

Hydro-Probe II

Manual do Utilizador

Para nova encomenda indique o part number: HD0127pt

Revisão: 3.0.2

Data da revisão: Abril 11

Direitos de autor

Nem a totalidade ou parte das informações aqui contidas nem o produto descrito na presente documentação podem ser adaptados ou reproduzidos sob qualquer forma material, salvo aprovação prévia por escrito, por parte da Hydronix Limited, a seguir designada por Hydronix.

© 2011

Hydronix Limited
7 Riverside Business Centre
Walnut Tree Close
Guildford
Surrey
GU1 4UG
United Kingdom

Todos os direitos reservados

RESPONSABILIDADE DO CLIENTE

O cliente ao utilizar o produto descrito na presente documentação aceita que o produto representa um sistema electrónico programável intrinsecamente complexo e que não estará completamente isento de erros. Ao fazê-lo, o cliente assume, portanto, a responsabilidade de garantir que o produto é instalado correctamente e a respectiva operação e manutenção realizadas por pessoal com as competências e 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 em particular.

INCORRECÇÕES NA DOCUMENTAÇÃO

O produto descrito na presente documentação está sujeito ao desenvolvimento e melhoramentos constantes. Todas as informações de natureza técnica e especificações do produto e respectiva utilização incluindo as informações e especificações descritas 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-View e Hydro-Control são marcas comerciais registadas da Hydronix Limited

Filiais da Hydronix

Sede no Reino Unido

Morada: 7 Riverside Business Centre
Walnut Tree Close
Guildford
Surrey
GU1 4UG

Tel: +44 1483 468900

Fax: +44 1483 468919

Correio electrónico: 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

Morada: 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

Histórico de revisão

N.º da revisão:	Data	Descrição da alteração
3.0.0	Abril 11	Versão original

Índice

Capítulo 1 Introdução.....	11
1 Introdução	11
2 Técnicas de medição	11
3 Ligação e configuração do sensor	12
Capítulo 2 Instalação mecânica.....	13
1 Informações gerais para todas as aplicações.....	13
2 Posicionar o sensor.....	14
Capítulo 3 Instalação eléctrica e comunicação.....	19
3 Directrizes da instalação	19
4 Ligação de saída analógica	20
5 Ligação de Hydro-View (HV02/HV03).....	21
6 Ligação de entrada/saída digital	21
7 Ligação multiponto RS485	22
8 Ligar a um PC	23
Capítulo 4 Configuração	25
1 Configurar o sensor.....	25
Capítulo 5 Calibração do material.....	29
1 Introdução à calibração do material	29
2 Coeficiente SSD e teor de humidade SSD	29
3 Armazenar dados de calibração	30
4 Procedimento de calibração.....	31
5 Calibração correcta/incorrecta	33
6 Calibração rápida	34
Capítulo 6 Perguntas mais frequentes.....	37
Capítulo 7 Diagnóstico do sensor	39
1 Diagnóstico do sensor.....	39
Capítulo 8 Especificações técnicas	45
1 Especificações técnicas	45
2 Ligações	46
Apêndice A Parâmetros Predefinidos	47
Apêndice B Folha de Registo da Calibração da Humidade	49
Apêndice C Referência Cruzada de Documentos	51
1 Referência Cruzada de Documentos	51

Índice de Imagens

Figura 1 - Hydro-Probe II	10
Figura 2 - Ligar o sensor (visão geral)	12
Figura 3 - Ângulo de montagem do Hydro-Probe II e fluxo do material	13
Figura 4 - Instalar uma placa deflectora para evitar danos	13
Figura 5 - Vista superior do Hydro-Probe II montado num depósito	14
Figura 6 - Montar o Hydro-Probe II no estreitamento do depósito	14
Figura 7 - Montar o Hydro-Probe II na parede do depósito	15
Figura 8 - Montar o Hydro-Probe II nos depósitos grandes.....	15
Figura 9 - Montar o Hydro-Probe II num alimentador vibratório	16
Figura 10 - Montar o Hydro-Probe II numa correia transportadora	17
Figura 11 - Manga de montagem standard (part no 0025)	18
Figura 12 - Manga de montagem de extensão (part no 0026)	18
Figura 13 - Anel de aperto (part no 0023).....	18
Figura 14 - Ligações do cabo do sensor.....	20
Figura 15 - Ligar a saída analógica	21
Figura 16 - Ligar a um Hydro-View	21
Figura 17 - Corrente de excitação interna/externa da entrada digital 1 e 2	22
Figura 18 - Activação da saída digital 2.....	22
Figura 19 - Ligação multiponto RS485	23
Figura 20 - Ligações do conversor RS232/485 (1).....	23
Figura 21 - Ligações do conversor RS232/485 (2).....	24
Figura 22 - Ligações do conversor SIM01 USB-RS485	24
Figura 23 - Orientação para a definição da variável de saída.....	26
Figura 24 - Calibração no interior do Hydro-Probe II.....	30
Figura 25 - Calibração no interior do sistema de controlo	31
Figura 26 - Exemplo de uma calibração de material ideal.....	33
Figura 27 - Exemplos de pontos de calibração de material de má qualidade.....	34

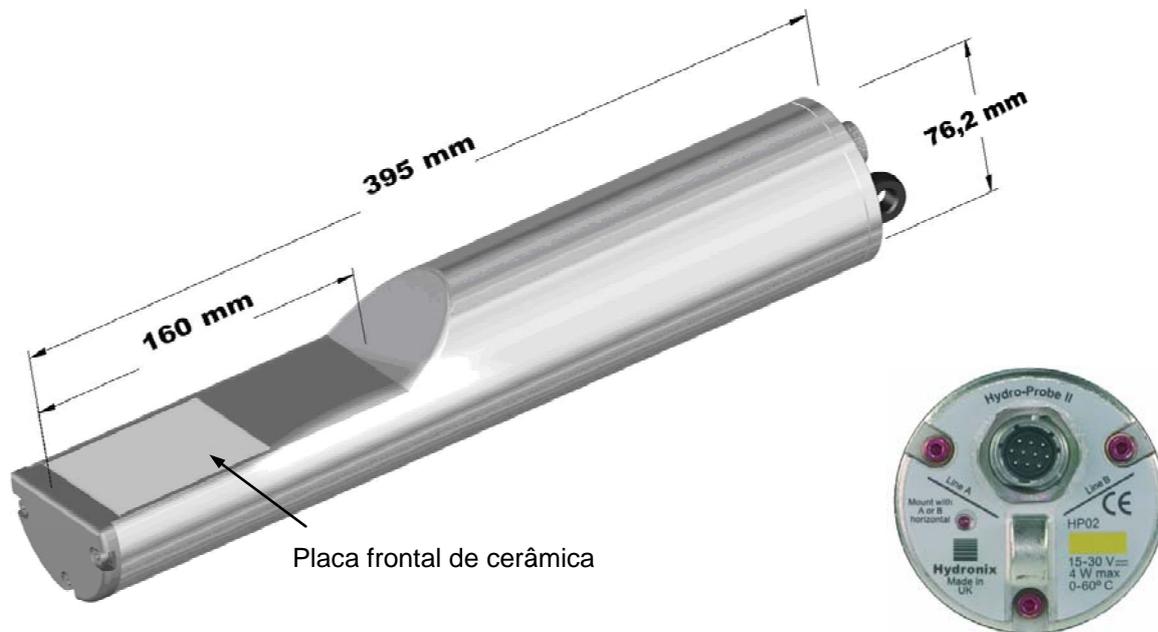


Figura 1 - Hydro-Probe II

Acessórios disponíveis:

0023	Anel de aperto
0025	Manga de montagem standard
0026	Manga de montagem de extensão
0090A	Cabo de sensor de 4 m
0090A-10m	Cabo de sensor de 10 m
0090A-25m	Cabo de sensor de 25 m
0069	Cabo para compatibilidade de 4 m (conector e cabo legacy)
0116	Fonte de alimentação – 30 Watt até 4 sensores
0067	Caixa de terminais (IP566, 10 terminais)
0049A	Conversor RS232/485 (montagem em calha DIN)
0049B	Conversor RS232/485 (tipo D de 9 pinos para bloco de terminais)
SIM01A	Módulo de Interface USB do Sensor incluindo cabos e fonte de alimentação

O software de configuração e diagnóstico Hydro-Com está disponível para transferência gratuita a partir do Web site www.hydronix.com

1 Introdução

O sensor digital de humidade por microondas Hydro-Probe II com processamento de sinal integral fornece uma saída linear (analógica e digital). O sensor pode ser facilmente ligado a qualquer sistema de controlo e é ideal para a medição do teor de humidade da areia, agregando as seguintes aplicações:

- Depósitos
- Tremonha
- Silos
- Transportadores

As medições do sensor ocorrem 25 vezes por segundo, permitindo uma rápida detecção das alterações no teor de humidade do material. O sensor poderá ser configurado remotamente quando ligado a um PC com software Hydronix dedicado. É possível seleccionar diversos parâmetros, como, por exemplo, o tipo de saída e as características de filtragem. A capacidade de entrada/saída digital também permite o cálculo médio da humidade quando o material está a fluir, aspecto este essencial para a obtenção de humidade representativa no controlo do processo.

