



Sensor de Humidade Hydronix

Manual de Configuração e Calibragem



Para nova encomenda indique o número de peça:

HD0679pt

Revisão:

1.11.0

Data da revisão:

Fevereiro de 2026

Direitos de autor

É proibida a adaptação ou reprodução sob qualquer forma da totalidade ou de parte das informações contidas ou do produto descrito nesta documentação, salvo aprovação prévia por escrito da Hydronix Limited, daqui em diante designada por Hydronix.

© 2026

Hydronix Limited
Units 11-12, Henley Business Park
Pirbright Road, Normandy
Guildford
Surrey
GU3 2DX, Reino Unido
Reino Unido

Número da empresa: 01609365 | Número de IVA: GB384155148

Todos os direitos reservados

RESPONSABILIDADE DO CLIENTE

Ao utilizar o produto descrito na presente documentação, o cliente aceita que este representa um sistema eletrónico programável intrinsecamente complexo, que poderá não estar completamente isento de erros. Ao fazê-lo, o cliente assume a responsabilidade de garantir que o produto é instalado corretamente e que a operação e manutenção deste são efetuadas por pessoas com as competências e as qualificações adequadas e em conformidade com quaisquer instruções ou precauções de segurança disponibilizadas ou boas práticas de engenharia, bem como de verificar meticulosamente a utilização do produto na aplicação específica.

INCORREÇÕES NA DOCUMENTAÇÃO

O produto descrito na presente documentação está sujeito a desenvolvimento e melhoramento constantes. Todas as informações de natureza técnica e especificidades do produto e da respetiva utilização, incluindo as informações e especificidades contidas na presente documentação, são disponibilizadas pela Hydronix de boa fé.

A Hydronix agradece o envio de comentários e sugestões relacionados com o produto e presente documentação

INFORMAÇÕES DE MARCAS REGISTRADAS

Hydronix, Hydro-Probe, Hydro-Mix, Hydro-Skid, Hydro-View e Hydro-Control são marcas comerciais registradas da Hydronix Limited

FEEDBACK DOS CLIENTES

A Hydronix procura constantemente melhorar não só os seus produtos, mas também os serviços que oferece aos seus clientes. Se tiver sugestões relativamente à forma como o podemos fazer ou se tiver outro tipo de feedback que possa ser útil, preencha o nosso breve formulário, em www.hydronix.com/contact/hydronix_feedback.php.

Se o seu feedback disser respeito a um produto com aprovação ATEX ou um serviço associado, será extremamente útil dar-nos os seus dados de contacto, o número do modelo e o número de série do produto, se possível. Isso permitir-nos-á entrar em contacto consigo com eventuais recomendações de segurança relevantes, se tal for necessário. Não é obrigatório fornecer os seus dados de contacto e qualquer informação será tratada com confidencialidade.

Filiais da Hydronix

Sede no Reino Unido

Endereço: Units 11-12 Henley Business Park
Pirbright Road
Normandy
Surrey
GU3 2DX

Tel: +44 1483 468900

E-mail: support@hydronix.com
sales@hydronix.com

Web site: www.hydronix.com

Filial na América do Norte

Abrange a América do Norte e do Sul, os territórios dos Estados Unidos, Espanha e Portugal

Endereço: 692 West Conway Road
Suite 24, Harbor Springs
MI 47940
USA

Tel: +1 888 887 4884 (Gratuito)
+1 231 439 5000

Fax: +1 888 887 4822 (Gratuito)
+1 231 439 5001

Filial na Europa

Abrange a Europa Central, Rússia e África do Sul

Tel: +49 2563 4858
Fax: +49 2563 5016

Filial em França

Tel: +33 652 04 89 04

Histórico de revisões

N.º da revisão	Data	N.º da revisão
1.2.0	Fevereiro de 2016	Primeira Edição
1.3.0	Maio de 2016	Definições de Modo de Alarme adicionadas
1.3.1	Agosto de 2016	Pequena atualização
1.4.0	Setembro de 2016	Manuseamento do material a calibrar atualizado. Calibragem Brix corrigida
1.5.0	Abril de 2017	Escala de saída de temperatura atualizada para o HMHT
1.6.0	Dezembro 2017	Pequena atualização
1.7.0	Junho de 2021	Inclusão de Filtro adicionada. Protocolo Secundário adicionado
1.8.0	Fevereiro 2023	Acrescentado Hydro-Probe BX e CA Moisture Probe
1.9.0	Setembro de 2024	Informações sobre a limpeza da superfície de cerâmica na secção de diagnóstico especificada. Clarificação da seleção do modo de medição. Adicionadas informações sobre o parâmetro Semeadura do filtro. Descrição do procedimento de calibração revista. Pequenas alterações de formato
1.10.0	Novembro de 2024	Clarificação das informações de filtragem de sinais (com base no firmware HS0102, versão 3.2.0).
1.11.0	Fevereiro de 2026	Secção 1.1 «Utilização prevista» adicionada.

Índice

Capítulo 1 Introdução	11
1 Introdução	11
2 Técnicas de Medição	13
3 Ligação e Configuração do Sensor	13
Capítulo 2 Configuração	15
1 Configuração do Sensor	15
2 Configuração da Saída Analógica	15
3 Configuração de Entradas/Saída Digitais	18
4 Parâmetros de Cálculo da Média	20
5 Filtragem	20
6 Monitorização da Humidade Típica de um Sensor de Humidade Hydrnix em Material de Fluxo 23	
7 Filtragem do Sinal Quando Utilizado numa Aplicação de Misturador	23
8 Modos de Medição	25
9 Saída dos Dados do Sensor	27
10 Protocolo Secundário	30
Capítulo 3 Integração do Sensor e Calibragem do Material	31
1 Integração do Sensor	31
2 Introdução à Calibragem do Material	31
3 Coeficiente SSD e Teor de Humidade SSD	33
4 Armazenamento de Dados de Calibragem	34
5 Procedimento de Calibragem para Material de Fluxo (Linear)	35
6 Calibração linear	38
7 Calibragem Quadrática	39
8 Calibragem de um sensor num misturador	40
9 Calibragem Brix	42
Capítulo 4 Práticas Recomendadas	45
1 Informações Gerais para todas as Aplicações	45
2 Manutenção de rotina	45
Capítulo 5 Diagnóstico do Sensor	47
1 Diagnóstico do Sensor	47
Capítulo 6 Perguntas Mais Frequentes	53
Apêndice A Referência Cruzada de Documentos	55
1 Referência Cruzada de Documentos	55

Índice de Imagens

Imagem 1: Ligação do Sensor (Visão Geral).....	14
Imagem 2: Orientação para a Definição da Variável de Saída.....	15
Imagem 3: Monitorização da Humidade Não Graduada Não Processada em Material de Fluxo.....	23
Imagem 4: Gráfico que mostra o Sinal Filtrado	23
Imagem 5: Curva de Humidade Típica	24
Imagem 6: Gráfico que mostra o Sinal Não Processado durante o Ciclo de Mistura	24
Imagem 7: Filtragem do Sinal Não Graduado Não Processado (1)	25
Imagem 8: Filtragem do Sinal Não Processado (2).....	25
Imagem 9: Relação dos Valores Não Graduados com a Humidade.....	27
Imagem 10: Disposição dos dados no sensor	28
Imagem 11: Seleção de Saída não especificada	28
Imagem 12: Seleção de Saída Legada.....	29
Imagem 13: Calibragem de 3 Materiais Diferentes	32
Imagem 14: Resultados da Calibragem Típica.....	32
Imagem 15: Calibragem no interior do Sensor	34
Imagem 16: Calibragem no interior do Sistema de Controlo.....	34
Imagem 17: Exemplo da Calibragem Correta do Material.....	38
Imagem 18: Exemplos de Pontos de Calibragem de Material de Má Qualidade	38
Imagem 19: Exemplo de uma Calibragem Quadrática Correta.....	39
Imagem 20: Exemplo de uma Calibragem Quadrática Incorreta.....	40
Imagem 21: Exemplo de uma Calibragem Brix Correta	43
Imagem 22: Exemplo de uma Calibragem Brix Incorreta	43

1 Introdução

Este Manual de Configuração e Calibragem só se aplica aos seguintes sensores Hydronix:

Hydro-Probe	(A partir do número de modelo HP04)
Hydro-Probe XT	(A partir do número de modelo HPXT02)
Hydro-Probe Orbiter	(A partir do número de modelo ORB3)
Hydro-Probe SE	(A partir do número de modelo SE03)
Hydro-Mix	(A partir do número de modelo HM08)
Hydro-Mix HT	(A partir do número de modelo HMHT01)
Hydro-Mix XT	(A partir do número de modelo HMXT01)
Hydro-Probe BX	((A partir do número de modelo HPBX01)
CA Moisture Probe	(Número de modelo CA0022)

Os manuais de utilizador referentes a outros números de modelo estão disponíveis a partir do Web site www.hydronix.com



Os Sensores de Humidade por Micro-Ondas Hydronix utilizam filtros de processamento de sinal digital de alta velocidade e técnicas de medição avançadas. Deste modo, é obtido um sinal linear com a alteração da humidade no material cuja medição estiver a ser efetuada. É necessário instalar previamente o sensor num fluxo de material para que o sensor possa apresentar online os resultados da alteração da humidade no material.

As aplicações típicas incluem a medição de humidade em Areia, Agregados, Betão, Materiais de biomassa, Grânulos, Alimentação animal e Materiais agrícolas.

Os sensores foram concebidos para serem utilizados em várias aplicações e para permitirem a passagem do fluxo do material junto a si. Seguem-se exemplos de aplicações típicas.

- Depósitos/Tremonhas/Silos
- Transportadores
- Alimentadores Vibratórios
- Misturadores

O sensor tem duas saídas analógicas totalmente configuráveis e pode ser calibrado a nível interno para apresentar diretamente dados de humidade compatíveis com qualquer sistema de controlo.

Estão disponíveis duas entradas digitais que permitem controlar a função de cálculo da média a nível interno. Deste modo, a medição do sensor, que ocorre 25 vezes por segundo, consegue detetar rapidamente quaisquer alterações no teor de humidade cuja média pretende calcular. A utilização no sistema de controlo fica assim ainda mais facilitada.

É possível configurar uma das entradas digitais para fornecer uma saída digital que poderá emitir um sinal de alarme na eventualidade de ser obtida uma leitura com um valor baixo ou elevado. Este procedimento pode ser utilizado para emitir um alarme de teor de humidade elevado ou, em alternativa, para indicar a um operador que o depósito de armazenamento tem de ser reabastecido.

Os sensores Hydronix foram concebidos especificamente com materiais adequados para proporcionarem muitos anos de um serviço fiável sob as condições mais adversas. No entanto, tal como acontece com outros dispositivos eletrónicos de deteção, deverá ter cuidado para não sujeitar o sensor a danos resultantes de impactos desnecessários. Deverá ter em particular atenção, a placa frontal de cerâmica que, embora extremamente resistente à abrasão, é frágil e, em caso de impacto direto, poderá ficar danificada.

ATENÇÃO – NUNCA BATA NA CERÂMICA



Deverá proceder com cuidado para garantir que o sensor foi corretamente instalado e de modo a assegurar uma amostra representativa do material em questão. É fundamental que o sensor seja instalado numa localização em que a placa frontal de cerâmica fique completamente introduzida no fluxo principal do material. Não poderá ser instalado em material estagnado nem num local onde possa ocorrer a acumulação de material no sensor.

Todos os sensores Hydronix estão pré-calibrados de fábrica, para apresentarem a leitura 0 no ar e 100 quando submersos em água. Esta definição designa-se por “Leitura Não Graduada” e representa o valor base utilizado ao calibrar um sensor em função do material cuja medição estiver a ser efetuada. Este é um processo de normalização aplicado a cada sensor, pelo que, caso um sensor seja substituído, não será necessário proceder à recalibragem do material.

Após a instalação, o sensor deverá ser calibrado em função do material (consulte o Capítulo 3, para obter informações mais detalhadas). O sensor permite dois tipos de configuração:

- *Calibragem no interior do sensor:* o sensor é calibrado internamente e emite o valor de humidade real.
- *Calibragem no interior do sistema de controlo:* o sensor emite uma leitura não graduada proporcional à humidade. Os dados de calibragem no interior do sistema de controlo são convertidos num valor de humidade real

1.1 Utilização prevista

Os dispositivos Hydronix não se destinam a medições para fins comerciais. Devem ser utilizados exclusivamente para controlo de processo e monitorização industrial.

2 Técnicas de Medição

O sensor utiliza a técnica digital por micro-ondas exclusiva da Hydronix que fornece uma medição mais sensível em comparação com as técnicas analógicas. Com esta técnica tem à sua disposição um conjunto de modos de medição (não disponíveis em todos os sensores; consulte o manual de instalação dos sensores relevantes, para obter especificações técnicas). O modo predefinido é o Modo F, que é adequado a todo o tipo de material e, em particular, à areia e aos agregados. Para obter mais informações sobre o modo a seleccionar, contacte a Hydronix: support@Hydronix.com.

3 Ligação e Configuração do Sensor

O sensor de humidade pode ser configurado remotamente utilizando uma ligação em série digital e um PC com o software de calibragem e configuração do sensor Hydro-Com. Para comunicação com um PC, a Hydronix disponibiliza conversores RS232-485 ou um Módulo de Interface USB do Sensor (consulte o Manual do Utilizador HD0303).

Nota: Todas as referências a Hydro-Com neste manual do utilizador dizem respeito à versão de software 2.0.0 e superior. O sensor pode ser configurado com base em versões anteriores do Hydro-Com, no entanto, algumas funcionalidades poderão não estar disponíveis. Consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com relevante, para obter informações mais detalhadas.

