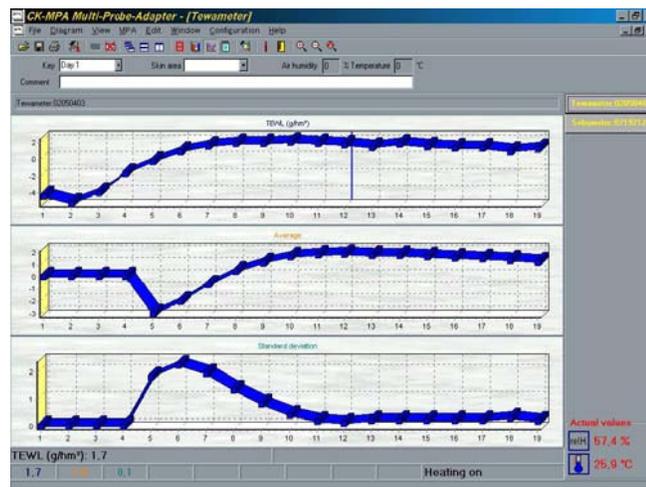
Selecionar no software a função “Tewameter”. Em seguida selecionar o modo de exibição (barra, dígito, curva ou tabela numérica). (Ver também o capítulo “**Diagram/Gráfico**”).

Ler o capítulo “Heating” para pré-aquecimento do sensor da sonda. O pré-aquecimento irá abreviar significativamente os tempos de medição.

Antes de iniciar a medição, posicionar a sonda sobre a pele. Para iniciar, pressionar o botão existente no cabo de empunhadura da sonda.

Podem ser selecionados e exibidos os valores da TEWL, da média de valores, do desvio padrão e, da temperatura e da umidade na sonda. Todas as demais informações tais como temperatura e umidade relativa ambientes, e da área da pele, comentários adicionais etc, poderão ser registrados com as medições.

Para encerrar a medição, pressionar novamente o botão da sonda, se não foi selecionado outro evento de interrupção. **O curso no gráfico indica o valor mais baixo do desvio padrão (o valor mais provável). O correspondente valor médio representa o valor da TEWL.**



Para valores altos de TEWL, registrados acima de 70 g/h.m2, na realidade podem ser até mais altos. O efeito ocorre porque com o aumento da evaporação, o cilindro de medida opõe resistência ao fluxo. Então, isso faz com que não se atinja as condições ideais de medição.

4 – Interpretação dos Resultados

Os seguintes valores são válidos para peles sadias em condições ambientais normais (temperatura 20°C e umidade relativa do ar 40-60%):

TEWL (g/h/m ²)	Interpretação
0-10	condição muito saudável
10-15	condição saudável
15-25	condição normal
25-30	pele estressada
> 30	condição crítica

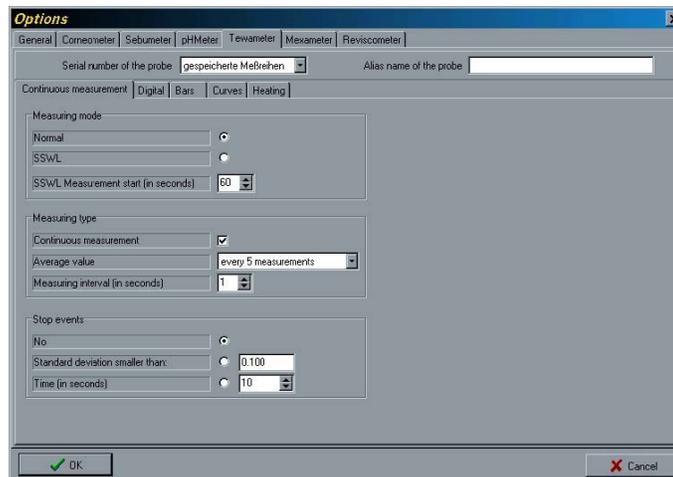
Essa tabela é apenas uma referência para interpretação dos resultados

5 - Opções para Medição com a sonda Tewameter TM

5.1 Geral

Ao selecionar o menu “Configuration” “Option” para o Tewameter, é possível ajustar para uma simples medição e alterar a configuração para os sensores de calor. Também podem ser alteradas as configurações do display para barra, curva e dígitos. Para isso, ler o capítulo “Software Options” e a sequência.