O sensor foi concebido para funcionar sob as condições mais exigentes com uma vida útil de vários anos. O Hydro-Probe II nunca deverá ser sujeito a danos por impacto desnecessários, uma vez que integra elementos electrónicos sensíveis. Em particular, a placa frontal de cerâmica que, embora extremamente resistente, é frágil e poderá quebrar-se se estiver sujeita a um forte impacto.



ATENÇÃO – NUNCA BATA NA CERÂMICA

Deverá proceder com cuidado para garantir que o Hydro-Probe II foi correctamente instalado e de modo a assegurar uma amostra representativa do material em questão. É fundamental que o sensor seja instalado o mais próximo possível da porta do depósito e que a placa frontal de cerâmica seja completamente introduzida no fluxo principal do material. Não poderá ser instalado em material estagnado nem num local onde poderá ocorrer acumulação de materiais.

Após a instalação o sensor deverá ser calibrado em função do material (consulte Capítulo 5 'Calibração do material'). Este sensor permite dois tipos de configuração:

- *Calibração no interior do sensor:* O sensor é calibrado internamente e emite o valor de humidade real.
- *Calibração no interior do sistema de controlo:* O sensor emite uma leitura não graduada proporcional à humidade. Os dados de calibração no interior do sistema de controlo convertem-na num valor de humidade real.

A calibração deverá ser repetida com intervalos de seis meses ou sempre que se verificarem alterações significativas no teor dos materiais não granulados, geologia ou tamanho.

2 Técnicas de medição

O Hydro-Probe II utiliza a técnica digital por microondas exclusiva da Hydronix que fornece uma medição mais sensível em comparação com as técnicas analógicas.

3 Ligação e configuração do sensor

Tal como acontece com outros sensores digitais por microondas da Hydronix, o Hydro-Probe II pode ser configurado remotamente utilizando uma ligação em série digital e um PC com o software de diagnóstico Hydro-Com. Para comunicação com um PC, a Hydronix disponibiliza conversores RS232-485 e um Módulo de Interface USB do Sensor (consulte a página 23).

O Hydro-Probe II pode ser ligado ao sistema de controlo por lote de três formas:

- Saída analógica – uma saída CC pode ser configurada como:
 - i) 4-20 mA
 - ii) 0-20 mA
 - iii) É possível obter uma saída de 0-10 V utilizando a resistência de 500 Ohm fornecida com o cabo do sensor.
- Controlo digital – uma interface de série RS485 permite a troca directa de dados e informações de controlo entre o sensor e o computador de controlo das instalações.
- Modo de compatibilidade – permite a ligação de um Hydro-Probe II a uma unidade Hydro-View.

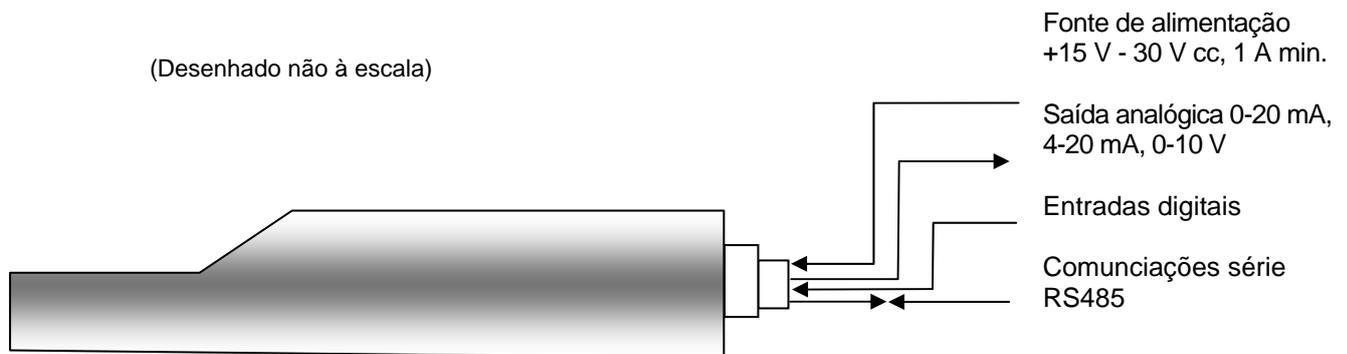


Figura 2 - Ligar o sensor (visão geral)

1 Informações gerais para todas as aplicações

Siga as recomendações abaixo para um posicionamento correcto do sensor:

- A “área de detecção” do sensor (placa frontal de cerâmica) deverá ser sempre posicionada na área do fluxo em movimento do material.
- O sensor não deverá obstruir o fluxo do material.
- Evite áreas de grande turbulência. O sinal ideal será obtido onde exista um fluxo uniforme de material sobre o sensor.
- Posicione o sensor de modo a ficar facilmente acessível para as tarefas de manutenção, regulação e limpeza de rotina.
- Para evitar danos resultantes da vibração excessiva, posicione o sensor o mais afastado possível dos equipamentos vibradores, desde que seja viável.
- O sensor deverá ser posicionado de modo a formar um ângulo inicial de 30° em relação à placa frontal de cerâmica (conforme mostrado abaixo), para garantir que nenhuma parte do material adira à placa frontal de cerâmica. Tal está indicado na etiqueta em que a linha A ou B corresponde a 90 graus na direcção do fluxo do material (paralelamente à horizontal no caso de um depósito/silo/tremonha).

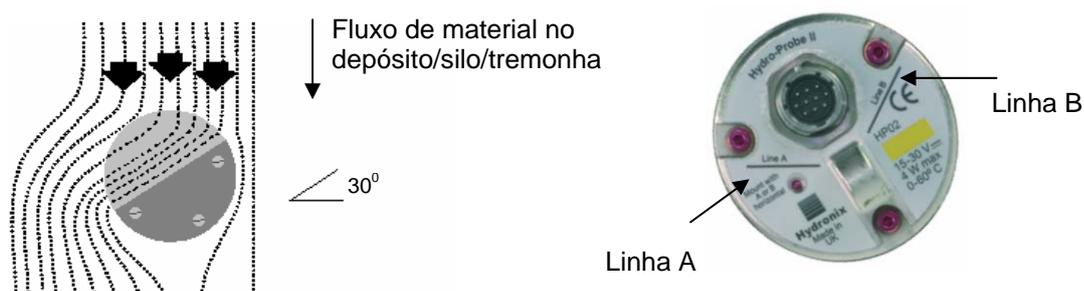


Figura 3 - Ângulo de montagem do Hydro-Probe II e fluxo do material

Ao encher um depósito/silo/tremonha utilizando grandes agregados (>12 mm), a placa frontal de cerâmica é susceptível de ficar danificada pelo impacto directo ou indirecto. Para evitar que tal aconteça, deverá ser instalada uma placa deflectora sobre o sensor. É necessário que os respectivos requisitos sejam determinados pela observação durante o carregamento.

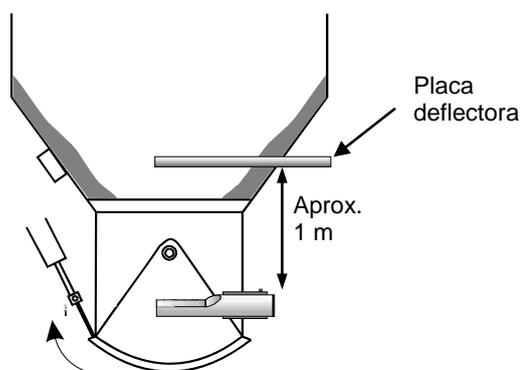


Figura 4 - Instalar uma placa deflectora para evitar danos

2 Posicionar o sensor

A localização ideal do sensor varia em função do tipo de instalação. Estão enumeradas detalhadamente várias opções nas páginas que se seguem. Podem ser utilizados vários tipos de montagem na fixação do sensor, conforme mostrado na página 18.

2.1 Montagem em depósito/silo/tremonha

O sensor pode ser montado no estreitamento do depósito ou na parede e deverá ser posicionado ao centro do fluxo do material, conforme mostrado abaixo.

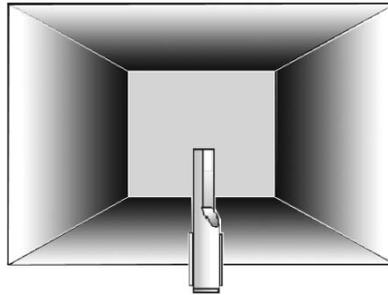


Figura 5 - Vista superior do Hydro-Probe II montado num depósito

2.1.1 Montagem no estreitamento

O sensor deverá ser posicionado no lado oposto à porta com o aríete hidráulico de abertura e centrado no estreitamento. Se for colocado no mesmo lado do aríete hidráulico, o respectivo ângulo deverá ser direccionado para o centro.

- Certifique-se de que a cerâmica não é montada mais próximo do que 150 mm de qualquer elemento metálico.
- Certifique-se de que o sensor não obstrui a abertura da porta.
- Certifique-se de que a placa frontal de cerâmica está posicionada no fluxo principal do material. Observe um lote de teste para identificar a melhor posição. Para evitar a obstrução do material onde o espaço é limitado, o sensor deverá ser posicionado de modo a formar um ângulo máximo de 45°, conforme mostrado abaixo.
- O posicionamento do sensor sob o depósito irá também ajudar nos casos em que o espaço é limitado. Poderá ser necessário limpar o sensor se for utilizado em materiais aderentes ou se ficar sujo com ervas e outros corpos estranhos existentes nos agregados. Neste caso, a montagem do sensor debaixo do depósito poderá ser vantajosa facilitando a manutenção.