Estão disponíveis duas configurações básicas para ligar o sensor a um sistema de controlo por lote:

- Saída analógica – Uma saída CC pode ser configurada como:
 - 4–20 mA
 - 0–20 mA
 - É possível obter uma saída de 0–10 V utilizando a resistência de 500 Ohm fornecida com o cabo do sensor.
- Digital – uma interface série RS485 permite a troca direta de dados e informações de controlo entre o sensor e o computador de controlo das instalações. Também estão disponíveis opções para USB e adaptador Ethernet

O sensor pode ser configurado para emitir um valor linear entre 0–100 unidades não graduadas, sendo a calibragem do material efetuada no sistema de controlo. Em alternativa, também é possível calibrar internamente o sensor para emitir um valor de humidade real

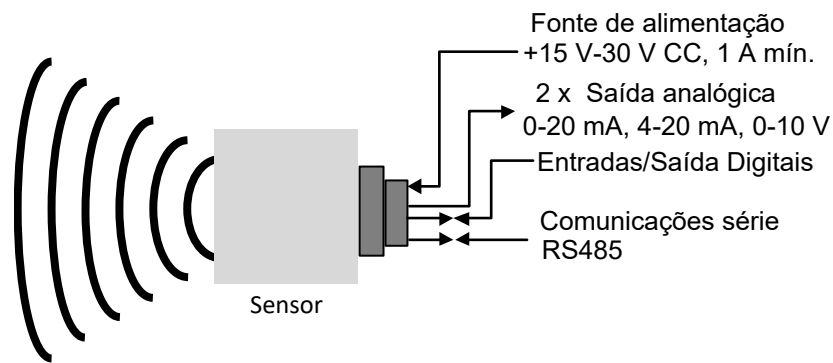


Imagem 1: Ligação do Sensor (Visão Geral)

1 Configuração do Sensor

O sensor de humidade por micro-ondas Hydronix inclui vários parâmetros internos que podem ser utilizados para otimizar o sensor em função de uma determinada aplicação. Estas definições estão disponíveis para visualização e alteração utilizando o software Hydro-Com. É possível encontrar informações sobre todas as definições no Manual do Utilizador do Hydro-Com (Manual do Utilizador do Hydro-Com HD0682).

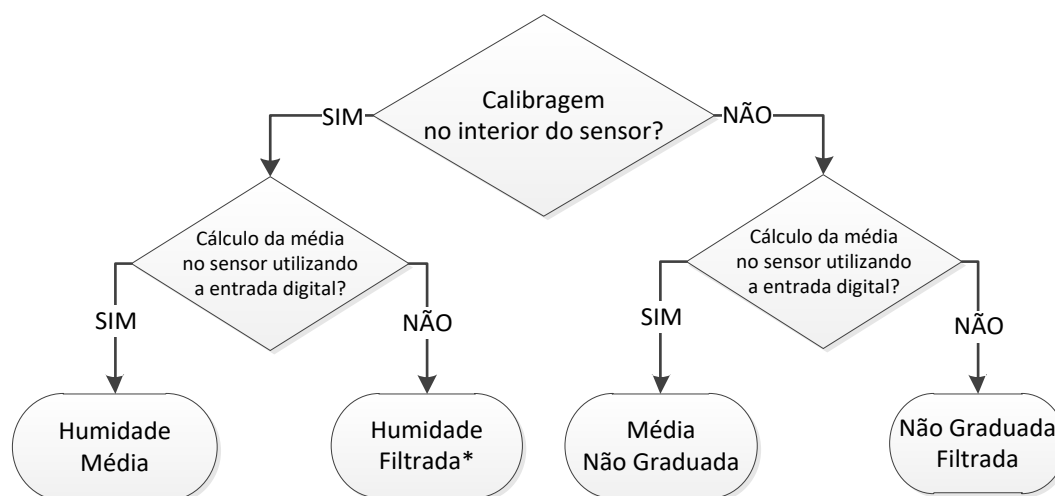
Pode transferir gratuitamente o software Hydro-Com e o Manual do Utilizador do Hydro-Com a partir do Web site www.hydronix.com.

Todos os sensores Hydronix funcionam de forma idêntica e utilizam parâmetros de configuração idênticos. No entanto, nem todas as funções são utilizadas em todas as aplicações de sensor. (Os parâmetros de cálculo da média, por exemplo, são geralmente utilizados para processos por lote).

2 Configuração da Saída Analógica

O intervalo efetivo das duas saídas do circuito de corrente pode ser configurado em função do equipamento ligado. Por exemplo, um PLC poderá requerer 4–20 mA ou 0–10 V CC, etc. As saídas também podem ser configuradas para representar as diferentes leituras geradas pelo sensor. Por exemplo, a humidade ou a temperatura.

A Imagem 2 poderá ser utilizada para auxiliar na seleção da variável correta da saída analógica de um determinado sistema.



*É recomendado calcular a média no sistema de controlo aqui

Imagem 2: Orientação para a Definição da Variável de Saída

2.1 Tipo de Saída

Define o tipo de saída analógica e inclui três opções:

- 0–20 mA: trata-se da predefinição de fábrica. A adição de uma resistência de precisão externa de 500 Ohm converte 0–20 mA em 0–10 V CC.
- 4–20 mA.

2.2 Variável da Saída 1 e 2

Definem quais as leituras do sensor que a saída analógica irá representar e estão disponíveis 10 opções.

2.2.1 N. Grad. N. Proc.

Trata-se da variável não graduada não filtrada não processada. O valor da leitura de Variável Não Graduada Não Processada obtido no ar é de 0 e na água de 100. Uma vez que não é aplicada qualquer filtragem a esta variável, não deverá ser utilizada para controlo de processos. Esta saída pode ser utilizada para registo durante a instalação inicial do sensor.

2.2.2 N. Grad. N. Proc. 2

Com esta opção, será aplicado o modo de medição alternativo, conforme configurado para o sensor (consulte o Capítulo 2, Secção 8, para obter mais informações sobre os modos de medição alternativos). Não será aplicada filtragem.

Nota: Este modo não está disponível em todos os sensores. Consulte as especificações técnicas no manual do utilizador relevante, para obter informações mais detalhadas.

2.2.3 Não Grad. Filtrada

A opção Não Graduada Filtrada representa uma leitura que é proporcional à humidade e situa-se entre 0–100. Um valor não graduado correspondente a 0 refere-se à leitura no ar e a 100 está relacionado com a leitura na água.

2.2.4 Não Grad. Filtrada 2

A opção Não Graduada Filtrada utiliza o segundo modo de medição configurado no sensor.

Nota: Este modo não está disponível em todos os sensores. Consulte as especificações técnicas no manual do utilizador relevante, para obter informações mais detalhadas.

2.2.5 Média Não Grad.

Trata-se da variável “Não Graduada Não Processada” utilizada para cálculo da média por lote utilizando os parâmetros de cálculo da média. Para obter uma leitura média, é necessário que a entrada digital esteja configurada como “Média/Constante”. Quando esta entrada digital está ativada, é calculada a média das leituras obtidas com a opção Não Graduada Não Processada. Quando os valores da entrada digital são baixos, este valor de média é mantido constante.

2.2.6 Humidade Filtrada %

A opção Humidade Filtrada % é determinada através do valor da opção Não Graduada Filtrada utilizando os coeficientes A, B, C e SSD.

$$\text{Humidade Filtrada \%} = A \times (F.U/S)^2 + B \times (F.U/S) + C - \text{SSD}$$

Estes coeficientes são obtidos exclusivamente com base na calibragem do material e, por isso, a precisão dos dados de humidade está dependente da precisão da calibragem.

O coeficiente SSD corresponde ao valor da Superfície Seca Saturada (Valor de Absorção da Água) referente ao material utilizado e permite que a leitura da percentagem de humidade apresentada seja expressa apenas em termos de humidade à superfície (livre).

2.2.7 Humid. Não Proc. %

Trata-se da variável Humidade Não Processada % antes da aplicação da filtragem ou do cálculo da média. Uma vez que a Filtragem não foi aplicada, não é recomendada a utilização desta variável para o controlo de processos.

2.2.8 Humidade Média %

Trata-se da variável "Humidade Não Processada %" utilizada para o cálculo da média por lote utilizando os parâmetros de cálculo da média. Para obter uma leitura média, é necessário que a entrada digital esteja configurada como "Média/Constante". Quando a entrada digital é comutada para um valor elevado, é calculada a média das leituras de Humidade Não Processada. Quando os valores da entrada digital são baixos, o valor de média é mantido constante.

2.2.9 Brix

Este valor pode ser calibrado para ser proporcional ao teor de Brix de um material. Nestes casos, o sensor irá requerer a calibragem em função do material em questão. A calibragem requer a definição da relação entre as leituras Não Graduadas do sensor e o valor Brix associado referente ao material a definir.

Nota: Esta saída não está disponível em todos os sensores. Consulte as especificações técnicas no manual do utilizador relevante, para obter informações mais detalhadas.

2.2.10 Temperatura

Para todos os sensores, à exceção do Hydro-Mix HT (HMHT), a escala da temperatura na saída analógica é fixa – a escala zero (0 ou 4 mA) corresponde a 0 °C e a escala completa (20 mA) a 100 °C.

O sensor Hydro-Mix HT (HMHT) tem uma saída fixa de 0-150 °C, a escala zero (0 ou 4 mA) corresponde a 0 °C e a escala completa (20 mA) a 150 °C (aplicável apenas a versões de firmware HS0102 v1.07 e mais recente).

2.3 Valor Baixo % e Elevado %

Estes dois valores definem o intervalo de humidade quando a variável de saída está definida como "Humidade Filtrada %" ou "Humidade Média %". Os valores predefinidos são 0% e 20%, em que:

0–20 mA 0 mA representa 0% e 20 mA representa 20%

4–20 mA 4 mA representa 0% e 20 mA representa 20%

Estes limites são definidos para o intervalo efetivo de humidade e têm de corresponder à conversão de mA em humidade no controlador por lote.

3 Configuração de Entradas/Saída Digitais

3.1 Opções de Entradas/Saída

O sensor tem duas entradas digitais. Sendo que a segunda também pode ser configurada como saída.

Para obter informações detalhadas sobre a ligação, consulte o Manual de Instalação Elétrica HD0678.

A **entrada digital 1** pode ser definida da seguinte forma:

Não utilizada	O estado da entrada é ignorado.
Média/Constante	Utiliza-se para controlar o período de início e de fim do cálculo de média por lote. Quando o sinal de entrada está ativado e após um período de atraso definido pelo parâmetro "Atraso Média/Constante", os valores "Não Proc." e "Não Graduado" iniciam o cálculo da média (consulte a secção 4.3 Modo de Cálculo da Média). Quando a entrada é, em seguida, desativada, o cálculo da média é interrompido e o valor da média é mantido constante para que possa ser lido pelo PLC do controlador por lote. Quando o sinal de entrada volta a ser ativado, e após o período de atraso definido pelo parâmetro "Atraso Média/Constante", o valor da média é repostado e o cálculo da média reinicia.
Humidade/Temperatura	Permite ao utilizador comutar a saída analógica entre as medições de Não Graduado ou de Humidade (conforme o que estiver definido) e a temperatura. Utiliza-se quando é necessária a saída para temperatura, quando ainda está a ser utilizada uma única saída analógica. Com a entrada inativa, a saída analógica irá indicar a variável de humidade apropriada (não graduada ou humidade). Quando a entrada está ativada, a saída analógica irá indicar a temperatura do material (em graus centígrados). A escala da temperatura na saída analógica é fixa – a escala zero (0 ou 4 mA) corresponde a 0°C e a escala completa (20 mA) a 100°C.
Inclusão de Filtro:	A Inclusão de Filtro é usada para controlar quando os filtros de sinal são aplicados aos sinais Não Processados. Quando a entrada é elevada, o estado de inclusão do filtro torna-se ativo e os filtros de sinal são aplicados ao sinal não processado. Quando a entrada é baixa, o estado de inclusão do filtro torna-se inativo (ver secções 5.4 e 5.5 Semeadura do filtro para obter mais detalhes).
Sinc. Mist.	É iniciado um novo ciclo de medição sincronizado quando a entrada fica ativa.

A **E/S digital 2** pode ser definida como entrada para Humidade/Temperatura, mas também pode ser definida para as seguintes saídas:

Depósito Vazio	Esta saída é ativada se os valores Não Graduado ou Humidade se situarem abaixo dos Limites inferiores definidos na secção Cálculo da Média. Pode ser utilizada para indicar a um operador quando o sensor está no ar (uma vez que no ar o valor do sensor passa a zero) e pode indicar o estado vazio de um recipiente.
Dados fora do intervalo	A saída será ativada se a leitura da humidade se situar acima ou abaixo dos limites de inclusão de humidade ou se o valor Não

	Graduado se situar acima ou abaixo dos limites de inclusão do valor Não Graduado.
Sensor OK	Esta saída será ativada se: • A leitura de frequência se situar +/-3% entre os pontos de calibragem de ar e de água definidos • A leitura de amplitude se situar +/-3% entre os pontos de calibragem de ar e de água definidos • A temperatura dos elementos eletrônicos internos se situar abaixo do limite de funcionamento em segurança • A temperatura do ressoador RF se situar acima do respectivo limite de funcionamento em segurança • A tensão da fonte de alimentação interna estiver dentro do intervalo
Alarme de Temperatura do Material	O alarme será ativado se a temperatura do material exceder os limites superior/inferior configurados.
Monit. Auto. Estável:	Monit. Auto. Estável indica se a leitura do sensor é estável. A estabilidade define-se como o desvio de uma quantidade configurada de pontos de dados. É possível configurar no sensor o valor de desvio, bem como a quantidade de dados utilizada. A saída será ativada se o Desvio de Monitorização Automática se situar abaixo do Limiar de Desvio de Monitorização Automática.
Calibragem fora do intervalo:	A saída será ativada se a leitura Não Graduada, para quaisquer modos de medição, se situar mais de 3 pontos acima ou abaixo do intervalo de valores Não Graduados utilizados na calibragem. Pode ser utilizada para indicar que poderá/deverá ser criado outro ponto de calibragem.
Média Constante:	Duplicado da entrada digital 1

3.2 Definições de Configuração de Entradas/Saída

3.2.1 Limite Superior e Limite Inferior (Alarmes)

O Limite Superior e o Limite Inferior podem ser definidos para a % de humidade e para o valor Não Graduado do sensor. O funcionamento dos dois parâmetros é independente. A saída Depósito Vazio será ativada quando a leitura se situar abaixo do Limite Inferior. A saída Dados Inválidos será ativada quando a leitura se situar acima do Limite Superior ou abaixo do Limite Inferior.

3.2.2 Limites Superior e Inferior de Temperatura do Material (Alarme)

Os Limites Superior e Inferior do Material são utilizados para configurar o alarme de Temperatura do Material. Se a opção Entrada/Saída Digital 2 estiver definida como Alarme Temp. Material, a saída ficará ativa se o sensor de temperatura do material estiver acima do limite superior ou abaixo do limite inferior.

3.2.3 Limiar de Desvio de Monitorização Automática

A opção Limiar Desvio Monit. Auto. é utilizada para configurar o Alarme de estabilidade de Monitorização Automática. Se a saída estiver configurada, ficará ativa caso o desvio da leitura Não Graduada Filtrada se situar abaixo deste limite.