Também é possível alterar de uma medição TEWL normal para medição SSWL (medida da perda de água pela superfície da pele) e verificar da função de calibração. Ler os próximos capítulos. Os registros para “Heating” e “Check Calibration” só aparecem se o modo display estiver aberto no programa para medições pelo Tewameter.



Escolher, se desejar, um valor de medição em cada segundo, sobre quantos valores deseja calcular a média e se a medição contínua precisar ser interrompida automaticamente (após atingir um certo desvio padrão ou tempo de medição). Para interromper a medição com “desvio padrão”, o número mínimo de valores a medir é 20. Se não forem selecionados eventos de interrupção, a medição irá interromper quando a tecla na alça da sonda for pressionada.

Com medição pelo Tewameter no modo display em **curva e diagrama de barra**, além da média e desvio padrão, também podem ser vistos a **temperatura**, o **sensor de umidade relativa do ar** e a **pressão de evaporação parcial da água** (separados, para o sensor superior e inferior). A pressão parcial da água é dada em mbar.

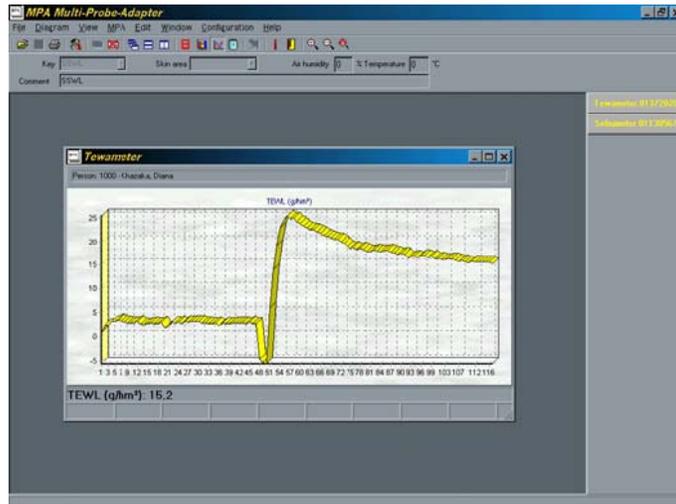
É uma novidade que aperfeiçoa e melhora a reprodutibilidade das medições.

5.2 – Perda de Água da Superfícies da Pele (SSWL)

Aqui (registro “continuous measurement”) pode-se mudar de medição TEWL regular para **medição SSWL (Perda de Água pela Superfície da Pele)**.

Na literatura está descrito um modo de medir a capacidade da pele de manter e liberar água. Para fazer essas medições a pele deve ser ocluída por um filme plástico, antes e após a evaporação da água ser medida com a sonda Tewameter TM 300.

Serão visualizadas curvas típicas como esta (neste modo só faz sentido o diagrama de curva):



Ao selecionar este modo de medição, a pele deve estar ocluída (ex.: com um filme plástico). Recomenda-se tempo de oclusão de 2 minutos. A oclusão também pode ser feita por mais tempo. A medição é efetuada com a pele ocluída (com o valor baixo próximo a 0) e após a retirada do material de oclusão de cima da pele, continua-se a medição. O software enviará uma mensagem “*Favor retirar o filme de cima da pele*” (“Please remove the foil from the skin...”). A água liberada irá indicar um valor muito elevado de TEWL que irá decrescer até atingir um nível estável. Quando esse valor estável for atingido e a medição terminar, o software irá calcular a área debaixo da curva iniciando a partir do momento que a água é liberada até o nível de estabilidade. Na literatura esse valor é denominado SSWL (Skin Surface waterloss) - *Perda de Água pela Superfície da Pele* - expressado em g/m^2 .

A SSWL é calculada e mostrada automaticamente para cada medição de TEWL. Porém, para uma boa interpretação do valor SSWL, recomenda-se seguir o procedimento de medição acima

5.3 – Pré-aquecimento dos Sensores

Selecionar o registro “**Heating**”, se quiser mudar a configuração da função de pré-aquecimento dos sensores da sonda.

Em geral, uma medição TEWL estável e reprodutível só é atingida quando os pares de sensores (temperatura), superiores e inferiores, tiverem atingido a temperatura da pele. A pequena quantidade de água que evapora da pele normal e saudável (cerca de $8-15 g/h/m^2 \rightarrow 0,00008-0,000015 g/h/cm^2 \rightarrow 0,0000013-0,0000002 g/min./cm^2$) necessariamente leva algum tempo para aquecer os sensores até atingir a temperatura da pele.