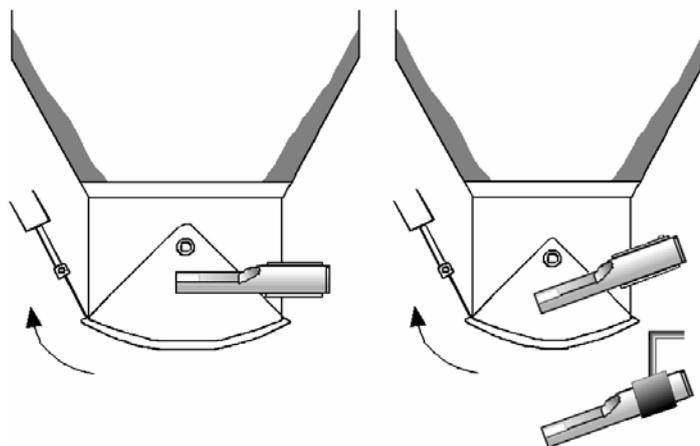


Figura 6 - Montar o Hydro-Probe II no estreitamento do depósito

2.1.2 Montagem na parede do depósito

O sensor pode ser posicionado na horizontal na parede do depósito ou, se o espaço for limitado, poderá ser posicionado de modo a formar um ângulo até 45°, conforme mostrado, utilizando a manga de montagem standard (part no: 0025).

- O sensor deverá ser posicionado ao centro do lado mais largo do depósito e, sempre que possível, deverá ser montado no lado oposto a quaisquer equipamentos de vibração (caso estejam instalados).
- Certifique-se de que a cerâmica do sensor não é montada mais próximo do que 150 mm de qualquer elemento metálico.
- Certifique-se de que o sensor não obstrui a abertura da porta.
- Certifique-se de que a placa frontal de cerâmica está posicionada no fluxo principal do material.

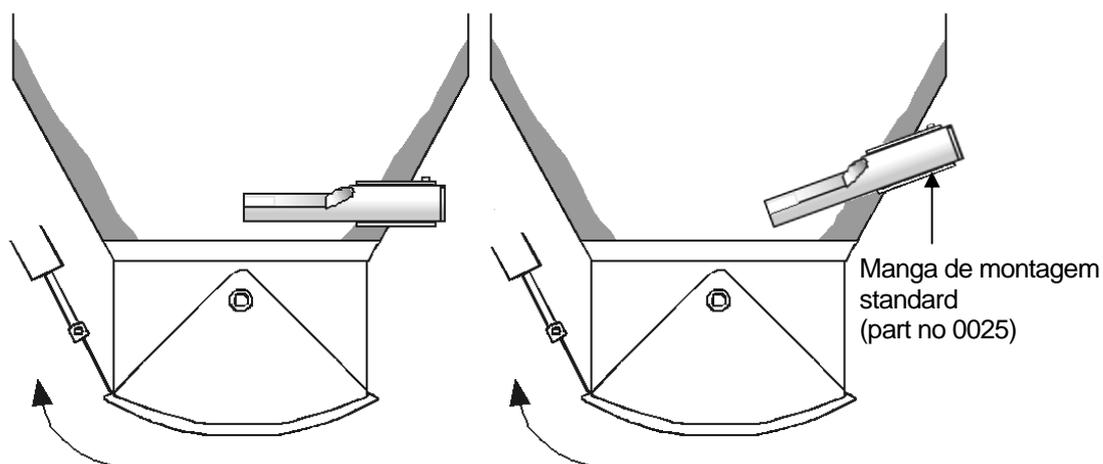


Figura 7 - Montar o Hydro-Probe II na parede do depósito

Se o sensor não alcançar o fluxo principal do material, deverá ser utilizada uma manga de montagem de extensão (part no 0026), conforme mostrado abaixo.

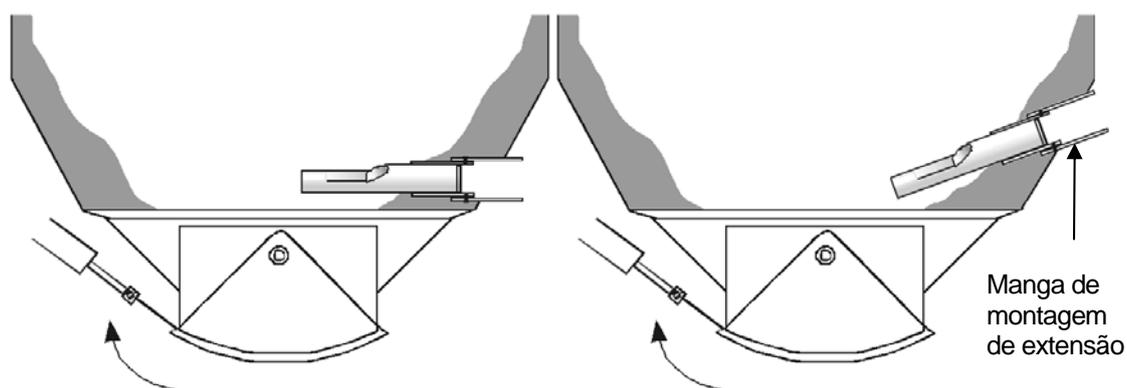


Figura 8 - Montar o Hydro-Probe II nos depósitos grandes

2.2 Montagem de alimentação com vibração

Com alimentadores vibratórios, o sensor é geralmente instalado pelo fabricante. Contacte a Hydronix para obter mais informações sobre o posicionamento. É difícil prever onde ocorre o fluxo do material, mas é recomendada a localização abaixo.

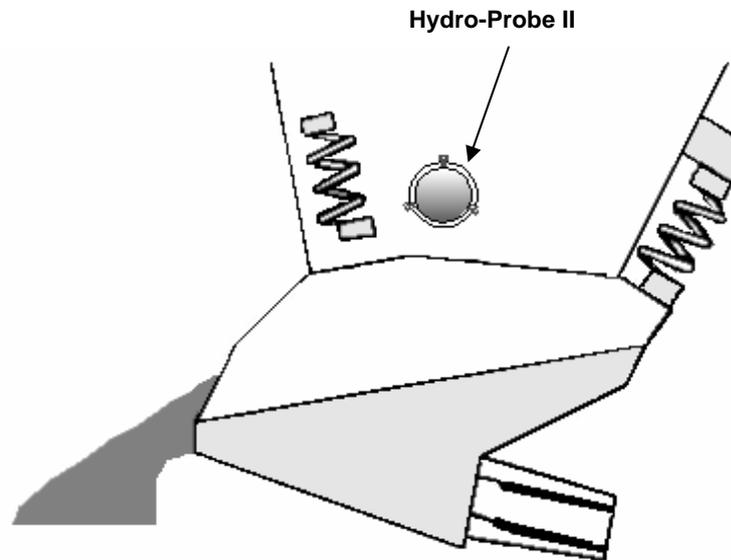


Figura 9 - Montar o Hydro-Probe II num alimentador vibratório

2.3 Montagem em correia transportadora

O sensor é fixado utilizando uma manga de montagem standard ou anel de aperto, soldado a uma barra de fixação adequada.

- Deixe uma folga de 25 mm entre o sensor e a correia transportadora.
- Posicione a placa frontal de cerâmica com um ângulo de 45° em relação ao fluxo. Poderá ser necessário alterá-lo dependendo das características do fluxo.
- É necessário que a profundidade mínima do material sobre a correia transportadora seja de 150 mm para cobrir a cerâmica. **É necessário que o sensor esteja sempre coberto de material.**
- Para melhorar as características do fluxo e nivelar o material na correia, poderá ser vantajoso instalar um dispositivo para desvio na correia, conforme mostrado abaixo. Este procedimento poderá permitir acumular material a um nível mais sustentável para uma medição eficaz.
- Para auxiliar a calibração, poderá ser instalado um interruptor manual juntamente com a correia para comutar a entrada digital média/constante. Este procedimento permitirá calcular a média das leituras durante um determinado período de tempo, recolhendo simultaneamente amostras e, deste modo, proporcionando uma leitura não graduada representativa para a calibração (Consulte Capítulo 3 para obter informações detalhadas sobre a ligação).

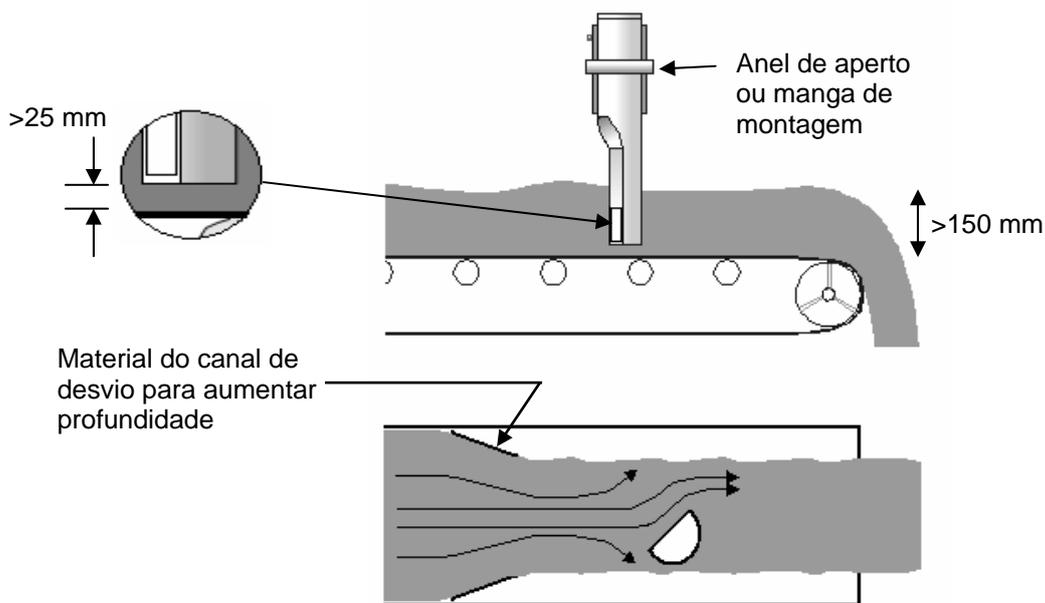


Figura 10 - Montar o Hydro-Probe II numa correia transportadora

2.4 Opções de montagem

A Hydronix disponibiliza três equipamentos de montagem.