3.2.4 Tempo de Monitorização Automática

A opção Tempo Monit. Auto. define a quantidade média de dados, em segundos, para calcular o desvio de Monitorização Automática.

3.2.5 Modo de Alarme

Configura qual o Modo de Medição (Modo F, Modo V, Modo E ou Legado) que é utilizado para calcular os valores do alarme. O Modo de Alarme apenas está disponível em sensores que possuam capacidades de modo de medição múltipla. Depois de configurado, o sensor irá apenas calcular os valores do alarme no modo de medição selecionado. O Modo de Medição também irá configurar qual o modo que é utilizado para calcular os valores de Monitorização Automática.

4 Parâmetros de Cálculo da Média

Durante o cálculo da média, o sensor utiliza o valor Não Processado ou Não Graduado Filtrado (configurado pelo utilizador) nos respetivos cálculos. Os parâmetros que se seguem determinam o modo como os dados são processados para o cálculo da média por lote ao utilizar a entrada digital ou o cálculo da média remoto. Geralmente, não são utilizados para processos contínuos.

4.1 Limite Superior e Limite Inferior

O Limite Superior e o Limite Inferior podem ser definidos para a % de humidade e para o valor Não Graduado. O funcionamento dos dois parâmetros é independente. Se a leitura do sensor se situar fora destes limites, durante o cálculo da média do sensor, os dados serão excluídos do cálculo da média.

Este parâmetro é configurado através da utilização dos Limites Superior/Inferior na configuração da Entrada/Saída (secção 3.2.1).

4.2 Atraso Média/Constante

Ao utilizar o sensor para medir o teor de humidade de um material, quando é descarregado de um depósito ou silo, verifica-se frequentemente um breve atraso entre o sinal de controlo emitido para iniciar o lote e o início do fluxo do material sobre o sensor. As leituras de humidade durante este período deverão ser excluídas do valor médio por lote, uma vez que é provável que se trate de medições estáticas não representativas. O valor de atraso “Média/Constante” define a duração deste período de exclusão inicial. Para a maior parte das aplicações, 0,5 segundos será adequado, mas poderá ser conveniente aumentar este valor. As opções são as seguintes: 0, 0,5, 1, 1,5, 2 e 5 segundos.

4.3 Modo de Cálculo da Média

Define o modo de cálculo da média utilizado ao calcular a média. Os modos disponíveis são, “Não Processado” (Não Graduado/Humidade) e “Filtrado” (Não Graduado/Humidade). Para aplicações em que equipamento mecânico (como as pás ou parafusos do misturador) passam em frente ao sensor e afetam a leitura, a utilização do valor “Filtrado” irá remover os picos e quebras do sinal. Se o fluxo de material for estável, por exemplo, durante a medição na saída de um silo, o cálculo da média deve ser definido como “Não Processado”.

5 Filtragem

As predefinições de filtragem estão disponíveis na nota de engenharia com as predefinições do sensor relevante, consulte Apêndice A Referência Cruzada de Documentos, para obter informações detalhadas.

A leitura Não Graduada Não Processada é medida 25 vezes por segundo e poderá conter um elevado nível de “ruído” devido a irregularidades no sinal quando o material está a fluir. Como

resultado, este sinal requer uma determinada quantidade de filtragem para se tornar viável para controlo da humidade.

As predefinições de filtragem são adequadas à maior parte das aplicações, embora possam ser personalizadas, se necessário, em função da aplicação.

Não é possível ter predefinições de filtragem idealmente adequadas a todas as aplicações, uma vez que cada aplicação terá características diferentes. O filtro ideal será um filtro que proporcione uma saída constante com uma resposta rápida.

As definições Humidade Não Processada % e Não Graduada Não Processada **não** devem ser utilizadas para fins de controlo.

A leitura Não Graduada Não Processada é processada pelos filtros pela seguinte ordem; em primeiro lugar, os Filtros de Velocidade de Variação limitam quaisquer alterações graduais no sinal, em seguida, os Filtros de Processamento do Sinal Digital removem o ruído de alta frequência do sinal e, por fim, o filtro de suavização (definido utilizando a função Tempo de Filtragem) suaviza o intervalo global de frequência.

Segue-se uma descrição detalhada de cada filtro.

5.1 Filtros de Velocidade de Variação

Os Filtros de Velocidade de Variação são úteis para atenuar picos e quebras nas leituras do sensor causados por interferências mecânicas num determinado processo.

Os filtros definem limites de velocidade para grandes alterações positivas e negativas no sinal não processado. É possível definir limites para alterações positivas e negativas separadamente. As opções são as seguintes: Nenhum, Ligeiro, Médio e Pesado. Quanto mais próximas de Pesado as definições estiverem, mais o sinal será “atenuado” e mais lenta será a resposta do sinal.

5.2 Processamento do Sinal Digital

Os Filtros de Processamento do Sinal Digital (PSD) removem o ruído excessivo do sinal utilizando um algoritmo avançado. Este tipo de filtro reduz o ruído de alta frequência. A vantagem deste tipo de filtro consiste no facto de o filtro PSD tratar todos os sinais num intervalo de frequência relevante como válidos. Como resultado obtém-se um sinal suavizado que responde rapidamente a alterações na humidade.

Os filtros de PSD são especialmente úteis em aplicações de ruído elevado, como um ambiente de mistura. São menos apropriados para ambientes com pouco ruído.

As opções são as seguintes: Nenhum, Muito Ligeiro, Ligeiro, Médio, Pesado e Muito Pesado.

5.3 Tempo de Filtragem (Tempo de Suavização)

O Tempo de Filtragem suaviza o sinal após ter passado primeiro pelos filtros de Velocidade de Variação e, em seguida, pelos filtros PSD. Este filtro suaviza o sinal a nível global e, consequentemente, torna mais lenta a resposta do sinal. O Tempo de Filtragem é definido em segundos.

As opções são as seguintes: 0, 1, 2,5, 5, 7,5, 10 e um tempo personalizado até 100 segundos.

5.4 Parâmetro de regulação Inclusão do filtro

Se o parâmetro Utilização da entrada digital 1 (ver secção **Error! Reference source not found.**) estiver definido para "Inclusão do filtro", o estado de inclusão do filtro será controlado pelo estado da entrada digital. Caso contrário, o estado de inclusão do filtro será controlado por este parâmetro de regulação Inclusão do filtro (ver **Tabela 1**).

Os valores brutos só serão incluídos na saída filtrada quando o estado de inclusão do filtro estiver ativo.

Definição de utilização da entrada 1	Condição	Estado de inclusão do filtro
"Inclusão do Filtro"	Estado da entrada digital: Baixo	Inativo
"Inclusão do Filtro"	Estado da entrada digital: Alto	Ativo
Qualquer outra definição	Valor bruto abaixo do parâmetro de regulação	Inativo
Qualquer outra definição	Valor bruto acima do parâmetro de regulação	Ativo

Tabela 1: Tabela Estado de inclusão filtrada

Quando a Entrada digital 1 está definida para um parâmetro que não a Inclusão do filtro e o parâmetro Semeadura do filtro está definido para Último valor filtrado (ver secção 5.5), é observada a seguinte funcionalidade:

Quando o Valor bruto desce abaixo do parâmetro de regulação Inclusão do filtro, o último valor filtrado mantém-se constante. Quando o Valor bruto volta a subir acima do parâmetro de regulação, a filtragem começa a partir do último valor retido.

Recomenda-se definir o parâmetro para um valor baixo, para incluir todas as medições. O valor predefinido é -5.

5.5 Semeadura do filtro

O parâmetro Semeadura do filtro funciona em conjunto com o parâmetro de regulação Inclusão do filtro (ver secção 5.4) e a opção Inclusão do filtro da Entrada digital 1 (ver secção **Error! Reference source not found.**).

A definição determina se a saída filtrada é reiniciada a partir do último valor filtrado conhecido ou do último valor bruto conhecido depois de o Estado de inclusão do filtro ficar Ativo.

Ver Tabela 2 para a funcionalidade Saída filtrada, dependendo da definição do parâmetro Semeadura do filtro.

Definição da semeadura do filtro	Estado de inclusão do filtro	Funcionalidade
Último valor filtrado	Ativo	Atualizações não graduadas filtradas
Último valor filtrado	Inativo	Não graduado filtrado quando a entrada desativada é apresentada
Último valor bruto	Ativo	Atualizações não graduadas filtradas
Último valor bruto	Inativo	Saídas Não graduadas Não processadas

Tabela 2: Funcionalidade de saída Não graduada filtrada

6 Monitorização da Humidade Típica de um Sensor de Humidade Hydronix em Material de Fluxo

A Imagem 3 representa uma monitorização Não Graduada Não Processada típica de um material de fluxo. O sinal irregular deve-se à ação do material que flui junto ao sensor.



Imagem 3: Monitorização da Humidade Não Graduada Não Processada em Material de Fluxo

Os picos positivos e as quebras negativas podem ser atenuados através da utilização de Filtros de Velocidade de Variação com redução do ruído indesejado. Após a passagem do sinal pelos Filtros de Velocidade de Variação, e se estiver selecionado o filtro PSD, o sinal é suavizado ainda mais através do filtro Tempo de Filtragem (Tempo de Suavização). Como resultado obtém-se uma representação da humidade no material muito mais esclarecedora (Imagem 4).



Imagem 4: Gráfico que mostra o Sinal Filtrado

7 Filtragem do Sinal Quando Utilizado numa Aplicação de Misturador

Devido aos elevados níveis de ruído causados pelas lâminas do misturador, o sinal irá requerer uma determinada quantidade de filtragem para se tornar viável para o controlo da humidade. As predefinições são adequadas à maior parte das aplicações, embora possam ser personalizadas, se necessário.

Não é possível ter definições de filtragem diferentes idealmente adequadas a todos os misturadores, uma vez que cada misturador tem uma ação de mistura diferente. O filtro ideal será um filtro que proporcione uma saída constante com uma resposta rápida.

A Imagem 5 mostra uma curva de humidade típica durante um ciclo por lotes de betão. O misturador começa vazio e logo que o material é carregado, os resultados sobem para um valor estável, Ponto A. Em seguida, é adicionada água e o sinal aumenta e estabiliza no Ponto B. O

lote fica concluído e o material é descarregado. A estabilidade nas leituras dos pontos A e B significa que todos os ingredientes dentro do misturador são misturados homogeneamente.

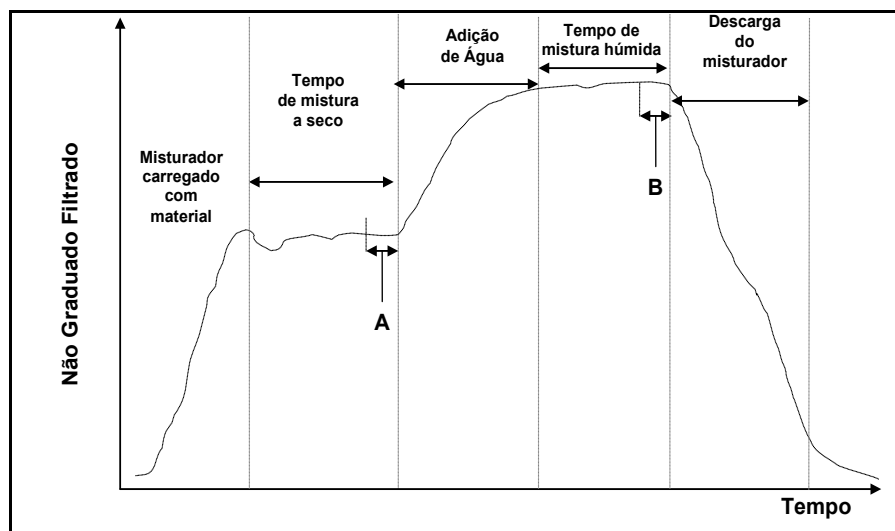


Imagem 5: Curva de Humidade Típica

O grau de estabilidade dos pontos A e B pode ter um impacto significativo na precisão e na repetibilidade. A maior parte dos controladores de água automáticos mede a humidade seca e calcula a quantidade de água a adicionar à mistura, com base numa referência final conhecida numa fórmula em particular. É vital obter um sinal estável na fase de mistura a seco do ciclo no ponto A. Deste modo, o controlador de água pode efetuar uma leitura representativa e um cálculo preciso da água que é necessário adicionar. Pelos mesmos motivos, a estabilidade na extremidade húmida da mistura (Ponto B) irá apresentar uma referência final representativa, que indica uma mistura de qualidade ao calibrar uma fórmula.

A Imagem 6 mostra dados Não Graduados Não Processados gravados a partir de um sensor colocado sobre um ciclo de mistura real, indicando com clareza os grandes picos e quebras provocados pela ação da lâmina.

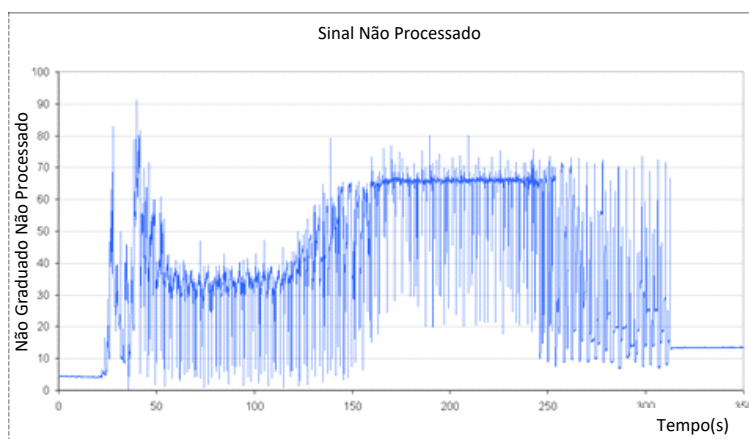


Imagem 6: Gráfico que mostra o Sinal Não Processado durante o Ciclo de Mistura

Os dois gráficos que se seguem ilustram o efeito da filtragem dos mesmos dados não processados mostrados acima. A Imagem 7 mostra o efeito da utilização das seguintes definições de filtro, que criaram a linha “Não Graduada Filtrada” no gráfico.