O fato de haver **2 pares** de sensores no cabeçote da sonda e que o **gradiente de temperatura** entre eles é medido, permite medição rápida e precisa, sem se valer procedimentos de estimativas para manipular a medição. Além disso, uma nova função de pré-aquecimento dos sensores os aquece para $+ 3^\circ C$ (próximo à temperatura da pele), esse recurso **reduz tremendamente o tempo de medição**.



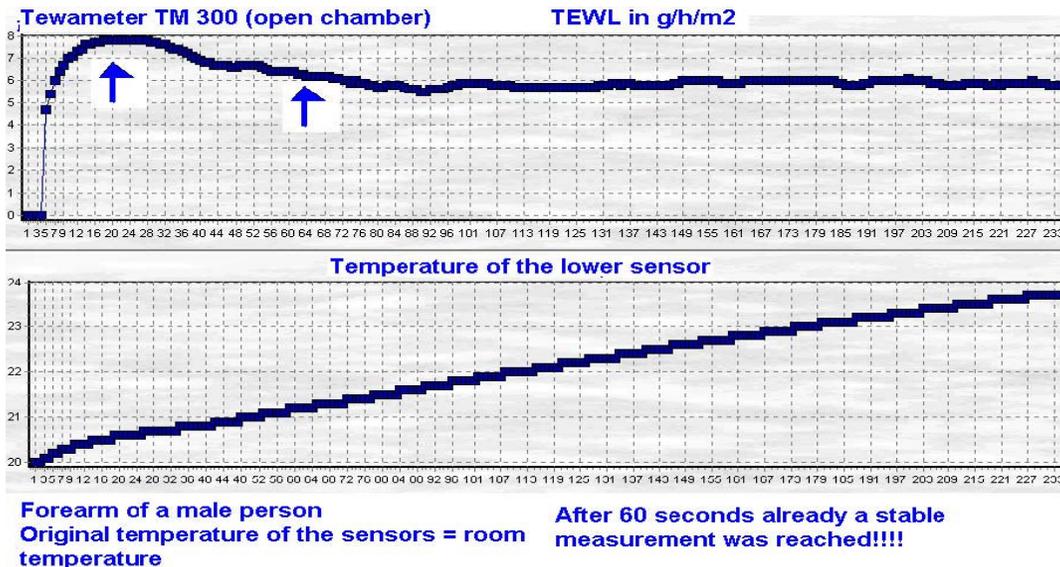
Selecionar se o pré-aquecimento deve ser acionado antes de cada medição. Destaque-se que, o aquecimento dos sensores não é possível quando a sonda Tewameter estiver desplugada da unidade básico MPA e estiver sendo usada com o dispositivo portátil operado por bateria.

Porém, recomenda-se enfaticamente usar o **Probe Heater PR 100** visando **aquecer constantemente os sensores do cabeçote da sonda até a temperatura da pele (cerca de 32°C ao invés de cerca de 22°C, no laboratório).**



Esta é uma novidade absolutamente exclusiva: em condições normais de ambiente, pode-se fazer uma medição estável em 20 segundos.

Eis um exemplo de curvas de sensores pré-aquecidos versus sensores em temperatura ambiente:



No início os sensores estavam em temperatura ambiente. A curva debaixo mostra que a temperatura do sensor inferior eleva-se lentamente até a temperatura da pele. Quando se mede o gradiente entre o sensor superior e inferior (e ambos têm o mesmo tempo de reação) já se consegue uma medição estável após menos de 60 segundos.

Com uma sonda pré-aquecida, obtém-se uma medição estável em menos de 20 segundos!

5.4 – Função para Checar a Calibração

Como fabricante, aliando experiência e conhecimento de longo prazo, a Courage-Khazaka desenvolveu um roteiro de calibração tecnicamente exclusivo e altamente sofisticado. O Tewameter TM funciona com uma sonda altamente estável que não precisa de recalibrações constantes. Porém, a calibração exata da sonda pode ser checada a qualquer momento. É possível verificar especialmente se a sonda foi exposta a condições adversas (ex.: se a sonda caiu).