2.4.1 Manga de montagem de extensão (part no 0025)

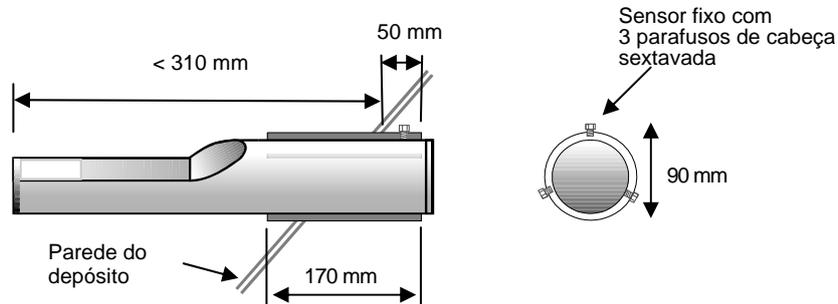
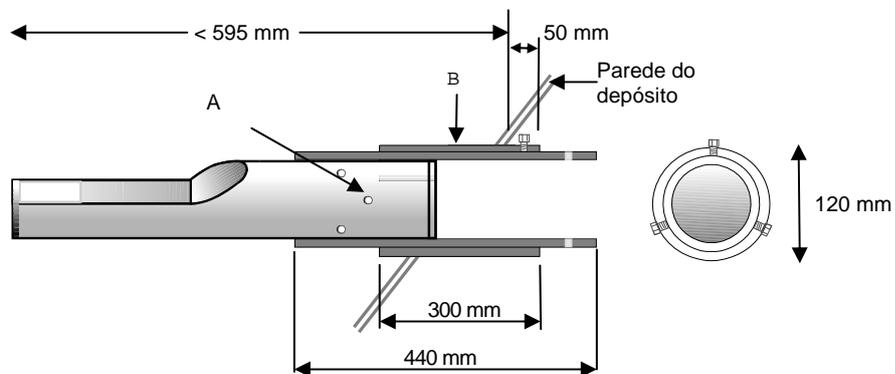


Figura 11 - Manga de montagem standard (part no 0025)

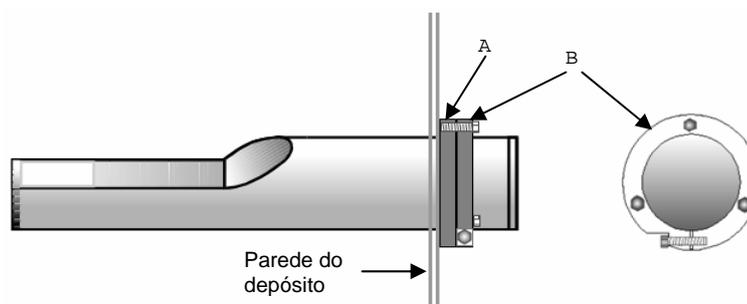
2.4.2 Manga de montagem de extensão (part no 0026)



A – O sensor é fixado à manga interna através de 6 parafusos sextavados (utilizar Locktite ou um produto semelhante nos parafusos roscados).
B – Manga externa soldada ao depósito

Figura 12 - Manga de montagem de extensão (part no 0026)

2.4.3 Anel de aperto (part no 0023)



A – Placa de fixação (fornecida pelo cliente) soltada à parede do depósito (espessura $12,5\text{ mm}$)
B – Anel de aperto (part no 0023).

Figura 13 - Anel de aperto (part no 0023)

É necessário ligar o Hydro-Probe II utilizando o cabo do sensor da Hydronix (part no 0090A), disponível em vários comprimentos em função da instalação. Qualquer cabo de extensão necessário deverá ser ligado ao cabo do sensor da Hydronix utilizando uma caixa de derivação blindada adequada. Consulte o 8, 'Especificações Técnicas', para obter informações detalhadas sobre cabos.

1 Directrizes da instalação

- Certifique-se de que o cabo apresenta uma qualidade adequada (consulte o 8 'Especificações Técnicas').
- Certifique-se de que o cabo RS485 é encaminhado até à parte posterior para o painel de controlo. Pode ser utilizado para fins de diagnóstico e a respectiva ligação é fácil e económica no momento da instalação.
- Utilize esta ligação RS485 e um PC com o Hydro-Com para verificar a ligação da saída analógica. Ao forçar o ciclo de corrente com um valor conhecido, será verificada a função correcta da saída do sensor e da placa de entrada analógica.
- Encaminhe o cabo de sinal afastando-o de quaisquer outros cabos de alimentação.
- O cabo do sensor deverá **apenas** ser ligado à terra junto ao sensor.
- Certifique-se de que a blindagem do cabo **não** está ligada ao painel de controlo.
- Certifique-se de que existe continuidade da blindagem até às caixas de derivação.
- Mantenha o número e junções de cabos no mínimo possível.
- Comprimento máximo do cabo: 200 m, separadamente dos cabos do equipamento pesado.

Número do Par Entrançado	Pinos de especificações MIL	Ligações do sensor	Cor do cabo
1	A	+15-30 V CC	Vermelho
1	B	0 V	Preto
2	C	1ª saída digital	Amarelo
2	--	-	Preto (Cortado)
3	D	1ª analógica positiva (+)	Azul
3	E	1ª com retorno analógico (+)	Preto
4	F	RS485 A	Branco
4	G	RS485 B	Preto
5	J	2ª saída digital	Verde
5	--	-	Preto (Cortado)
	H	Blindagem	Blindagem

Tabela 1 - Ligações do cabo do sensor (Part no 0090A)

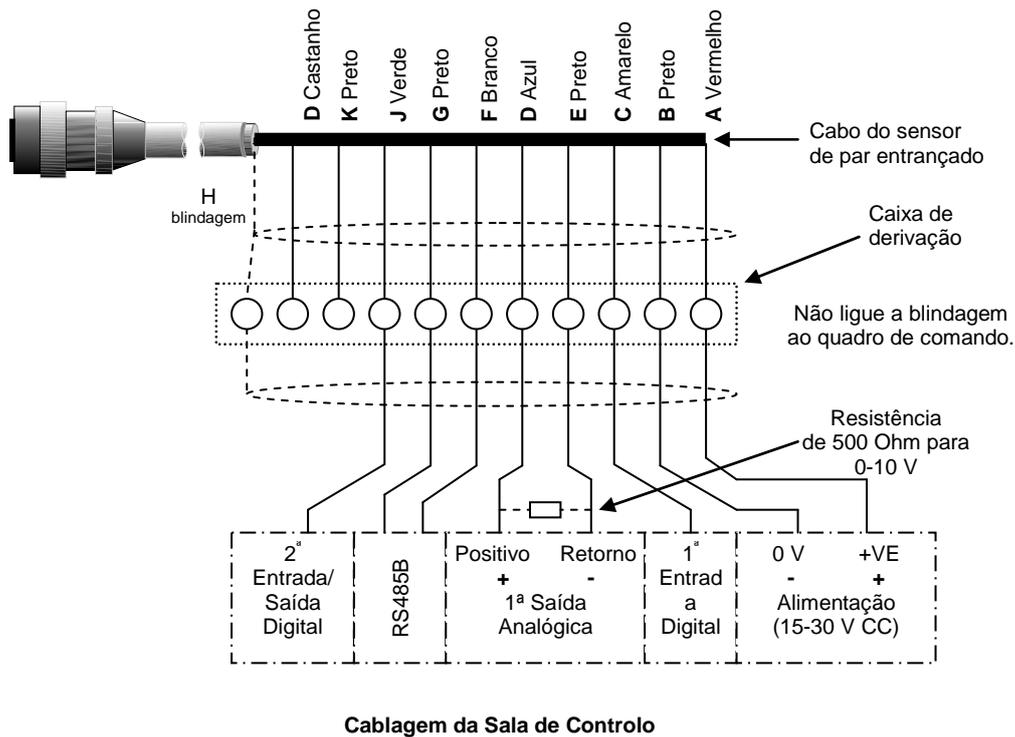


Figura 14 - Ligações do cabo do sensor

Nota: A blindagem do cabo está ligada à terra no sensor. É importante garantir que as instalações onde está montado o sensor estão correctamente ligadas à terra.