Velocidade de Variação + = Médio

Velocidade de Variação - = Ligeiro

Tempo de Filtragem = 1 segundo

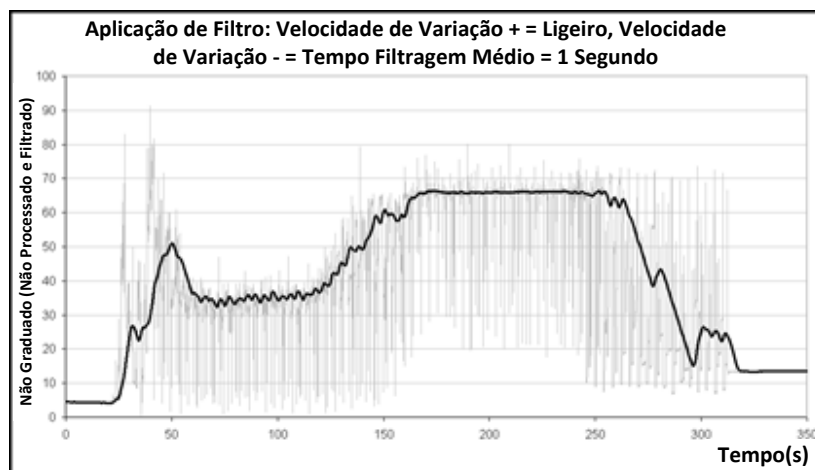


Imagem 7: Filtragem do Sinal Não Graduado Não Processado (1)

A Imagem 8 mostra o efeito das seguintes definições:

Velocidade de Variação + = Ligeiro

Velocidade de Variação - = Ligeiro

Tempo de Filtragem = 7,5 segundos

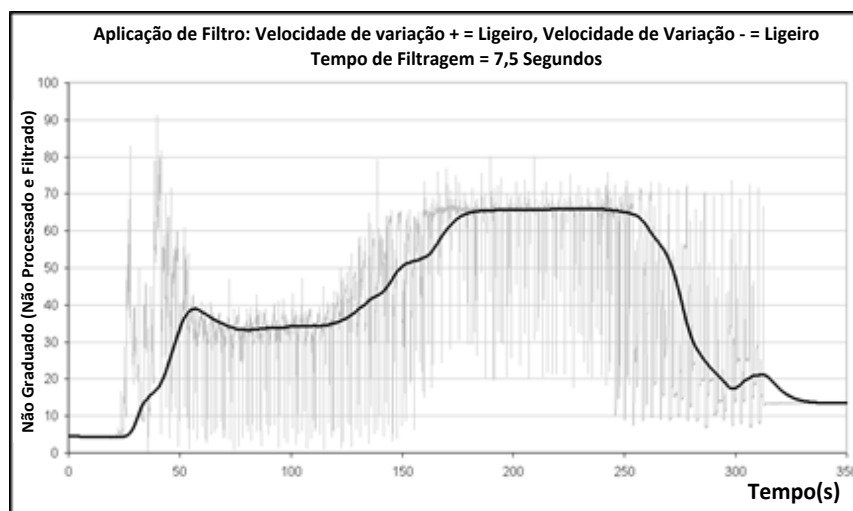


Imagem 8: Filtragem do Sinal Não Processado (2)

Na Imagem 8 é óbvio que o sinal na fase seca do ciclo de mistura é mais estável, representando uma maior vantagem ao efetuar a calibragem da água.

As predefinições de filtro são adequadas a muitas aplicações. No entanto, para determinar as definições ideais é recomendado monitorizar os resultados durante a colocação em funcionamento inicial, de modo a equilibrar a redução do ruído com a velocidade de resposta.

8 Modos de Medição

Os Modos de Medição permitem que a capacidade de deteção do sensor seja otimizada em função de um determinado material.

A seleção de Modos de Medição não está disponível em todos os sensores. Além disso, modelos diferentes terão predefinições de Modo de Medição diferentes. Consulte secção de especificações técnicas no manual de instalação do sensor relevante, para obter mais informações.

Estão disponíveis até três Modos de Medição: Modo F, Modo V e Modo E.

A seleção do modo mais adequado pode permitir aumentar a precisão da leitura, mas poderá limitar o valor de humidade máximo medido pelo sensor.

O sensor calcula de forma contínua o valor Não Graduado em cada um dos modos disponíveis (F, V e E). É importante realçar que o sensor não funciona num modo em particular, mas sempre em todos os modos. Um material ou processo específico terá um modo ideal de funcionamento selecionável pelo operador.

8.1 Seleção do Modo de Medição a Utilizar

O modo mais apropriado será determinado pelos requisitos do utilizador, pela aplicação e pelo material cuja medição estiver a ser efetuada.

Precisão, estabilidade e flutuações de densidade, bem como o intervalo efetivo de humidade representam todos fatores que determinam a escolha do modo de medição.

Para a maioria das aplicações, o modo F proporciona um equilíbrio adequado entre estabilidade e sensibilidade.

Para aplicações em que a alteração para Não graduado (US) é pequena ao longo do intervalo de funcionamento da humidade, o Modo V ou o Modo E podem fornecer uma resposta mais sensível. Deve salientar-se que o Modo V e o Modo E podem produzir medições menos estáveis, podendo ser necessário alterar as definições do filtro.

Os modos V e E, embora possam oferecer maior sensibilidade, saturam a um nível de humidade inferior e podem ser inadequados para aplicações com teores de humidade mais elevados.

Na maioria das aplicações, o modo F providencia a medição mais estável de todos os modos. No entanto, ocasionalmente, a análise dos modos pode mostrar que outros modos proporcionam uma medição mais estável. Isto pode ser determinado registando cada modo a uma frequência de registo bruta e comparando a estabilidade de cada modo.

8.2 Efeitos da Seleção de Modos Diferentes

Cada modo proporcionará uma relação diferente entre os valores Não Graduados de 0–100 do sensor e a percentagem de humidade.

Geralmente, ao medir qualquer material, será vantajoso que, uma grande alteração na medição Não Graduada do sensor, seja equivalente a uma pequena alteração nos níveis de humidade. Será assim disponibilizada a medição de humidade calibrada mais precisa (consulte a Imagem 9). Para tal pressupõe-se que o sensor mantém a capacidade de medição no intervalo de humidade global necessário e que o sensor não está configurado para ser excessiva e impraticavelmente sensível.

Todos os modos disponibilizarão uma saída estável linear. O objetivo consiste em escolher o modo que apresenta a linha de calibragem de humidade mais plana, conforme mostrado pela linha B na Imagem 9. Deverá ter-se em atenção que, embora a linha B seja mais precisa, poderá ser possível atingir o valor máximo de 100 unidades Não Graduadas com uma % de humidade menor do que a humidade máxima prevista para o material cuja medição estiver a ser efetuada. A % exata de humidade máxima possível é uma função do gradiente de calibragem do material e tem de ser determinada pelo utilizador.

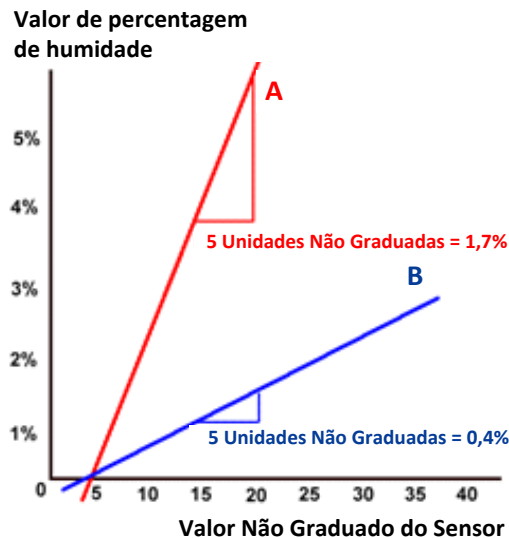


Imagem 9: Relação dos Valores Não Graduados com a Humidade

Para determinar qual o modo mais apropriado, recomenda-se a execução de testes relativamente a um determinado material, tipo de misturador ou aplicação. Previamente, recomenda-se que contacte a Hydronix para esclarecer dúvidas sobre as definições recomendadas para a sua aplicação em questão.

Os testes diferem consoante a aplicação. No âmbito das medições efetuadas ao longo do tempo, recomenda-se que registe a saída do sensor a partir de cada um dos diferentes modos de medição no mesmo processo. Os dados podem ser facilmente registados utilizando um PC e o software Hydronix Hydro-Com. Os respetivos resultados poderão então ser representados para assegurar o modo de medição mais adequado.

Para uma análise mais pormenorizada, incluindo a análise de filtragem do sensor, a Hydronix também pode disponibilizar recomendações, bem como software, de modo a permitir ao utilizador experiente aplicar as definições mais eficientes a um determinado sensor.

O software Hydro-Com e o manual do utilizador podem ser transferidos a partir do Web site www.hydronix.com.

Quando utilizar o sensor para obter um sinal de saída calibrado para humidade (uma medição de humidade absoluta), recomenda-se que efetue a calibragem utilizando os diferentes modos de medição e que compare os resultados (consulte o Capítulo 3, para obter informações mais detalhadas).

Para mais informações, contacte a equipa de suporte da Hydronix através do endereço support@hydronix.com.

9 Saída dos Dados do Sensor

O sensor dispõe sempre de dados para todos os modos disponíveis, para que a seleção do modo a utilizar seja efetuada quando a variável de saída for escolhida. Tal faz agora parte do processo de otimização do funcionamento do sensor em função do material cuja medição será efetuada.

O diagrama abaixo mostra a disposição dos dados no sensor:

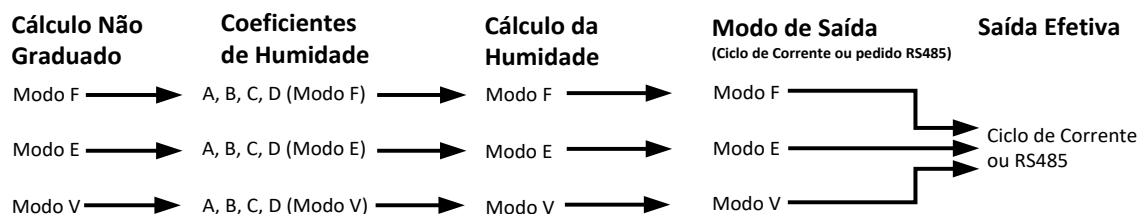


Imagem 10: Disposição dos dados no sensor

9.1 Circuitos de Corrente Analógica

Se a saída dos dados for efetuada através do circuito de corrente analógica, além da seleção da saída Não Graduada ou de Humidade, o utilizador selecionará o modo a utilizar. Deste modo, a saída analógica 1 poderá ser definida, por exemplo, como “Não Grad. Filtrada – Modo F” ou como “Humidade Média - Modo E”.

9.2 Protocolo RS485

O protocolo do Hydronix Hydro-Link foi alargado para permitir que sejam solicitados dados de diferentes modos. Com o protocolo alargado, o anfitrião poderá solicitar, por exemplo, o modo “Media Não Grad. - Modo V” ou o modo “Não Grad. Filtrada - Modo E”. Está disponível uma especificação do protocolo completo a pedido junto da Hydronix para utilizadores que pretendem implementar o protocolo do Hydro-Link num sistema de controlo.

9.3 Retrocompatibilidade com Sistemas Anfitriões Mais Antigos

Nas novas implementações de sistema anfitrião, o esquema descrito acima (Imagem 11) oferece um desempenho e flexibilidade ideais para determinar e selecionar o modo mais adequado em função de um determinado material. Recomenda-se que cada nova implementação seja compatível com este esquema.

Muitos sensores serão ligados a sistemas Legados mais antigos. Neste âmbito, foram efetuadas algumas adições ao esquema em conformidade, bem como ao nível da compatibilidade. Estes sensores Legados eram utilizados num dos modos, predeterminados e definidos com o parâmetro Tipo Não Graduado 1. Eram ainda compatíveis apenas com um dos conjuntos de coeficientes de calibragem A, B, C e D.

No que diz respeito aos sensores que utilizam o firmware HS0102 foi implementado um esquema relativamente abrangente para que mantivessem a retrocompatibilidade. Se o pedido de variável de saída do circuito de corrente ou do protocolo Hydro-Link for efetuado sem especificar um modo (como acontecia nos sistemas anfitriões mais antigos), a definição Tipo Não Graduado 1 é ativada. O modo de saída relevante seria selecionado pela definição Tipo Não Graduado 1. Este cenário implica a expansão do diagrama, conforme mostrado abaixo:

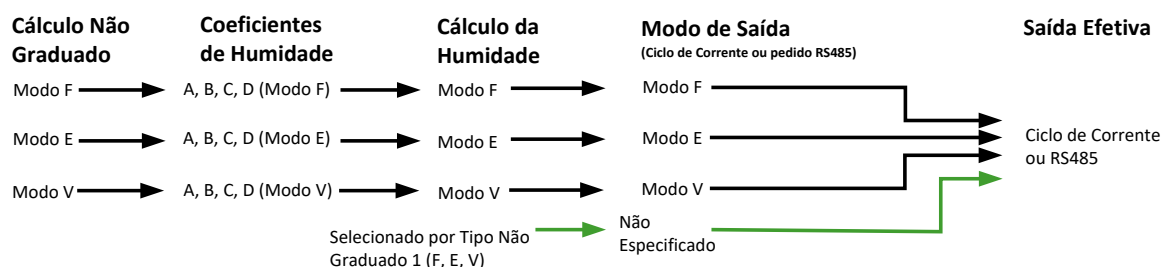


Imagem 11: Seleção de Saída não especificada

Uma vez que aplicações anfitriãs antigas não têm capacidade de escrita de coeficientes A, B, C e D para cada um dos modos, é utilizada uma expansão final que suporta um conjunto

de coeficientes de Modo Legado compatíveis com os sistemas anfitriões existentes. Tal é exemplificado na versão final do diagrama:

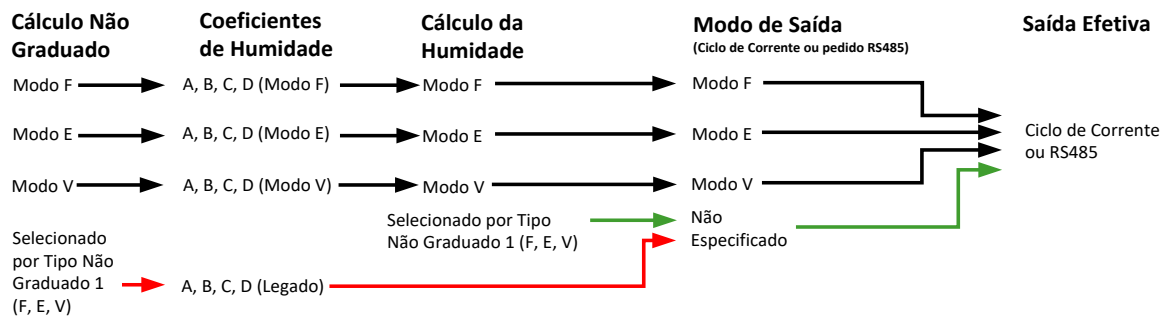


Imagem 12: Seleção de Saída Legada

Se for definida uma saída de circuito de corrente sem especificação de Modo ou se for efetuado um pedido de protocolo RS485 sem especificação de Modo (para um valor de Humidade), aplica-se o seguinte processo:

- Se os Coeficientes Legados forem diferentes de zero, são utilizados para calcular o valor de Humidade. (Setas vermelhas no diagrama)
- Se os Coeficientes Legados corresponderem todos a zero, a definição Tipo Não Graduado 1 é utilizada para selecionar os coeficientes relevantes e a Humidade (Setas verdes). Deste modo, é viabilizada a calibragem completa de um determinado sensor no sistema anfitrião atual em todos os modos e a respetiva utilização num sistema anfitrião legado.