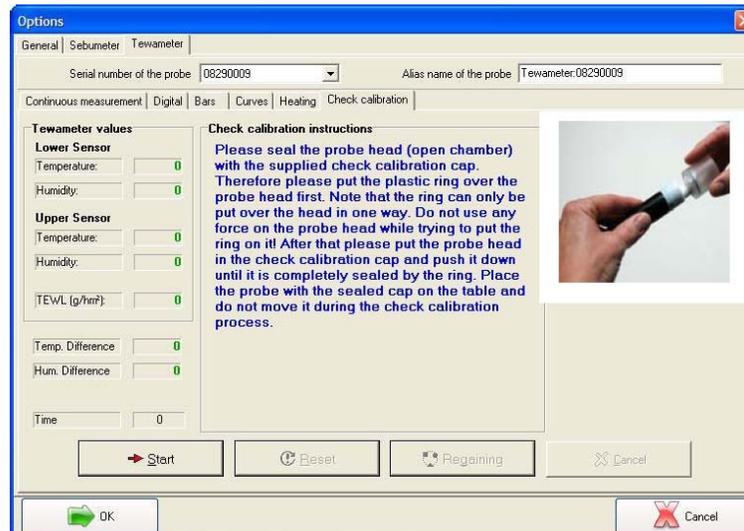
Recomenda-se também a checagem da calibração se o aparelho tiver sido usado em condições ambientais muito variáveis (ex.: medições internas e externas) e antes de um estudo prolongado.

Ao usar o sensor de temperatura e umidade com o aparelho, desplugue-o antes da checagem de calibração.

Colocar o pré-aquecimento dos sensores em “without” (ver capítulo “Opções do Tewameter”).

Para a função de checagem de calibração, chamar o menu “Configuration”, “Options” e as opções do Tewameter a “Check calibration”.

A sonda deve estar conectada ao sistema MPA. Relembrar que para plugar ou desplugar sondas e sensores do aparelho, este deve estar desligado (ver capítulo “Menu MPA”).



A função de checagem de calibração precisa de alguma preparação. É necessário usar a tampa fornecida para esse propósito.



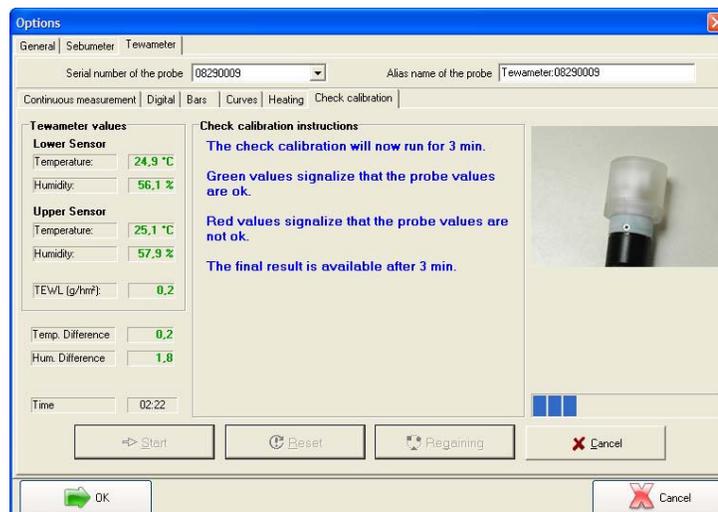
Há necessidade de vedar o cabeçote da sonda (câmara aberta) com a tampa de checagem de calibração.

Portanto, colocar antes a tampa sobre o cabeçote da sonda. Reparar que esta só se encaixa no cabeçote de uma maneira (girar um pouco até encontrar a posição certa). **Não forçar sobre o cabeçote da sonda quando estiver tentando encaixar a tampa!**

Após encaixar, empurrar para baixo até que a tampa esteja completamente vedada na alça da sonda.

Colocar a sonda com a tampa vedada sobre a bancada (não sob luz direta) e deixá-la se aclimatar por 10 minutos. Não a movimentá-la durante o processo de checagem de calibração.

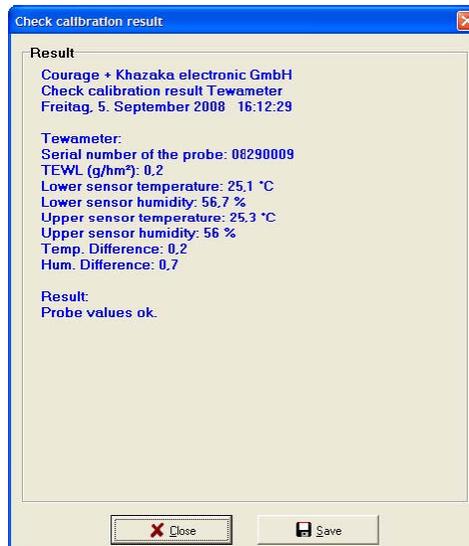
O tempo correto de aclimação é muito importante para a qualidade da checagem de calibração.