2 Ligação de saída analógica

Uma fonte de corrente CC gera um sinal analógico proporcional a um determinado número de parâmetros seleccionáveis (por exemplo, não graduada filtrada, humidade filtrada, humidade média, etc.). Consulte o 4 ou o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0273) para obter informações detalhadas adicionais. Ao utilizar o Hydro-Com ou controlo directo do computador, a saída a seleccionar poderá ser:

- 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)

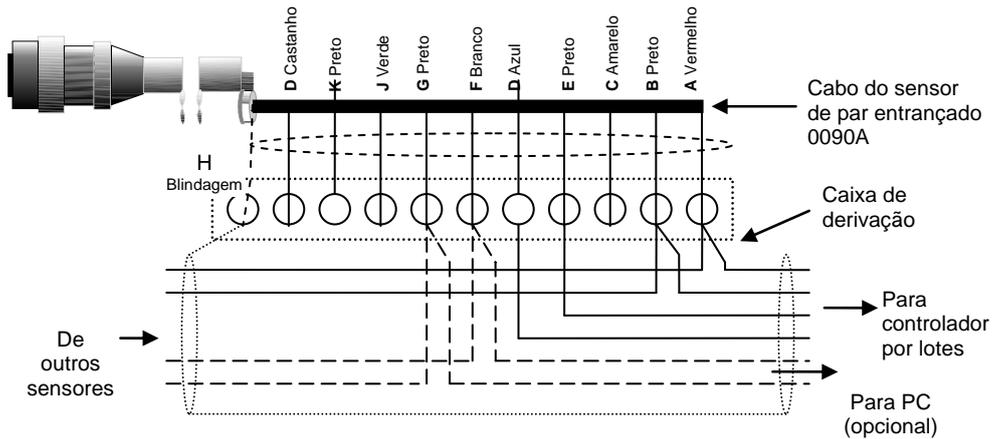


Figura 15 - Ligar a saída analógica

3 Ligação de Hydro-View (HV02/HV03)

Para ligar a um Hydro-View, é necessário que o Hydro-Probe II esteja definido com o modo de compatibilidade. Este modo permite que o Hydro-Probe II substitua directamente um Hydro-Probe (HP01) existente. A resistência de 500 Ohm fornecida com o cabo é necessária para converter a saída de corrente analógica num sinal de tensão. A instalação deverá ser efectuada, conforme mostrado na figura abaixo.

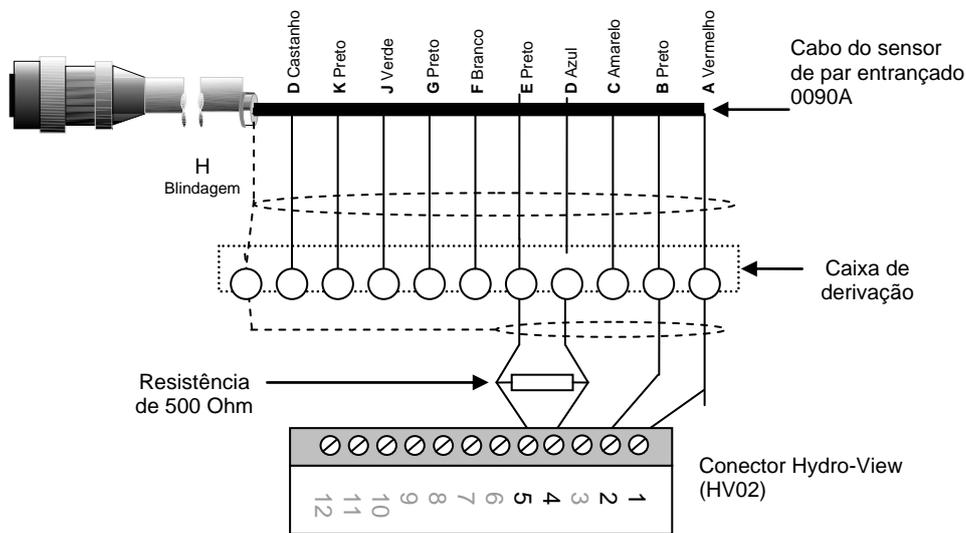


Figura 16 - Ligar a um Hydro-View

4 Ligação de entrada/saída digital

O Hydro-Probe II tem duas entradas digitais, a segunda das quais também pode ser utilizada como uma saída de um estado conhecido. Estão disponíveis descrições completas sobre como configurar as entradas/saídas digitais, no o Capítulo 4. A utilização mais comum da entrada digital aplica-se no cálculo da média por lotes, sendo utilizada para indicar o início e fim de cada lote. Tal é recomendado, uma vez que fornece uma leitura representativa da amostra completa durante cada lote.

Uma entrada é activada utilizando 15 – 30 V cc na ligação da entrada digital. A fonte de alimentação do sensor poderá ser utilizada como corrente de excitação neste caso, ou, em alternativa, poderá ser utilizada uma fonte externa, conforme mostrado abaixo.

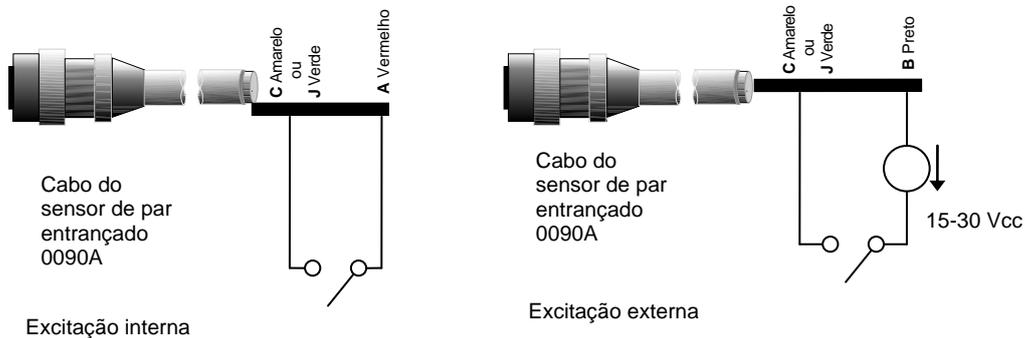


Figura 17 - Corrente de excitação interna/externa da entrada digital 1 e 2

Quando a entrada digital é activada, o sensor comuta internamente o pino J para 0 V. Tal pode ser utilizado para comutar um relé para um sinal como, por exemplo, “depósito vazio” (consulte o Capítulo 4). Tenha em atenção que, neste caso, o colector de corrente máximo é de 500 mA e em todos os casos deverá ser utilizada a protecção contra sobre-correntes.

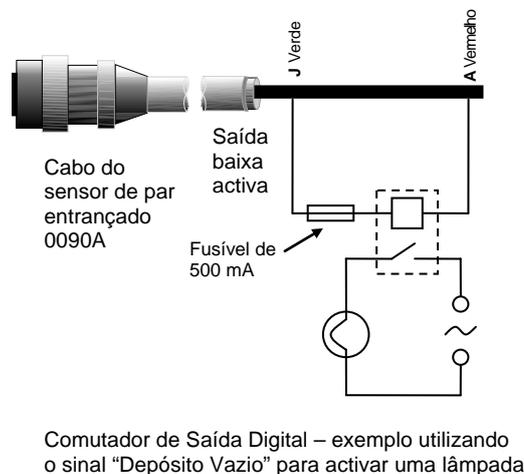


Figura 18 - Activação da saída digital 2

5 Ligação multiponto RS485

A interface de série RS485 permite a ligação em conjunto até um máximo de 16 sensores através de uma rede multiponto. Cada sensor deverá ser ligado utilizando uma caixa de derivação adequada.

Geralmente não é necessária a terminação de linha RS485 em aplicações até 100 m de cabo. Para comprimentos maiores, ligue uma resistência (aproximadamente 100 Ohm) numa série com um condensador de 1000pF em cada extremidade do cabo.

Recomenda-se vivamente que os sinais de RS485 sejam controlados através do painel de controlo, mesmo que não seja provável a respectiva utilização, uma vez que tal facilita a utilização do software de diagnóstico, caso seja necessário.

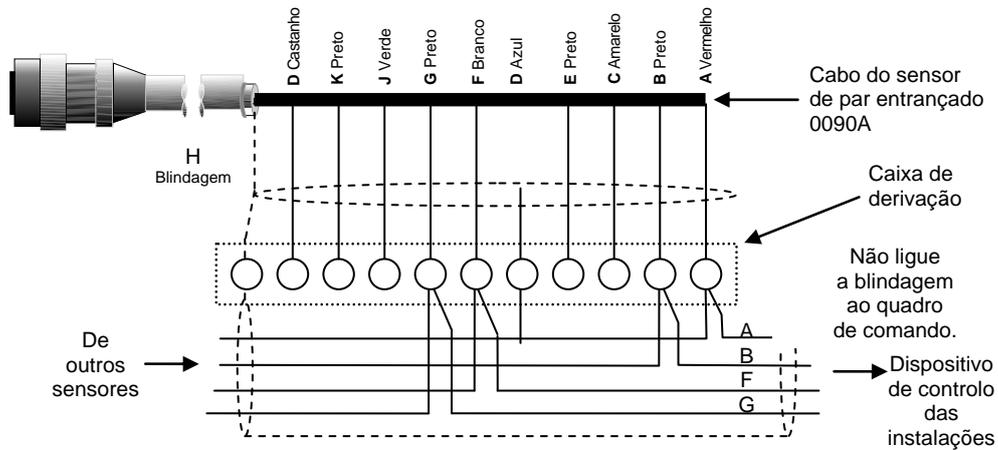


Figura 19 - Ligação multiponto RS485

6 Ligar a um PC

É necessário um conversor para ligar um ou mais sensores a um PC ao verificar diagnósticos e configurar o sensor. Estão disponíveis três tipos de conversor fornecidos pela Hydronix.