9.4 Não Graduado 2

Nos produtos de sensor Legado foi implementado um segundo cálculo Não Graduado para permitir a comparação de dois modos, em simultâneo. Deste modo, foi viabilizada a saída de leituras Não Graduadas para um segundo modo, mas não de leituras de Humidade. A definição Não Graduado 2 foi implementada nos sensores mais recentes para retrocompatibilidade, mas, uma vez que estes sensores efetuam constantemente o cálculo de todos os modos, não deverá ser utilizada na implementação de novos sistemas anfitriões.

Nos sensores mais recentes, podem ser efetuados vários pedidos de protocolo RS485 para comparação de modos ou podem ser configuradas duas saídas de circuito de corrente analógica para diferentes modos.

10 Protocolo Secundário

Os sensores que utilizam firmware HS0102 v1.11.0 e superior têm a opção de comunicar usando o protocolo Modbus RTU. Trata-se de uma adição ao protocolo Hydro-Link RS485 predefinido. A mesma ligação elétrica é usada para mensagens Hydro-Link e Modbus RTU; contudo, só é possível processar um tipo de mensagem de protocolo de cada vez.

O protocolo secundário é configurado separadamente, o que lhe permite ter definições de comunicação diferentes quando comparado com o protocolo predefinido (Endereço, Transmissão e Paridade).

Para obter informações detalhadas completas sobre os registos de comunicação Modbus, consulte: Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping HD0881 (Mapeamento de Registo do Protocolo Modbus RTU de Sensores de Humidade por Micro-ondas Hydronix HD0881)

10.1 Configuração do Modbus

Para permitir que o sensor aceite comandos Modbus RTU, é preciso ativar o protocolo secundário, e as definições de comunicação têm de corresponder à configuração do sistema de controlo. O software Hydro-Com HS0099 v1.11.0 e superior tem de ser usado para configurar o sensor para Modbus RTU

As opções de configuração e os valores predefinidos são as/os seguintes

Definição de Configuração	Predefinição	Opções
Protocolo Secundário	Modbus	Nenhuma Modbus
Transmissão	19200	2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200
Endereço	1	1-247
Paridade	Nenhuma	Nenhuma 1 Bit de Paragem Nenhuma 2 Bits de Paragem Ímpar Par

Tabela 1: Configuração do Modbus

1 Integração do Sensor

O sensor poderá ser integrado num processo de uma de três formas:

- O sensor pode ser configurado para emitir um valor linear entre 0–100 unidades Não Graduadas, sendo a calibragem de um material efetuada no sistema de controlo externo.

Ou

- O sensor poderá ser calibrado internamente através da configuração do sensor Hydro-Com e do software de calibragem para emissão de um valor de percentagem de humidade absoluto.

Ou

- O sensor também poderá ser utilizado para emitir um valor pretendido.

Estão disponíveis ferramentas de programação de software da Hydronix para programadores de sistemas que pretendam criar uma interface própria.

Para obter informações detalhadas completas sobre como integrar o sensor num sistema de controlo ou processo, consulte o documento EN0077 “Métodos de controlo da humidade por lote”.

2 Introdução à Calibragem do Material

2.1 Valor “Não Graduado”

Quando é fabricado, cada sensor é calibrado individualmente num ambiente controlado, para que um valor de zero (0) esteja relacionado com a medição no ar e um valor de 100 esteja relacionado com a água. Isto é utilizado para fornecer um valor de saída não processado de um sensor Hydronix com um intervalo entre 0 e 100, sendo chamado valor Não Graduado.

2.2 Porquê Calibrar?

Os Sensores de Humidade por Micro-Ondas Hydronix medem as propriedades elétricas de um determinado material. Cada material tem características elétricas únicas e, por isso, é necessário efetuar um processo de calibragem para que seja emitido um valor de humidade/Brix real. Como a humidade existente num determinado material é variável, o sensor deteta as alterações e o valor Não Graduado é ajustado em conformidade. Uma vez que cada material tem propriedades elétricas diferentes, o valor Não Graduado, com uma determinada % de humidade, terá como resultado um valor Não Graduado diferente para cada material.

A Imagem 13: Calibragem de 3 Materiais Diferentes mostra a linha de calibragem de três materiais diferentes. É possível observar que, com um valor Não Graduado de 20, para cada material, a % de Humidade correspondente é diferente. No caso do material A, o valor Não Graduado 20 corresponde a 15% de humidade. Para o mesmo valor Não Graduado, o Material B apresenta 10% de humidade.

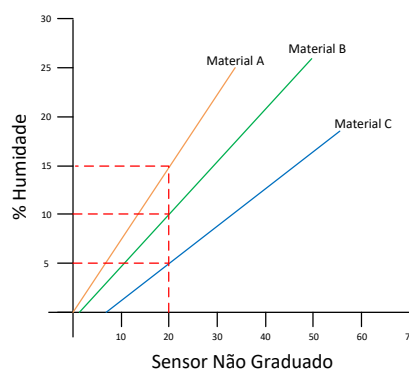


Imagem 13: Calibragem de 3 Materiais Diferentes

A calibragem do material do sensor correlaciona o valor Não Graduado com uma humidade “real” (Imagem 14). Esta correlação é determinada através da medição do valor Não Graduado de um determinado material com teor de humidade ou Brix diferente e da recolha de uma amostra do material. A humidade presente na amostra é determinada com recurso a um rigoroso processo laboratorial. O processo recomendado completo está descrito detalhadamente neste manual do utilizador.

Sensor Não Graduado	Resultado da Humidade Laboratorial
10	5
20	10
30	15
40	20

Imagem 14: Resultados da Calibragem Típica

2.3 Alterações no Material

É importante posicionar o sensor numa localização com um fluxo de material adequado e contínuo. As flutuações na composição do material, como variações nas misturas, na densidade ou na compactação, podem afetar negativamente a validade da calibragem. Consulte o Manual de instalação do sensor relevante para obter recomendações de montagem.

Para mais recomendações relacionadas com aplicações específicas, contacte a equipa de suporte da Hydronix através do endereço support@hydronix.com

2.4 Tipos de Calibragem

Estão disponíveis vários métodos para calibrar os Sensores de Humidade por Micro-Ondas Hydronix.

Linear:

Geralmente, a calibragem da humidade de um determinado material é um processo linear, que pode encontrar descrito na página 35. Aplica-se a seguinte equação:

$$\text{Humidade \%} = B \times (\text{Leitura Não Graduada}) + C - SSD$$

Quadrático:

Também pode ser utilizada uma função quadrática em situações excepcionais, nomeadamente, quando a medição do material apresenta características não lineares. Neste caso, poderá ser utilizada uma expressão quadrática na equação de calibragem, conforme mostrado abaixo.

$$\text{Humidade \%} = A \times (\text{Leitura Não Graduada})^2 + B (\text{Leitura Não Graduada}) + C - \text{SSD}$$

A utilização do coeficiente quadrático (A) apenas seria necessária em aplicações complexas; relativamente à maior parte dos materiais a linha de calibragem será linear, sendo que, neste caso, “A” é definido como zero.

Brix:

Determinados sensores podem ser calibrados com BRIX (Sólidos dissolvidos). Para uma calibragem Brix, é utilizado um tipo de linha diferente nesta equação:

$$\text{Brix} = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

Para mais informações sobre calibrações e determinação da calibragem correta a utilizar, contacte o Departamento de Suporte da Hydronix no Web site support@hydronix.com.

3 Coeficiente SSD e Teor de Humidade SSD

Na prática, apenas é possível obter valores de humidade com secagem em forno (humidade total) para calibragem. Se for necessário um teor de humidade superficial (humidade livre) terá de ser utilizado o coeficiente de Superfície Seca Saturada (SSD). Em alguns setores, o SSD também é conhecido como Valor de Absorção da Água (WAV).

$$\text{Humidade absorvida} + \text{Humidade livre} = \text{Humidade total}$$

O coeficiente SSD utilizado nos procedimentos e equipamento da Hydronix corresponde ao valor da Superfície Seca Saturada, que é o valor de absorção da água do material. O valor SSD pode ser determinado com recurso a procedimentos padrão no setor ou obtido junto do fornecedor do material.

O teor de humidade à superfície refere-se **apenas** à humidade à superfície do agregado, ou seja, a “água livre”. Em determinadas aplicações, como a produção de betão, apenas esta água superficial é utilizada no processo e é, por este motivo, que este valor é geralmente referido nas conceções de mistura de betão.

$$\text{Humidade com secagem em forno \% (Total)} - \text{Valor de absorção da água \% (desvio SSD no sensor)} = \text{Humidade à superfície (humidade livre) \%}$$

4 Armazenamento de Dados de Calibragem

Existem duas formas de armazenar dados de calibragem: no sistema de controlo ou no sensor. Ambos os métodos são descritos em seguida.

A calibragem no interior do sensor irá envolver a atualização dos valores de coeficiente utilizando a interface digital RS485. Será então emitido pelo sensor um valor diretamente proporcional à humidade. Para comunicar utilizando a interface RS485, a Hydronix disponibiliza vários utilitários de PC, sendo de salientar o Hydro-Com, que contém uma página de calibragem de material dedicada.

Para calibrar no exterior do sensor, o sistema de controlo irá requerer a sua própria função de calibragem e a conversão de humidade poderá então ser calculada utilizando a saída linear Não Graduada do sensor. Para obter orientação na definição da saída, consulte a Imagem 2.

4.1 Calibragem no interior do Sensor

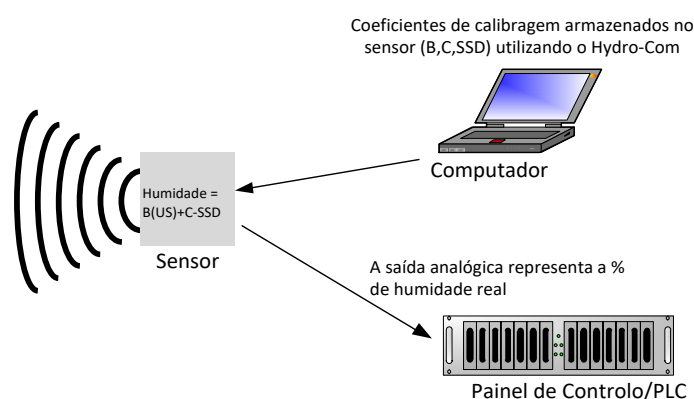


Imagem 15: Calibragem no interior do Sensor

Ao calibrar o sensor com recurso às versões mais recentes do Hydro-Com ou do Hydro-View, os valores Não Graduados são armazenados para cada modo de medição e para cada ponto de calibragem. Significa, portanto, que após uma calibragem válida, também está sempre disponível um valor de humidade correto para cada modo. Consequentemente, o sensor armazena um conjunto de coeficientes A, B, C e D para cada modo.

Vantagens da calibragem no interior do sensor:

- Software avançado gratuito que melhora a precisão da calibragem, incluindo software de diagnóstico.
- Sistema de controlo que não necessita de modificação para calibrar o sensor.
- As calibrações podem ser transferidas entre sensores.

4.2 Calibragem no interior do Sistema de Controlo

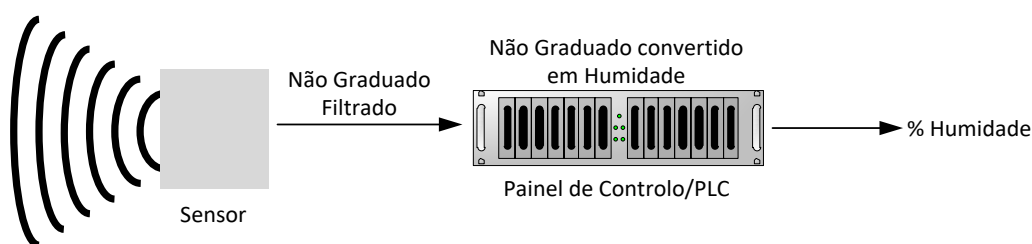


Imagem 16: Calibragem no interior do Sistema de Controlo

Vantagens da calibragem no interior do sistema de controlo:

- Calibragem direta sem ser necessário um computador adicional ou adaptador RS485.
- Não é necessário aprender a utilizar software adicional.
- Se for necessário substituir o sensor, poderá ser ligado um sensor Hydronix de substituição e poderão ser obtidos resultados válidos de imediato sem ligar o sensor a um PC para atualizar a calibragem do material.
- As calibrações podem ser facilmente comutadas entre sensores.

5 Procedimento de Calibragem para Material de Fluxo (Linear)

Para determinar a linha de calibragem, são necessários, pelo menos, dois pontos. Cada ponto é obtido através do fluxo de material sobre o sensor e pela determinação da leitura Não Graduada do sensor. Em simultâneo, deverá ser obtida uma amostra do material e aplicada a respetiva secagem para determinar o respetivo teor de humidade real. Obtêm-se assim os valores “Não Graduados” e de “Humidade” que podem ser representados num gráfico. É possível desenhar uma linha de calibragem, no mínimo, com dois pontos.

O procedimento que se segue é recomendado quando calibrar o sensor em função do material. Este procedimento utiliza o utilitário Hydro-Com e as informações de calibragem são armazenadas no interior do sensor. Pode obter informações detalhadas completas sobre o processo de calibragem no Manual do Utilizador do Hydro-Com HD0682.

Independentemente de os dados de calibragem serem armazenados dentro do sensor ou do sistema de controlo, o processo é idêntico em ambos os casos.