Para dar início à função de checar a calibração, apertar o botão “Start” no programa.

Os valores dos sensores de umidade e temperatura do par são medidos constantemente por 3 minutos e comparados entre si.

Após 3 minutos, é mostrado num relatório se os valores conferidos estiverem OK. Este relatório também pode ser armazenado como um relatório do estado da sonda.



Em alguns casos, tem se que efetuar a calibração do zero (valor vazio da sonda quando ela é colocada na unidade de checagem de calibração). Clique em **“Reset”** e a calibração do zero será realizada imediatamente.

Durante a vida útil da sonda “o efeito envelhecimento” não irá ocorrer com os sensores. Mesmo ínfimas diferenças que levem a um desvio de resultado serão compensadas com a função “Reset”.

Se os valores dos sensores da sonda estiverem fora da faixa de tolerância (valores vermelhos) recomenda-se repetir a função de checar a calibração incluindo o tempo de aclimatação.

- **Regaining** (somente para os sensores de umidade): Se os valores da umidade permanecerem na área vermelha após repetição do teste, a função “Regaining” poderá ser iniciada. Em seguida o par de sensores será artificial e cuidadosamente aquecidos para evaporar impurezas da sonda. O tempo da função “regaining” é cerca de 1 hora. Após isso, o procedimento de checar a calibração deverá ser repetido.

Se os valores permanecerem fora da tolerância, o aparelho deve ser enviado para recalibração. Desplugar somente a sonda e enviá-la, sem o aparelho e nenhum outro acessório (se possível com a tampa de checar a calibração).

Recomenda-se enviar a sonda para manutenção (calibração e limpeza) uma vez por ano!

6 – Limpeza

A sonda é um instrumento de medição altamente sensível, que nunca deve ser derrubado sobre superfícies rígidas e nem ser pressionada por objetos muito pesados. Manusear com muito cuidado.

Se peças internas do cabeçote da sonda forem contaminadas, a sonda deve ser **encaminhada para o fabricante** para limpeza e verificação.

Muito cuidado para não deslocar ou danificar os pares de sensores.

Observação: Nunca limpar e nem deixar solventes em contato com o aparelho ou com a sonda.

Se a sonda for ficar sem uso, colocar a tampa de proteção sobre ela, para evitar a entrada de pó ou sujeira.

7 – Mensagens de Erro

Durante medições com a sonda Tewameter TM poderão surgir na tela do monitor algumas mensagens de erro, às quais solicita-se atenção e o cumprimento das orientações contidas neste manual: **“Mathematic overrun”**, **“Measuring value overrun”**, **“No measuring value”**, **“Difference in temperature/humidity too high”**.

Se essas mensagens surgirem com frequência, enviar a sonda para a assistência técnica.

8 – Especificações Técnicas da Sonda

Dimensões:	cilindro oco: altura 20 mm, diâmetro 10 mm (interno) comprimento total da sonda: 153 mm
Peso:	90 g
Comprimento do cabo:	1,3 m
Resolução:	umidade: $\pm 0,01\%$ UR temperatura: $\pm 0,01^\circ\text{C}$
Precisão:	Umidade relativa (UR): $\pm 1,5\%$ UR na faixa 30-90% $\pm 2,5\%$ UR na faixa 90-100% $\pm 2,5\%$ UR na faixa 0-30% Perda de água: $\pm 0,5 \text{ g/hm}^2$ para UR $\geq 30\%$ $\pm 1,0 \text{ g/hm}^2$ para UR $\leq 30\%$ Temperatura: $\pm 5^\circ\text{C}$ Informações típicas válidas sob condições ambientais normais ($10\text{-}30^\circ\text{C}$) e valores de TEWL $\leq 70 \text{ g/hm}^2$
Condições de medida:	Perda de água: 0-320 g/hm ² se dentro das condições de temperatura e umidade: 10-99% UR (evitar condensação) 10-40 °C
Condições ambientais:	30-70% UR, 10-30 °C
Condições de estocagem:	0-70 °C, < 80% UR (evitar condensação)
Classe de proteção:	1



Poderão ocorrer alterações técnicas sem aviso prévio

Fabricado por
Courage-Khazaka electronic GmbH
(Colônia, Alemanha)

Representante exclusivo no Brasil
Tecnotests Produtos e Serviços Ltda.
tecnotests@tecnotests.com.br