6.1 Conversor RS232/485 – Tipo D (Part no: 0049B)

Fabricado pela KK Systems, este conversor RS232/485 é adequado para ligar, geralmente, até seis sensores numa rede. O conversor inclui um bloco de terminais para ligação dos fios de um par trançado RS485 A e B, sendo, em seguida, possível serem ligados directamente à porta de comunicação série do PC.

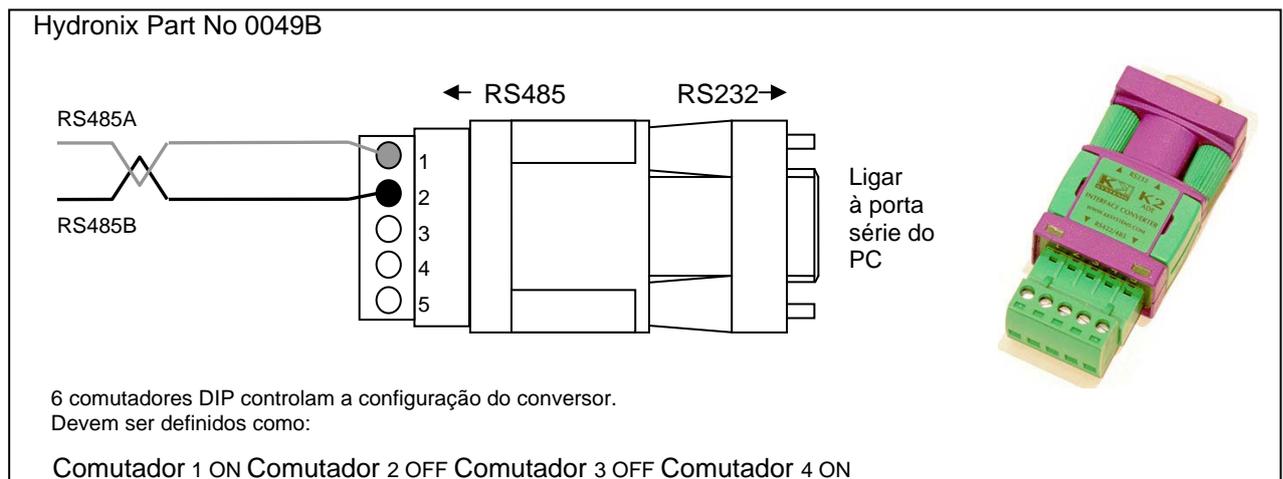


Figura 20 - Ligações do conversor RS232/485 (1)

6.2 Conversor RS232/485 – Montagem em calha DIN (Part no: 0049A)

Fabricado pela KK Systems, este conversor RS232/485 otimizado é adequado para ligar qualquer número de sensores numa rede. O conversor inclui um bloco de terminais para ligação dos fios de um par entrançado RS485 A e B, sendo, em seguida, possível serem ligados directamente à porta de comunicação série do PC.

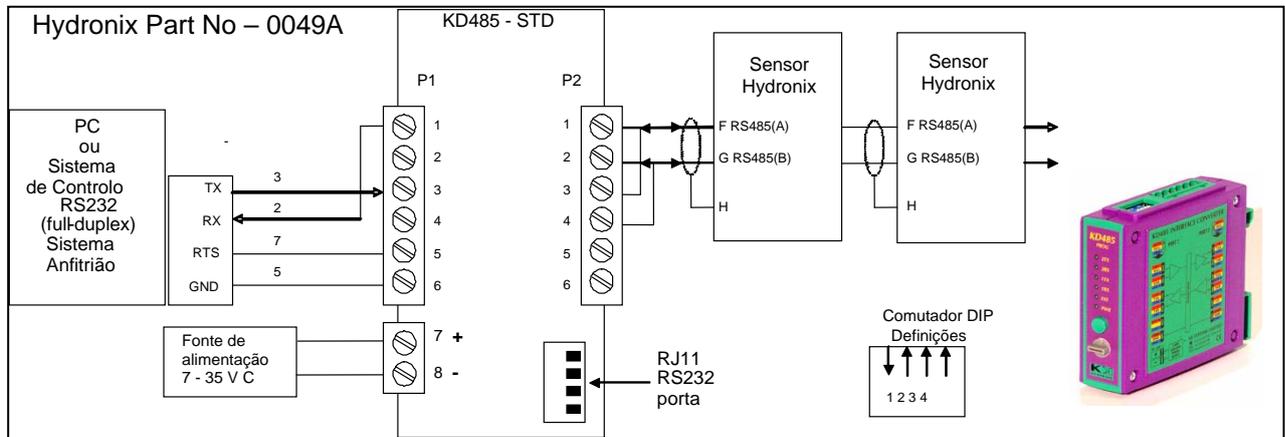


Figura 21 - Ligações do conversor RS232/485 (2)

6.3 Módulo de Interface USB do Sensor (Part no: SIM01A)

Fabricado pela Hydronix, este conversor USB-RS485 é adequado para ligar qualquer número de sensores numa rede. O conversor inclui um bloco de terminais para ligação dos fios de um par entrançado RS485 A e B e, em seguida, é ligado a uma porta USB. O conversor não requer alimentação externa, embora seja fornecida uma fonte de alimentação que pode ser ligada para fornecer energia ao sensor. Consulte o Manual do Utilizador do Módulo de Interface USB do Sensor (HD0303) para obter mais informações.

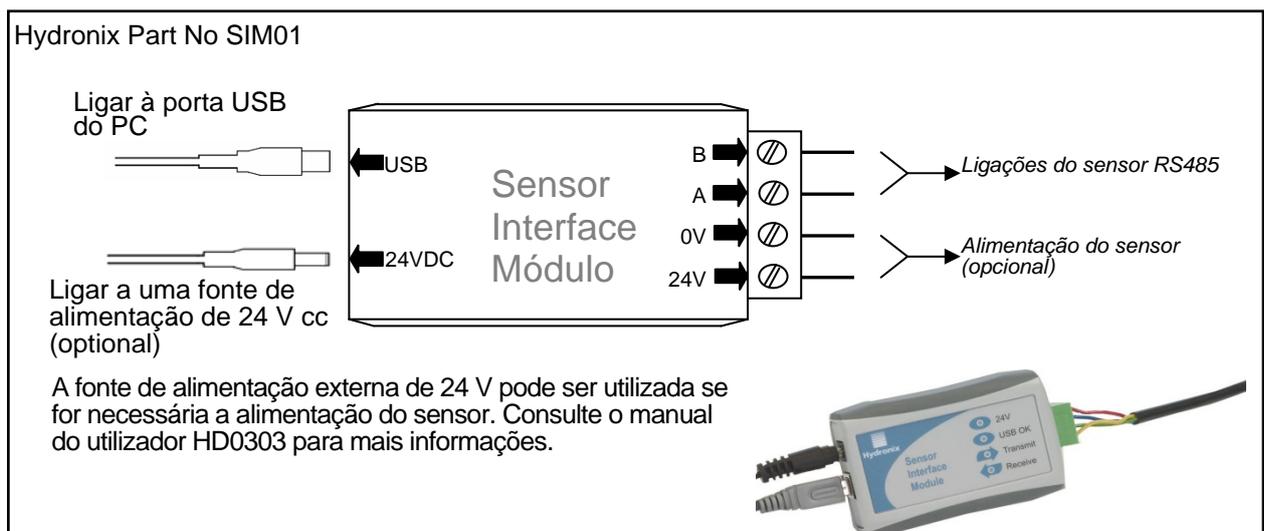


Figura 22 - Ligações do conversor SIM01 USB-RS485

O Hydro-Probe II poderá ser configurado utilizando o software Hydro-Com que pode ser transferido gratuitamente a partir de www.hydronix.com, bem como o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0273).

1 Configurar o sensor

O Hydro-Probe II apresenta um número de parâmetros internos para configuração da saída analógica, cálculo da média, entrada/saída digital e filtragem. Estes 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 (HD0273). Os parâmetros predefinidos do Hydro-Probe II estão disponíveis no Apêndice A.

1.1 Configuração da saída analógica

O Hydro-Probe II apresenta uma saída analógica que pode ser configurada para representar as diferentes leituras geradas pelo sensor, como, por exemplo, a humidade ou temperatura.

A gama de funcionamento da saída do circuito de corrente pode ser configurada em função do equipamento ligado, por exemplo, um PLC poderá requerer 4 – 20 mA ou 0 – 10 V cc etc.

1.1.1 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 de 500 Ohm externa converte 0 – 10 V cc.
- 4 – 20 mA.
- Compatibilidade: Esta configuração **só** pode ser utilizada se o sensor estiver ligado a um Hydro-View. É necessária uma resistência de precisão de 500 Ohm para conversão em voltagem.

1.1.2 Variável da saída 1

Define quais as leituras do sensor que a saída analógica irá representar e estão disponíveis 4 opções.

NOTA: Este parâmetro não é utilizado se o tipo de saída estiver definido como “Compatibilidade”.

1.1.2.1 Não Graduada Filtrada

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 estaria relacionado com a leitura na água.