Existem normas internacionais para testes e amostras concebidas para garantir que o teor de humidade obtido é preciso e representativo. Estas normas irão definir a precisão dos sistemas de medição e as técnicas de amostragem, de modo a tornar as amostras representativas do material do fluxo. Para mais informações sobre amostras, consulte a norma específica a aplicar ao seu caso ou contacte a Hydronix através do Web site support@hydronix.com.

5.1 Sugestões e Segurança

- Use óculos de segurança e vestuário de proteção contra a expulsão de material durante o processo de secagem.
- Não tente calibrar o sensor acumulando material na respetiva superfície. As leituras obtidas não serão representativas de uma aplicação real.
- Quando registar a saída Não Graduada do sensor, obtenha sempre uma amostra da localização do sensor.
- Nunca pressuponha que o material que flui por duas portas no mesmo depósito apresenta um teor de humidade idêntico, nem tente obter amostras a partir do fluxo de ambas as portas para obter um valor médio. Utilize sempre dois sensores.
- Sempre que possível, calcule a média das leituras do sensor quer se trate do sensor que utiliza a entrada digital ou no interior do sistema de controlo.
- Certifique-se de que o sensor deteta uma amostra representativa do material.
- Certifique-se de que é obtida uma amostra representativa do material para o teste de humidade.
-

5.2 Equipamento

- *Balanças*: pesagem até 2 kg, precisão de 0,1 g
- *Fonte de calor*: para secagem de amostras, como, por exemplo, um forno ou micro-ondas.
- *Contentor*: com tampa hermética para armazenamento de amostras
- *Sacos de polietileno*: para armazenamento de amostras antes da secagem
- *Pá*: para recolha de amostras
- *Equipamento de segurança*: incluindo óculos, luvas resistentes ao calor e vestuário de proteção.

5.3 Manuseamento das Amostras de Material Recolhido

Para obter uma calibragem precisa, é necessário recolher amostras do material à medida que este passa pelo sensor e, simultaneamente, registar o valor Média Não Graduada do sensor durante o período de recolha do material. Para garantir uma análise precisa do material recolhido e determinar o teor de humidade, é imprescindível que o material seja recolhido o mais próximo possível do sensor e selado num recipiente/saco hermético imediatamente após a recolha. Se o material não for selado num recipiente/saco hermético, a humidade será perdida antes da análise. O recipiente/saco só pode ser aberto no momento de realização dos testes laboratoriais.

Se se proceder à recolha de material quente (p. ex., à saída de um secador ou em ambientes quentes), o material **TEM** de ser selado no recipiente/saco e ser deixado a arrefecer até à temperatura ambiente antes de ser analisado. Depois de ter arrefecido, o recipiente/saco tem de ser agitado para permitir que a humidade eventualmente presente na superfície do recipiente seja remisturada com o material. A remoção do material antes de este ter arrefecido resultará na perda da humidade devido a evaporação, causando potenciais erros de calibragem.

NOTAS: Para obter instruções completas sobre como utilizar o Hydro-Com, consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0682). Registe todos os dados de calibragem, incluindo, resultados que se suspeite estarem incorretos.

Aplicam-se os mesmos princípios utilizando ou não o Hydro-Com ao calibrar.

5.4 Procedimento

1. Para efetuar a calibragem é essencial que o valor Não Graduado médio seja registado quando o material passa pelo sensor. Em simultâneo, é necessário proceder à recolha de uma amostra do material. As amostras deverão ser obtidas o mais próximo possível do sensor, para assegurar que a amostra recolhida é efetivamente representativa do material medido pelo sensor.
2. Para efetuar a calibração, é necessário obter o valor da Média não graduada. Isto é feito acionando a entrada Média/Constante através da aplicação de 24 V CC à entrada digital ou selecionando manualmente "Iniciar cálculo da média" através de um botão no software Hydro-Com ou no ecrã Hydro-View.

A instalação do interruptor de cálculo da média perto da porta de amostragem de material permite obter uma correlação mais precisa entre o valor médio do sensor e o valor da humidade da amostra de material recolhida.

A instalação ideal é aquela em que a entrada digital está ligada ao sistema de controlo, de modo a ser acionada automaticamente ao mesmo tempo que o material está a ser descarregado.

Para uma instalação de depósito/tremonha, tal significa que, quando a porta do depósito/da tremonha se abre, é iniciado o cálculo da média e, quando é fechada, o cálculo da média é interrompido; o valor será retido até o cálculo da média ser novamente iniciado. O cálculo da média tem de ser acionado pela dose principal do material. A entrada digital do sensor não deverá ser ativada por quantidades insuficientes de material.

3. Quando o fluxo do material for constante, poderá ser iniciado o cálculo da média. Recolha, no mínimo, 10 incrementos de amostra a partir do fluxo para obter uma amostra global de,

no mínimo, 5 kg¹ de material no contentor. É NECESSÁRIO que o material seja recolhido num local próximo do sensor, para que a leitura do sensor esteja relacionada com o lote específico de material recolhido.

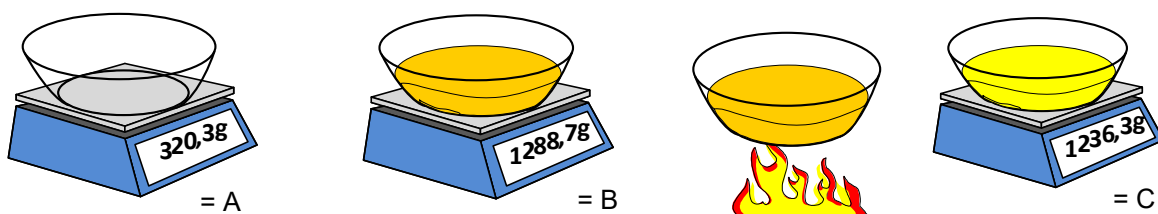
4. Interrompa o fluxo de material. Registe o valor Média Não Graduada do sensor.
5. Misture cuidadosamente a amostra recolhida até obter uma mistura homogênea. Esta amostra deverá ser selada num saco hermético e deverá ser evitada a respetiva exposição à luz solar até estar pronta para ser analisada. É particularmente importante que a humidade da amostra seja preservada.
6. Utilize 3 amostras de 1 kg do material recolhido e efetue um teste laboratorial a cada uma. Certifique-se de que a humidade é completamente removida. Os materiais orgânicos com partículas maiores, tais como grãos, sementes, leguminosas e granulado, podem necessitar de ser triturados antes da secagem; para obter mais detalhes, consultar as normas industriais aplicáveis ao material.
7. Após a secagem integral das três amostras, os resultados deverão ser comparados. Utilize o calculador de humidade para calcular a % de humidade (consulte a secção 5.5). Se os resultados diferirem em mais de 0,3% de humidade, as amostras deverão ser eliminadas e o processo de calibragem repetido. Tal poderá indicar um erro no processo de amostragem ou nos testes laboratoriais.
8. Utilize a humidade média das três amostras PARA correlacionar com o valor Média Não Graduada.
9. Este processo deverá ser repetido para obter pontos de calibragem adicionais. Idealmente, os pontos de calibragem deveriam ser recolhidos de modo a representarem o intervalo efetivo de humidade global do material.

Para obter instruções sobre como calibrar utilizando o Hydro-Com, consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com número de documento HD0682.

Nota 1) As normas para testar agregados recomendam que para uma amostra representativa, são necessários, pelo menos, 20 kg de material a granel (material 0-4 mm)

Nota 2) As normas para testar agregados recomendam que para uma amostra representativa, a diferença de humidade não poderá ser superior a 0,1%

5.5 Cálculo do Teor de Humidade



$$\text{Teor de Humidade} = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times 100\%$$

Exemplo

$$\text{Teor de Humidade} = \frac{1288,7\text{g} - 1236,3\text{g}}{1236,2\text{g} - 320,3\text{g}} \times 100\% = 5,7\%$$

(Tenha em atenção que a humidade calculada neste exemplo se baseia no peso a seco.)

6 Calibração linear

Uma calibragem correta obtém-se analisando as amostras e efetuando leituras com base no intervalo efetivo de humidade global do material. Deverá criar a maior quantidade possível de pontos, uma vez que um maior número de pontos proporciona maior precisão. O gráfico abaixo mostra uma calibragem correta com grande linearidade.

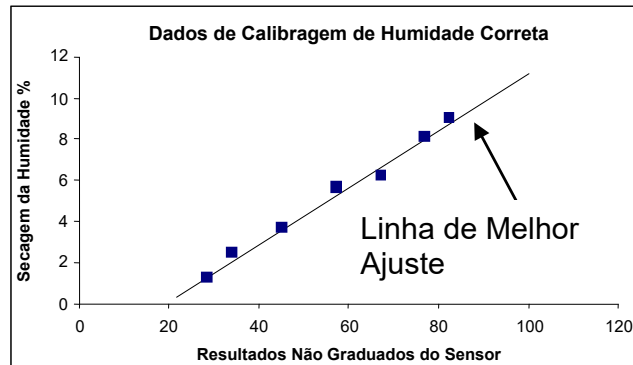


Imagem 17: Exemplo da Calibragem Correta do Material

6.1 É provável que se obtenha uma calibragem incorreta se:

- For utilizada uma amostra demasiado pequena para medir o teor de humidade.
- For utilizado um número muito pequeno de pontos de calibragem (em particular 1 ou 2 pontos).
- O teste da subamostra não for representativo da amostra a granel.
- As amostras tiverem sido obtidas próximo do mesmo teor de humidade (Imagem 18, à esquerda). É necessário um intervalo adequado.
- Houver uma grande dispersão nas leituras, conforme exemplificado no gráfico de calibragem Imagem 18 (à direita). Este cenário implica geralmente uma abordagem não fidedigna ou inconsistente na obtenção de amostras para secagem em forno ou um posicionamento de má qualidade do sensor com um fluxo inadequado de material sobre o sensor.
- Se não for utilizada a funcionalidade de cálculo da média para garantir uma leitura representativa de humidade para todo o lote.

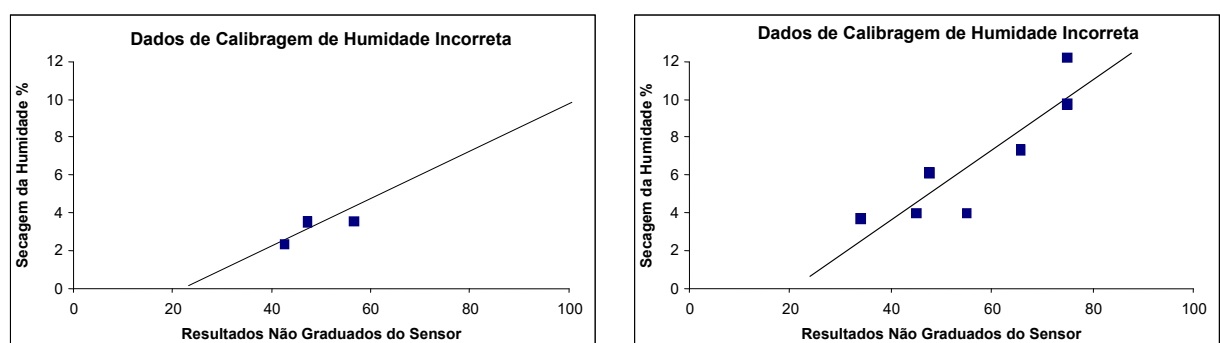


Imagem 18: Exemplos de Pontos de Calibragem de Material de Má Qualidade

7 Calibragem Quadrática

Os Sensores de Humidade por Micro-Ondas Hydronix são compatíveis com a função de calibragem quadrática para utilização em situações excecionais em que o material não é linear. Nas calibrações quadráticas, caso os pontos de calibragem não formem uma linha reta, é utilizado o coeficiente “A” e é gerada uma curva com ajuste ideal (Imagem 19). Aplica-se a equação mostrada abaixo:

$$\text{Humidade \%} = A \times (\text{Valor Não Graduado})^2 + B (\text{Valor Não Graduado}) + C - D$$

Aplica-se o mesmo procedimento a calibrações lineares (consultar a Página 35) e este deverá ser seguido para recolher amostras e para determinar a % de humidade ou o material.

Pode obter informações detalhadas completas sobre o processo de calibragem no Manual do Utilizador do Hydro-Com HD0682.

7.1 Calibrações Quadráticas Corretas/Incorretas

Uma calibragem correta obtém-se quando as amostras de calibragem são obtidas com base no intervalo efetivo do material. Deverá criar a maior quantidade possível de pontos para obter uma maior precisão. A

Imagem 19 é exemplo de uma calibragem correta. Todos os pontos ficam situados próximos da curva e existe uma dispersão adequada dos pontos que abrange o intervalo de humidade global do material.

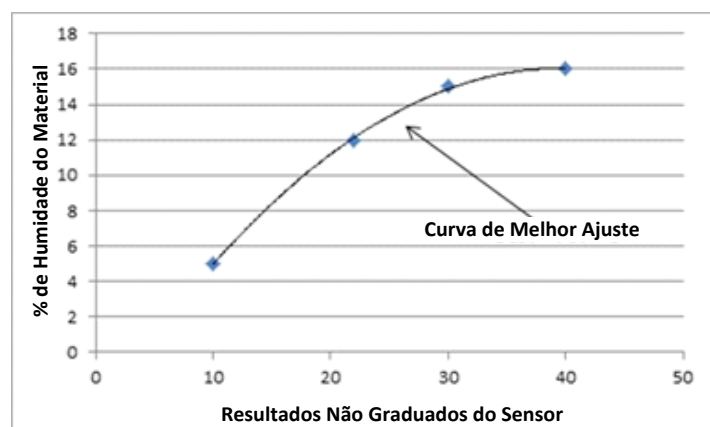


Imagem 19: Exemplo de uma Calibragem Quadrática Correta

A

Imagem 20 é exemplo de uma calibragem incorreta. É evidente que os pontos de calibragem não estão situados próximo do ajuste da curva e tal indica que existe a possibilidade de erros laboratoriais ou nas amostras. Seria necessário realizar novamente a calibragem.

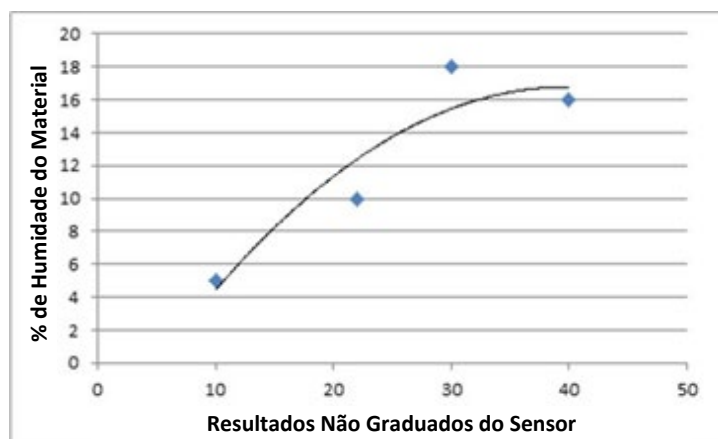


Imagem 20: Exemplo de uma Calibração Quadrática Incorreta

8 Calibração de um sensor num misturador

Se um sensor tiver sido instalado num misturador, com vários materiais, e for necessário indicar a % de humidade, nem sempre é possível executar um processo de calibração padrão. Tal verifica-se particularmente no caso da produção de betão. A obtenção de amostras de betão húmido finalizado e o processo de secagem para determinar a % de humidade não são procedimentos fidedignos, devido às reações químicas e a problemas de segurança associados. O método que se segue pode ser utilizado para calibração, nestas situações.

1. Para calibrar no misturador, é necessário calcular a % de humidade de todos os materiais a seco através da utilização de um sensor de humidade devidamente calibrado ou do recurso a instalações laboratoriais.

Neste exemplo, os valores de humidade do material da mistura a seco e os pesos são os seguintes:

Areia = 950 kg com 8% de humidade

Gravilha = 1040 kg com 2,5% de humidade

Cimento = 300 kg com 0% de humidade (Deverá ser sempre 0%)

2. Para determinar a água no material é necessário calcular o peso a seco utilizando a seguinte equação:

$$\text{Peso a seco} = \frac{\text{Peso hAomido}}{(1+\% \text{ Humidade})} \quad (\text{Humidade \%: } 1=100\%, 0,1 = 10\%)$$

$$\text{Areia } \frac{950}{1,08} = 879,63 \text{ kg}$$

$$\text{Pedras } \frac{1040}{1,025} = 1014,63 \text{ kg}$$

$$\text{Cimento } \frac{300}{1} = 300 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total a seco} = 879,63 + 1014,63 + 300 = \mathbf{2194,26 \text{ kg}}$$

3. Calcule a água no material:

$$\text{Teor de Água} = \text{Peso húmido} - \text{Peso a seco}$$

$$\text{Areia} = 950 - 879,63 = 70,37 \text{ kg}$$

$$\text{Pedras} = 1040 - 1014,63 = 25,37 \text{ kg}$$

$$\text{Cimento} = 300 - 300 = 0 \text{ kg}$$

Total de água = 70,37+25,37+0 = **95,74 kg**

4. O peso a seco e o teor de água são, em seguida, utilizados para calcular a % de humidade do material:

$$H\% = \frac{\text{Total de Água}}{\text{Peso a seco do material}} \times 100$$

$$H\% = \frac{95,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{4,36\%}$$

5. Para criar um ponto de calibragem, é necessário carregar o material a seco para o misturador e misturar cuidadosamente até o sensor emitir um sinal de estabilidade, que indica a homogeneidade da mistura. Quando o sinal for estável, registre o valor Não Graduado dos sensores. Neste exemplo, o valor Não Graduado era 35.
6. Para criar um segundo ponto de calibragem, adicione uma quantidade definida de água ao misturador. Neste exemplo, são adicionados 35 litros. Misture cuidadosamente o material até o sensor emitir novamente um sinal de estabilidade. Registre o valor Não Graduado dos sensores. Neste exemplo, o valor Não Graduado é 46.
7. Calcule a % de humidade da mistura húmida utilizando a seguinte equação:

Total de água = Água do material a seco + Água adicionada

Total de água = 95,74 + 35 = 130,74 litros

$$\% \text{ Humidade} = \frac{\text{Total de Água}}{\text{Peso a seco do material}} \times 100$$

$$\% \text{ Humidade} = \frac{130,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{5,96\%}$$

8. Os valores Não Graduados e a % de Humidade das misturas húmidas e a seco são utilizados para efetuar a calibragem.

Dados de calibragem da mistura:

% HUMIDADE	Não Graduada
4,36	35
5,96	46

9. Os dados de calibragem podem ser introduzidos no Hydro-Com para otimizar o cálculo dos coeficientes de calibragem. Este procedimento também pode ser efetuado manualmente através da utilização das seguintes equações:

$$B (\text{Gradiente}) = \frac{\text{Humidade (HAomida)} - \text{Humidade (A Seco)}}{\text{NALo Graduado (HAomida)} - \text{NALo Graduado (A Seco)}}$$

$$B = \frac{5,96 - 4,36}{46 - 35}$$

$$B = \frac{1,6}{11}$$

$$\mathbf{B = 0,145}$$

$$\% \text{ Humidade} = B \times \text{NALo Graduado} + C$$

$$C (\text{desvio}) = \text{Moisture\%} - (B \times \text{NALo Graduado})$$

Utilização dos valores da mistura húmida:

$$C = 5,96 - (0,145 \times 46)$$

$$C = 5,96 - 6,67$$

$$C = -0,71$$

10. Se os valores B e C forem carregados para o sensor, a saída pode ser configurada como % de Humidade.

Utilização dos valores B e C, neste exemplo, se o valor Não Graduado for 58:

$$\% \text{ Humidade} = 0,145 \times 58 - 0,71$$

$$\% \text{ Humidade} = 7,7\%$$

Se a fórmula e a dosagem de materiais se mantiveram inalterados, a calibração será válida.

9 Calibragem Brix

Determinados sensores podem derivar o teor de Brix de um líquido a partir do valor Não graduado (consultar as Especificações técnicas no Guia de instalação de cada sensor para obter mais informações). Trata-se da medição dos sólidos dissolvidos presentes num líquido e é frequentemente utilizada no setor alimentar.

O cálculo Brix difere do cálculo linear utilizado no caso da humidade. Para criar uma linha de calibragem, é utilizada a seguinte equação:

$$Brix = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

em que “us” é o valor Não Graduado do sensor. Esta equação apresenta uma curva exponencial.

Se forem utilizados sensores para medir o Brix, continua a ser necessário calibrar o sensor em função do processo a monitorizar. Segue-se uma descrição detalhada do processo:

1. Para calibrar o sensor, é necessário correlacionar um determinado número de valores Não Graduados com o respetivo valor Brix correspondente.
2. Para efetuar a calibragem, o valor Não Graduado Filtrado é registado e, em simultâneo, é recolhida uma amostra do material. Esta amostra deverá ser obtida o mais próximo possível do sensor. Deste modo, assegura que o material recolhido é efetivamente representativo no âmbito da medição do sensor.
3. Quando for necessária uma amostra para calibragem, confirme o fluxo do material, no âmbito do processo. Registe o valor Não Graduado Filtrado do sensor e, em simultâneo, recolha a amostra do material através de um método de amostragem adequado.
4. O volume da amostra deverá ser suficientemente grande para permitir a realização de vários testes laboratoriais. Os resultados laboratoriais deverão ser comparados, uma vez que as variações nos resultados indicarão erros no processo de amostragem ou laboratorial.
5. A média dos resultados laboratoriais e o valor Não Graduado Filtrado representam um ponto de calibragem.
6. Os passos 3–5 deverão ser repetidos, para obter pontos de calibragem adicionais. Idealmente, os pontos de calibragem deveriam ser recolhidos de modo a abrangerem todo o intervalo Brix previsto do material.

O software Hydro-Com deverá ser utilizado para calcular os coeficientes de calibragem e para atualizar o sensor com a calibragem.

9.1 Calibragem Brix Correta/Incorreta

Uma calibragem Brix correta obtém-se analisando o material com base no intervalo efetivo. É necessária uma dispersão de pontos adequada para obter uma maior precisão. A

Imagem 21 mostra uma calibragem eficaz com todos os pontos próximos da curva de ajuste ideal.

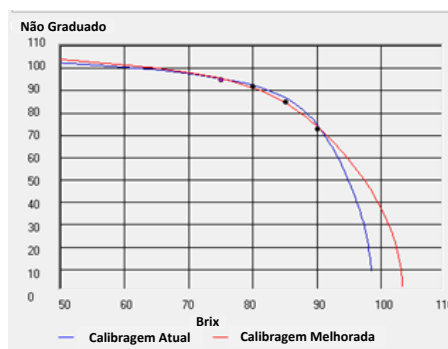


Imagem 21: Exemplo de uma Calibragem Brix Correta

Imagem 23 é exemplo de uma calibragem Brix incorreta. Este facto é evidente uma vez que nem todos os pontos estão situados próximo da curva de ajuste ideal.

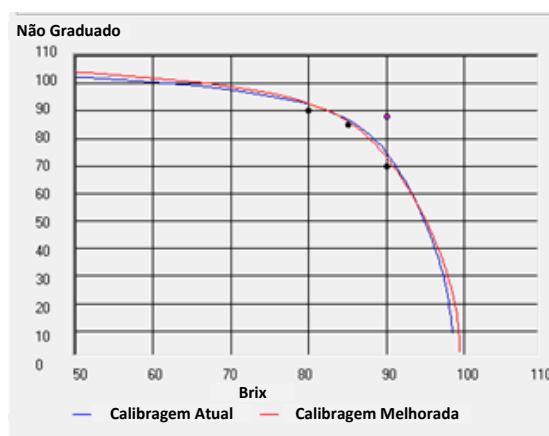


Imagem 22: Exemplo de uma Calibragem Brix Incorreta

Para obter informações detalhadas completas sobre a utilização do Hydro-Com, consulte o Manual do Utilizador HD0682

O sensor é um instrumento de precisão e, em muitos casos, é mais rigoroso do que outro tipo de equipamento ou técnicas de amostragem utilizados para fins de calibragem. Para obter um melhor desempenho, certifique-se de que a instalação segue as diretrizes básicas abaixo e de que o sensor está configurado com parâmetros de filtragem adequados.

Também poderá ser útil ajustar os parâmetros de filtragem e suavização do sinal do sensor, conforme descrito no Capítulo 2, secção 5.

A seleção de um modo de medição alternativo (Capítulo 2, Secção 8) poderá oferecer uma resposta ao sinal mais desejada, mas antes de avançar deverá monitorizar o desempenho de cada modo através da utilização do software Hydro-Com.

1 Informações Gerais para todas as Aplicações

- **Arranque:** Recomenda-se que deixe o sensor estabilizar durante 15 minutos após ligada a energia antes da respetiva utilização.
- **Posicionamento:** O sensor deverá estar em contacto com uma amostra representativa do material.
- **Fluxo:** O sensor deverá estar em contacto com um fluxo contínuo de material.
- **Material:** Se o tipo de material ou fonte for alterado, a leitura da humidade poderá ser afetada.
- **Tamanho das partículas do material:** Se o tamanho das partículas do material a medir for alterado, a reologia do material poderá ser afetada no âmbito do mesmo teor de humidade. O aumento do material fino origina frequentemente o “endurecimento” do material no âmbito do mesmo teor de humidade. Este “endurecimento” não deverá ser automaticamente considerado uma redução na humidade. O sensor continuará a medir a humidade.
- **Acumulação de material:** Evite a acumulação de material na placa frontal de Cerâmica.

2 Manutenção de rotina

Certifique-se de que a placa frontal de medição de cerâmica está sempre isenta da acumulação de material.

Inspecione a placa frontal de cerâmica para detetar quaisquer sinais de fissuras ou lascas na superfície.



NÃO BATA NA PLACA FRONTAL DE CERÂMICA DURANTE A MANUTENÇÃO

As tabelas que se seguem apresentam os problemas mais comuns detetados ao utilizar o sensor. Se não for possível diagnosticar o problema com base nestas informações, contacte o suporte técnico da Hydronix.

1 Diagnóstico do Sensor

1.1 Sintoma: O sensor não emite resultados

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
A saída funciona, mas não corretamente	Efetue um teste simples com a mão no sensor	Leitura em miliamperes dentro do intervalo normal (0–20 mA, 4–20 mA)	Desligue e volte a ligar o sensor
Sensor sem alimentação	Corrente CC na caixa de derivação	+15 V CC para +30 V CC	Localize a falha na fonte de alimentação/ligação elétrica
Sensor temporariamente bloqueado	Desligue e volte a ligar o sensor	Sensor a funcionar corretamente	Verificação da alimentação
Resultados do sensor inexistentes no sistema de controlo	Meça a corrente de saída do sensor no sistema de controlo	Leitura em miliamperes dentro do intervalo normal (0–20 mA, 4–20 mA). Varia em função do teor de humidade	Verifique a cablagem da caixa de derivação
Nenhuma saída do sensor na caixa de derivação	Meça a corrente de saída do sensor nos terminais da caixa de derivação	Leitura em miliamperes dentro do intervalo normal (0–20 mA, 4–20 mA). Varia em função do teor de humidade	Verifique os pinos do conector do sensor
Os pinos do conector do Sensor MIL-Spec estão danificados	Desligue o cabo do sensor caso haja pinos danificados	Os pinos estão dobrados e podem ser colocados no estado normal para fazer contacto elétrico	Verifique a configuração do sensor ligando-o a um PC
Falha interna ou configuração incorreta	Ligue o sensor a um PC utilizando o software Hydro-Com e a um conversor RS485 apropriado	Ligação digital RS485 a funcionar. Corrija a configuração.	A ligação digital RS485 não está a funcionar. O sensor deverá ser devolvido à Hydronix para reparação.