1.1.2.2 Média Não Graduada

Trata-se da variável “Média Não Graduada” processada para cálculo da média dos lotes utilizando os parâmetros de média. Para obter uma leitura média, é necessário que a entrada digital esteja configurada como “Média/Constante”. Quando esta entrada digital é comutada para um valor elevado, é calculada a média das leituras não graduadas filtradas. Quando os valores da entrada digital são baixos, este valor de média é mantido constante.

1.1.2.3 Humidade Filtrada

Se for necessária uma saída de humidade, é possível utilizar “Humidade Filtrada %”, que é determinado utilizando os coeficiente A, B, C e SSD e a leitura “Não Graduada Filtrada” (F.U/S), de modo que:

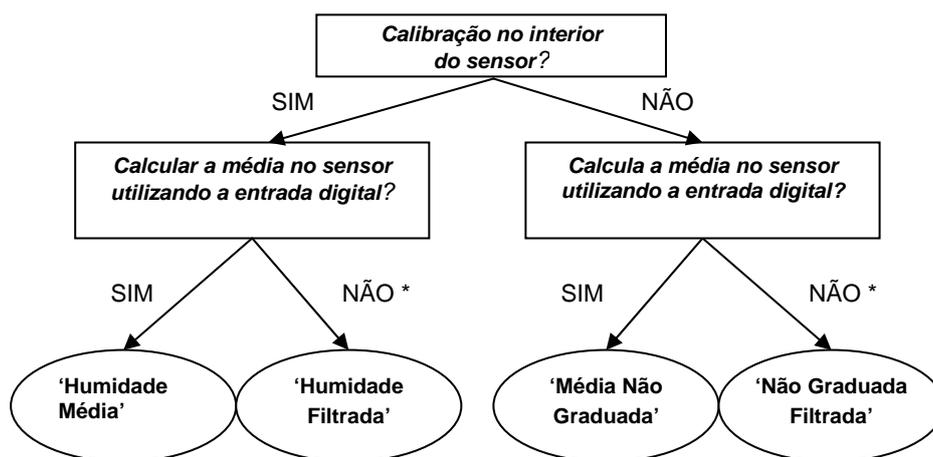
$$\text{Humidade Filtrada \%} = A \times (\text{F.U/S})^2 + B \times (\text{F.U/S}) + C - \text{SSD}$$

Estes coeficientes são obtidos exclusivamente com base na calibração do material e, por isso, a precisão da saída de humidade está dependente da qualidade da calibração.

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 superficial (livre). Consulte o Capítulo 5 para obter informações mais detalhadas.

1.1.2.4 Humidade Média %

Trata-se da variável “Humidade Filtrada %” processada para cálculo da média dos lotes utilizando os parâmetros de média. Para obter uma leitura média, é necessário que a entrada digital esteja configurada como “Média/Constante”. Quando esta entrada digital é comutada para um valor elevado, é calculada a média das leituras de Humidade Filtrada. Quando os valores da entrada digital são baixos, este valor de média é mantido constante.



* É recomendado calcular aqui a média no sistema de controlo

Figura 23 - Orientação para a definição da variável de saída

1.1.3 **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 %” e têm de corresponder à conversão de mA em humidade no controlador por lotes.

NOTA: Estes parâmetros não são utilizados se o tipo de saída estiver definido como “Compatibilidade”.

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%

1.1.4 Entrada/Saída digital

O Hydro-Probe II tem duas entradas/saídas digitais; a primeira só pode ser configurada como de entrada, ao passo que a segunda pode ser de entrada ou de saída.

A primeira entrada digital pode ser definida da seguinte forma:

- Não utilizada: O estado da entrada é ignorado
- Média/Constante: É utilizado para controlar o período de início e de fim do cálculo de média por lote. Quando o sinal de entrada está activado, os valores "Filtrados" (não graduada e humidade) iniciam o cálculo da média (após um período de retardamento definido pelo parâmetro "Retardamento na média/constante"). Quando a entrada é, em seguida, desactivada, 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 activado, o valor da média é reposto e o cálculo da média iniciado.
- Humidade/Temperatura: Permite ao utilizador comutar a saída analógica entre não graduada ou humidade (conforme o que estiver definido) e a temperatura. É utilizado quando é necessária a temperatura, enquanto ainda está a ser utilizada uma saída analógica. Com a entrada inactiva, a saída analógica irá indicar a variável de humidade apropriada (não graduada ou humidade). Quando a entrada está activada, 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.

A segunda entrada digital pode ser definida da seguinte forma:

- Humidade/Temperatura: Conforme acima.
- Depósito Vazio (saída): Indica que o depósito de agregado está vazio. É activado quando os sinais (humidade % OU Não Graduada) descem abaixo dos parâmetros de Limite Inferior no cálculo da média.
- Dados inválidos (saída): Indica que a leitura do sensor (humidade % e/ou Não Graduada) está fora do intervalo válido definido pelos parâmetros "Limite Inferior" e "Limite Superior" no cálculo da média.
- Sensor correcto (saída): Activado quando interferências eléctricas tornam a medição não fidedigna. Por exemplo, proximidade de telemóveis, cabos de alimentação, equipamento de soldadura, etc.

1.2 Parâmetros de Filtragem

Na prática, os dados brutos, que são medidos 25 vezes por segundo, contêm 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 torná-los viáveis para controlo da humidade. As definições de filtragem predefinidas são adequadas à maior parte das aplicações, embora possam ser personalizadas, se necessário, em função da aplicação.

Para filtrar a leitura não graduada bruta, são utilizados os seguintes parâmetros:

1.2.1 Filtros de velocidade de variação

Estes filtros definem limites de velocidade para grandes alterações positivas e negativas no sinal bruto. É possível definir limites para alterações positivas e negativas separadamente. As opções para “velocidade da variação +” e “velocidade da variação –” são: Nenhum, Ligeiro, Médio e Pesado. Quanto mais forte a definição, mais o sinal será “amortecido” e mais lenta será a resposta do sinal.

1.2.2 Tempo de filtragem

Suaviza o sinal limitado da velocidade de variação. Os tempos padrão são 0, 1, 2,5, 5, 7,5 e 10 segundos, embora também seja possível definir até 100 segundos para aplicações específicas. Um tempo de filtragem mais elevado torna a resposta do sinal mais lenta.

1.3 Parâmetros de cálculo da média

Estes parâmetros determinam o modo como os dados são processados para cálculo da média por lote ao utilizar a entrada digital ou a média remota.

1.3.1 Retardamento na média/constante

Ao utilizar o sensor para medir o teor de humidade dos agregados, quando são descarregados de um depósito ou silo, verifica-se frequentemente um breve retardamento 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 retardamento ‘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.

É possível optar entre: 0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 5,0 segundos.

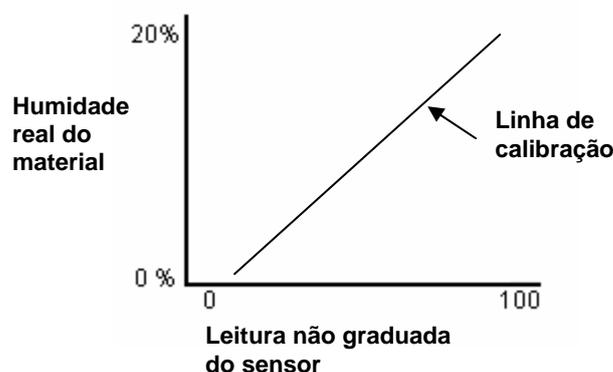
1.3.2 Limite superior e limite inferior

Refere-se a humidade % e unidades não graduadas. É utilizado para definir um intervalo válido para dados significativos, calculando simultaneamente o valor médio. Quando a leitura do sensor se situa fora destes limites não é incluída no cálculo médio e, em simultâneo, a etiqueta Dados Válidos é alterada para Dados Inválidos. Se os dados se situarem abaixo do limite inferior, é activada a condição Depósito Vazio para os sensores cuja saída digital possa ser configurada para indicar esta informação.

1 Introdução à calibração do material

Cada material tem características eléctricas únicas. A saída bruta de um sensor Hydronix representa um valor não graduado entre 0 e 100. Cada sensor está definido de modo a que um valor zero (0) não graduado esteja relacionado com a medição no ar e um valor 100 esteja relacionado com a medição na água. Por exemplo, a leitura não graduada de um sensor que mede a areia *fina* com um teor de humidade de 10% será diferente da leitura não graduada (do mesmo sensor) ao medir areia *grossa* com um teor de humidade de 10%. Para maior precisão, é necessário “calibrar” os sensores para diferentes materiais. *A calibração correlaciona simplesmente a leitura não graduada com os valores de humidade “reais” a determinar através das amostras secas.*

O intervalo na humidade da areia pode variar geralmente entre 0,5% (valor de humidade absorvida ou valor de Superfície Seca Saturada (SSD) que é obtido a partir dos fornecedores de materiais) e aproximadamente 20% (saturada). Outros materiais poderão ter um intervalo ainda maior. Acima deste intervalo de humidade para a maior parte dos materiais, a leitura de um sensor Hydronix é linear. Portanto, a calibração determina esta linearidade, conforme mostrado abaixo.



A equação da linha de calibração é definida por uma inclinação (B) e um desvio (C). Estes valores representam coeficientes de calibração e podem ser armazenados internamente no sensor, se necessário. Utilizando estes coeficientes, a conversão em humidade % corresponde a:

$$\text{Humidade \%} = \mathbf{B} \times (\text{Leitura não graduada}) + \mathbf{C} - \mathbf{SSD}$$

Em situações excepcionais, quando a medição do material apresenta características não lineares, poderá ser utilizada uma expressão do segundo grau na equação de calibração, conforme mostrado abaixo.