1.2 Sintoma: Resultados Analógicos Incorretos

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
Problema de cablagem	Cablagem da caixa de derivação e PLC	Pares entrançados, utilizados em todo o comprimento do cabo do sensor ao PLC, ligados corretamente	Efetue as ligações corretas utilizando o cabo especificado nas especificações técnicas
Saída analógica do sensor com problemas	Desligue a saída analógica do PLC e efetue a medição utilizando um amperímetro	Leitura em miliamperes dentro do intervalo normal (0–20 mA, 4–20 mA)	Ligue o sensor a um PC e execute o Hydro-Com. Verifique a saída analógica na página de diagnóstico. Force o valor conhecido na saída em mA e confirme utilizando um amperímetro
Placa de entrada analógica do PLC com problemas	Desligue a saída analógica do PLC e efetue a medição da saída analógica do sensor utilizando um amperímetro	Leitura em miliamperes dentro do intervalo normal (0–20 mA, 4–20 mA)	Substitua a placa de entrada analógica

1.3 Sintoma: O computador Não Comunica com o Sensor

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
Sensor sem alimentação	Corrente CC na caixa de derivação	+15 V CC para +30 V CC	Localize a falha na fonte de alimentação/ligação elétrica
RS485 ligado incorretamente ao conversor	Instruções de ligação do conversor e sinais A e B com orientação correta.	Conversor RS485 corretamente ligado	Verifique as definições da porta COM do PC
Porta COM série incorretamente selecionada no Hydro-Com	Selecione a Porta Com correta no Hydro-Com.	Mudar para a Porta COM correta	Determine o número da Porta COM atribuído à porta real consultando o gestor de dispositivos do PC
Mais do que um sensor com o mesmo número de endereço	Ligue a cada sensor individualmente	O sensor é detetado num determinado endereço. Renumere este sensor e repita em	Experimente como alternativa RS485-RS232/USB, se disponível

		relação a todos os sensores na rede	
--	--	-------------------------------------	--

1.4 Sintoma: Leitura de Humidade Quase Constante

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
Depósito vazio ou sensor descoberto	Sensor coberto pelo material	Profundidade mínima do material de 100 mm	Encha o depósito
Material preso no depósito	O material não fica preso em cima do sensor	Fluxo uniforme do material sobre a superfície do sensor quando a porta está aberta	Procure as causas do fluxo irregular. Reposicione o sensor se o problema persistir
Acumulação de material na superfície do sensor	Sinais de acumulação de materiais, como a acumulação de sólidos secos na superfície de cerâmica	A placa frontal de cerâmica deverá ser mantida limpa através da ação do fluxo do material	Verifique o ângulo da cerâmica no intervalo entre 30° e 60°. Se o problema persistir, reposicione o sensor.
Calibragem de entrada incorreta no sistema de controlo	Intervalo de entrada no sistema de controlo	O sistema de controlo é compatível com o intervalo de saída do sensor	Modifique o controlo de sistema ou reconfigure o sensor
Sensor em estado de alarme – intervalo de 0 mA a 4-20 mA	Teor de humidade do material com secagem em forno	Tem de situar-se dentro do intervalo de funcionamento do sensor	Ajuste o intervalo do sensor e/ou calibragem
Interferência de telemóveis	Utilização de telemóveis próximo do sensor	Nenhuma fonte de RF a funcionar próximo do sensor	Evite a utilização a menos de 5 m do sensor
O interruptor “Média/Constante” não funcionou	Aplicar o sinal à entrada digital	A leitura da humidade média deverá alterar-se	Verifique utilizando os diagnósticos do Hydro-Com
Sensor sem alimentação	Corrente CC na caixa de derivação	+15 V CC para +30 V CC	Localize a falha na fonte de alimentação/ ligação elétrica
Resultados do sensor inexistentes no sistema de controlo	Meça a corrente de saída do sensor no sistema de controlo	Varia em função do teor de humidade	Verifique a cablagem da caixa de derivação
Nenhuma saída do sensor na caixa de derivação	Meça a corrente de saída do sensor nos terminais da caixa de derivação	Varia em função do teor de humidade	Verifique a configuração de saída do sensor
Sensor desativado	Desligue a energia durante	Funcionamento normal entre	Verifique se a temperatura

	aproximadamente 30 segundos e tente novamente ou meça a energia fornecida pela fonte de alimentação	70 mA–150 mA	de funcionamento se situa dentro do intervalo especificado
Falha interna ou configuração incorreta	Remova o sensor, lave a superfície de cerâmica com água e seque-a em seguida, depois verifique a leitura (a) com a superfície de cerâmica limpa e (b) com a mão a pressionar a superfície de cerâmica com firmeza.	A leitura deveria alterar-se de acordo com um intervalo aceitável	Verifique o funcionamento utilizando os diagnósticos do Hydro-Com

1.5 Sintoma: Leituras Inconsistentes ou Irregulares que Não Monitorizam o Teor de Humidade

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
Detritos no sensor	Detritos, como panos de limpeza presos na superfície do sensor	O sensor deve estar isento de detritos	Melhore o armazenamento do material. Instale redes de metal no topo dos depósitos e portas de carregamento do misturador.
Material “preso” no depósito	O material fica preso em cima do sensor	Fluxo uniforme do material sobre a superfície do sensor quando a porta está aberta	Procure as causas do fluxo irregular do material. Reposicione o sensor se o problema persistir
Acumulação de material na superfície do sensor	Sinais de acumulação de materiais, como a acumulação de sólidos secos na superfície de cerâmica	A superfície de cerâmica deverá estar sempre limpa através da ação do fluxo do material	Altere o ângulo da cerâmica no intervalo entre 30° e 60°. Reposicione o sensor se o problema persistir
Calibragem inadequada	Certifique-se de que os valores de calibragem são apropriados ao intervalo de funcionamento	Os valores da calibragem disseminam-se dentro do intervalo evitando a extrapolação	Efetue mais medições de calibragem
Formação de gelo	Temperatura	Inexistência de gelo	O sensor não mede

no material	do material	no material	no gelo
Sinal Média/Constante não utilizado	Sistema de controlo a calcular as leituras de média por lote	É necessário que as leituras de humidade médias sejam utilizadas nas aplicações de medição por lote	Modifique o controlo de sistema e/ou reconfigure o sensor, conforme necessário
Utilização incorreta do sinal "Média/Constante"	A entrada Média/Constante está a funcionar durante o fluxo principal de material do depósito	"Média/Constante" deverá estar ativo apenas durante o fluxo principal e não durante o período de avanço lento	Modifique as temporizações para incluir o fluxo principal e excluir o movimento rápido da medição.
Configuração incorreta do sensor	Opere a entrada Média/Constante. Observe o comportamento do sensor	A saída deve ser constante com a entrada Média/Constante desativada (OFF) e alterar-se com a entrada (ON)	Saída do sensor configurada corretamente para a aplicação
Ligações à terra inadequadas	Ligações dos elementos metálicos e dos cabos à terra	As diferenças de potencial de terra têm de ser minimizadas	Garantir a ligação equipotencial dos elementos metálicos

1.6 Caraterísticas dos Resultados do Sensor

	Resultados Não Graduados Filtrados (os valores mostrados são aproximados)			
	RS485	4–20 mA	0–20 mA	0–10 V
Sensor exposto ao ar	0	4 mA	0 mA	0 V
Mão no sensor	75–85	16–17,6 mA	15–17 mA	7,5–8,5 V

P: O Hydro-Com não deteta quaisquer sensores

R: Se houver mais do que um sensor ligado à rede RS485, certifique-se de que cada sensor tem um endereço diferente. Certifique-se de que o sensor está ligado corretamente, alimentado por uma fonte de alimentação de 15–30 V CC apropriada e de que os cabos RS485 estão ligados através de um conversor RS232-485 ou USB-RS485 adequado ao PC. No Hydro-Com, certifique-se de que está selecionada a porta COM correta.

P: Qual a frequência de calibragem do sensor?

R: A recalibragem não é necessária, exceto se a gradação do material se alterar significativamente ou se for utilizada uma nova origem de material. No entanto, recomenda-se que obtenha amostras regularmente (consulte o Introdução à Calibragem do Material, na Página 31) no local para confirmar se a calibragem permanece válida e precisa. Coloque estes dados numa lista e compare-os com os resultados do sensor. Se os pontos se situarem próximo ou na linha de calibragem, esta permanece eficaz. Se observar uma diferença contínua, será necessário recalibrar.

P: Se for necessário substituir o sensor terei de calibrar o novo sensor?

R: Geralmente não, pressupondo que o sensor será montado exatamente no mesmo local. Copie os dados de calibragem do material para o novo sensor e as leituras de humidade serão idênticas. Recomenda-se que verifique a calibragem obtendo uma amostra, conforme mostrado em Introdução à Calibragem do Material, na Página 31, e verificando o ponto de calibragem. Se se situar próximo ou na linha, a calibragem permanece eficaz.

P: Como devo proceder se houver uma ligeira variação de humidade no meu material no dia da calibragem?

R: Apenas para areia (apenas HP04)

Se tiver secado diferentes amostras e houver uma ligeira variação na humidade (1–2%), determine um ponto de calibragem adequado recorrendo ao cálculo da média das leituras Não Graduadas e da humidade com secagem em forno. O Hydro-Com permitirá produzir uma calibragem válida até serem criados outros pontos. Quando houver uma alteração de humidade, no mínimo de 2%, obtenha uma nova amostra e optimize a calibragem adicionando mais pontos.

P: Se alterar o tipo de material que estou a utilizar, é necessário recalibrar?

R: Sim, é necessário calibrar em função de cada tipo de material.

P: Qual a variável de saída que devo utilizar?

R: Depende do facto de a calibragem estar armazenada no sensor ou no controlador por lote, e do facto de a entrada digital ser utilizada para o cálculo da média. Consulte Configuração da Saída Analógica, na página 15, para mais informações.

P: Parece haver uma dispersão nos pontos que criei na calibragem. Esta situação representa um problema? Existe algo que permita melhorar o resultado da calibragem?

R: Caso ocorra uma dispersão dos pontos que pretende ajustar numa linha, existe um problema na sua técnica de amostragem. Certifique-se de que o sensor está montado corretamente no fluxo. Se a posição do sensor estiver correta e a amostragem for efetuada conforme descrito na Página 35, tal não deverá ocorrer. Utilize um valor “Média Não Graduada” para a calibragem. O período da média pode ser definido com a entrada “Média/Constante” ou utilizando “Cálculo da Média Remota”. Consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0682), para mais informações.

- P: As leituras do sensor mudam irregularmente e não são consistentes com as alterações na humidade do material. Existe um motivo que o justifique?*
- R: É possível que uma parte do material se esteja a acumular na superfície do sensor durante o fluxo. Com a acumulação, mesmo que ocorra uma alteração na humidade, o sensor apenas “deteta” o material na sua superfície, pelo que a leitura poderia manter-se relativamente constante. A leitura poderá manter-se constante até o material acumulado ser removido, viabilizando o fluxo do novo material na superfície do sensor. Esta situação causa uma alteração repentina nas leituras. Para verificar se é este o caso, experimente tocar nas laterais do depósito/silo para soltar qualquer material de sujidade e verifique se as leituras mudam. Verifique também o ângulo de montagem do sensor. A cerâmica deverá ser montada com um ângulo que permita que o material passe de forma constante sobre a placa frontal do sensor. Os sensores montados em depósitos têm duas linhas na etiqueta da placa posterior que indicam o ângulo de instalação do sensor em relação ao fluxo do material. O alinhamento correto verifica-se quando qualquer das linhas está alinhada com o fluxo do material, indicando que a cerâmica se apresenta no ângulo correto.*
- P: O ângulo do sensor afeta a leitura?*
- R: É possível que a alteração do ângulo do sensor possa afetar as leituras. Tal deve-se a uma alteração na compactação ou densidade do material que flui junto à superfície de medição. Na prática, as pequenas alterações no ângulo terão um efeito pouco determinante nas leituras, mas uma grande alteração no ângulo de montagem (>10 graus) irá afetar as leituras e, em última análise, a calibragem tornar-se-á inválida. Por este motivo, é essencial que ao remover ou substituir um sensor seja mantido o mesmo ângulo.*
- P: Por que motivo o sensor emite uma humidade negativa quando o depósito está vazio?*
- R: Os resultados Não Graduados do ar serão inferiores à leitura Não Graduada de 0% de humidade do material; deste modo, a leitura dos resultados da humidade será negativa.*
- P: Qual o comprimento máximo de cabo que é possível utilizar?*
- R: Consulte o manual de instalação do sensor relevante, para obter todas as especificações técnicas.*

1 Referência Cruzada de Documentos

Esta secção lista todos os outros documentos referidos neste Manual do Utilizador. Poderá considerar útil ter uma cópia disponível ao ler o presente manual.

Número do Documento	Título
HD0682	Manual do Utilizador do Hydro-Com
HD0675	Manual de Instalação do Hydro-Probe e do Hydro-Probe XT
HD0676	Manual de Instalação do Hydro-Mix
HD0677	Manual de Instalação do Hydro-Probe Orbiter
HD0678	Manual de Instalação Elétrica de Sensores de Humidade Hydronix
EN0077	Métodos de Controlo da Humidade Por Lote
EN0078	Integração de Sensores Hydro-Mix e Hydro-Probe numa Conduta de Grânulos
EN0079	HP04 Parâmetros Predefinidos de Fábrica do Sensor
EN0080	XT02 Parâmetros Predefinidos de Fábrica do Sensor
EN0081	HM08 Parâmetros Predefinidos de Fábrica do Sensor
EN0082	ORB3 Parâmetros Predefinidos de Fábrica do Sensor
HD0881	Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping (Mapeamento de Registo do Protocolo Modbus RTU de Sensores de Humidade por Micro-ondas Hydronix)

Índice Remissivo

Alarmes		
Limite Inferior.....	19	
Limite Superior	19	
Modo de Alarme	20	
Amostras		
Normas Internacionais	37	
Brix	42	
Calibragem	53	
Armazenamento de Dados.....	34	
Brix	42	
Calibrações Quadráticas Corretas/Incorretas	39	
Correta e Incorreta	38	
Correta/incorreta	43	
No Interior de um Misturador.....	40	
No Interior do Sensor	34	
No Sistema de Controlo	34	
Procedimento	35	
Configuração	13	
Dados Inválidos.....	19	
Depósito Vazio	19	
Entradas/Saída Digitais.....	18	
Filtragem	20	
Filtros		
Velocidade de Variação	21	
Filtros de Velocidade de Variação	21	
Humidade		
Negativa	54	
Superfície	33	
Humidade Livre.....	33	
Humidade Não Processada.....	21	
Humidade Total.....	33	
Humidade/Temperatura	18	
Hydro-Com.....	15, 53	
Limite Inferior	Consultar Alarmes	
Limite Superior.....	Consultar Alarmes	
Média Não Graduada	16	
Média/Constante.....	18	
Modos de Medição.....	25	
Monitorização automática	19	
Não Graduada Não Processada.....	21	
Parâmetros		
Cálculo da Média	20	
Parâmetros de Cálculo da Média	20	
Protocolo Secundário		
Configuração do Modbus.....	30	
Saída.....	15	
Saída Analógica.....	13, 15	
Sinal Filtrado	24	
SSD.....	33	
Superfície Seca Saturada	Consultar SSD	
Técnica de Medição.....	13	
Tempo de Filtragem.....	21	
Tempo de Suavização	21	
Teor de humidade.....	37	
Valor de Absorção da Água.....	33	