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

A utilização do coeficiente de segundo grau (A) apenas seria necessária em aplicações complexas e relativamente à maior parte dos materiais a linha de calibração será linear, sendo que, neste caso, 'A' está definido como zero.

2 Coeficiente SSD e teor de humidade SSD

Na prática apenas é possível obter valores de humidade com secagem em forno (humidade total) para calibração. Se for necessário um teor de humidade superficial (humidade livre) terá de ser utilizado o coeficiente SSD (valor de absorção da água).

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

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. Este valor pode ser obtido junto do fornecedor do agregado ou material.

O teor de humidade de uma amostra é calculado secando completamente a amostra num forno ou numa placa de aquecimento. Deste modo, obtém-se o teor de humidade total (secagem em forno), uma vez que a “água total”, ou seja, a água absorvida nas partículas do agregado e a água superficial, se evaporaram.

O teor de humidade à superfície refere-se **apenas** à humidade à superfície do agregado, ou seja, a “água livre”. Em aplicações de betão, apenas esta água superficial está disponível para reacção com o cimento e, é por este motivo que este valor é geralmente referido nas concepções em betão.

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

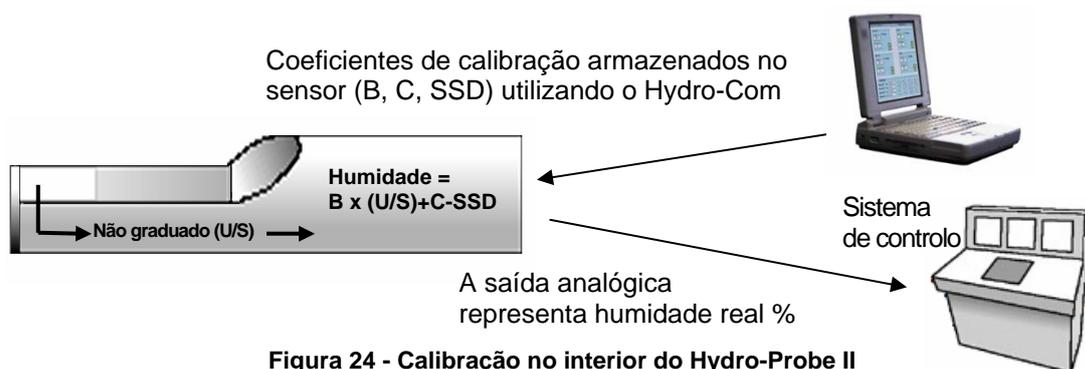
3 Armazenar dados de calibração

Existem duas formas de armazenar dados de calibração: no sistema de controlo ou no Hydro-Probe II. Ambos os métodos são opostos entre si.

A calibração no interior do sensor irá envolver a actualização dos valores de coeficiente utilizando a interface digital RS485. A humidade poderá então ser obtida a partir do sensor. Para comunicar utilizando a interface RS485, a Hydronix disponibiliza vários utilitários de PC, sendo de salientar o Hydro-Com, que contém uma página de calibração de material dedicada.

Para calibrar no exterior do sensor, o sistema de controlo irá requerer a sua própria função de calibração 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 Figura 23.

3.1 Calibração no interior do Hydro-Probe II



As vantagens da calibração no interior do Hydro-Probe II são:

- Software avançado gratuito que melhora a precisão da calibração, incluindo software de diagnóstico.
- Sistema de controlo que não necessita de modificação para calibrar o sensor.
- Capacidade de utilização dos dados de calibração conhecidos do Hydronix para diferentes materiais.
- As calibrações podem ser transferidas entre sensores.

3.2 Calibração no interior do sistema de controlo

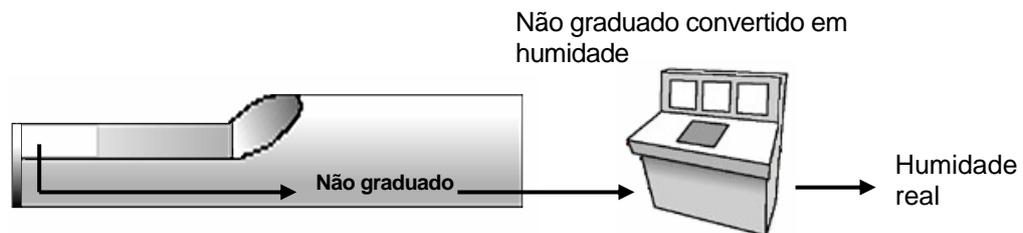


Figura 25 - Calibração no interior do sistema de controlo

As vantagens da calibração no interior do sistema de controlo são:

- Calibração directa 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 actualizar a calibração do material.
- As calibrações podem ser facilmente comutadas entre sensores.

4 Procedimento de calibração

Para determinar a linha de calibração, 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, obtendo em simultâneo uma amostra do material e secando-o para determinar o respectivo teor de humidade real. Obtêm-se assim os valores de Humidade e Não Graduada que podem ser representados num gráfico. É possível desenhar uma linha de calibração, no mínimo, com dois pontos.

O procedimento que se segue é recomendado quando calibrar o Hydro-Probe II em função do material. Este procedimento utiliza o utilitário Hydro-Com e as informações de calibração são armazenadas no interior do sensor. Independentemente de os dados de calibração serem armazenados dentro no sensor ou do sistema de controlo, o processo é idêntico.

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 contacte a Hydronix através do endereço de correio electrónico support@hydronix.com ou consulte a norma específica a aplicar ao seu caso.

4.1 Sugestões e segurança

- Use óculos de segurança e vestuário de protecção contra a expulsão de material durante o processo de secagem.
- Não tente calibrar o sensor acumulando material na respectiva 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 detecta uma amostra representativa do material.
- Certifique-se de que é obtida uma amostra representativa para o teste de humidade.

4.2 Equipamento

- *Balanças* – pesagem até 2 kg, precisão de 0,1 g
- *Fonte de calor* – para secagem de amostras, como, por exemplo, uma placa de aquecimento eléctrica ou forno.
- *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 protecção.

NOTAS: Para obter instruções completas sobre como utilizar o Hydro-Com, consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0273). Registe todos os dados de calibração, folhas de registos estão disponíveis no Apêndice B

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

4.3 Procedimento

1. Certifique-se de que o Hydro-Com é utilizado com a página de calibração aberta.
2. Crie uma nova calibração.
3. Seleccione o sensor correcto a partir da lista pendente no quadro de sensores.
4. Durante o processamento por lote, observe o estado Média/Constante junto à leitura Média do sensor. Numa instalação ideal a entrada digital está ligada ao comutador da porta do depósito. Quando o depósito é aberto o estado deverá ser alterado para Média e quando é fechado deverá mostrar Constante.
5. No lote seguinte, obtenha uma amostra. Utilizando a pá, recolha, no mínimo, 10 incrementos de amostra a partir do fluxo para fornecer uma amostra a granel de, no mínimo, 5 kg¹ de material no contentor. É NECESSÁRIO que o material seja recolhido num local próximo do sensor e, por isso, a leitura do sensor está relacionada com o lote específico que material que passa pelo sensor.
6. Regresse ao computador e registe a saída Média Não Graduada, que deverá agora mostrar o estado Constante.
7. Misture o conjunto de incrementos da amostra e remova uma sub-amostra representativa de, pelo menos, 10 incrementos mais pequenos para obter aproximadamente 1 kg. Seque completamente e calcule o teor de humidade utilizando o calculador de humidade. Tenha atenção para não perder nenhuma amostra durante o processo de secagem. Um teste eficaz para garantir que o material está completamente seco consiste em agitá-lo para distribuir a humidade e reaquecê-lo.
8. Repita o passo 7 para outra sub-amostra representativa de 1 kg. Se o teor de humidade divergir em mais de 0,3%², uma das amostras não terá secado completamente e o teste terá de ser repetido.
9. Registe a humidade média das duas amostras na tabela de calibração. Os valores Humidade e Não Graduada representam um ponto de calibração. Seleccione este ponto para incluir os valores na calibração.
10. Repita os passos 5 a 9 para obter pontos de calibração adicionais. Escolha uma hora do dia diferente ou uma época do ano diferente para garantir uma vasta gama de humidades nas amostras.

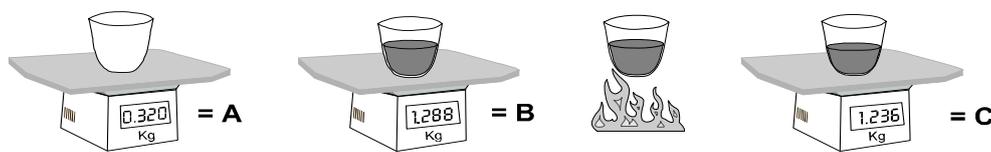
Numa calibração eficaz os pontos de calibração cobrem o intervalo de humidade efectiva global do material e todos os pontos se situam ou estão próximos de uma linha recta. Se houver a suspeita de os pontos de calibração estarem incorrectos, poderão ser excluídos da calibração desmarcando a caixa de selecção correspondente. De um modo geral, recomenda-se uma dispersão mínima de 3% para obter os melhores resultados.

Quando a calibração estiver concluída, actualize os novos coeficientes de calibração para o sensor correcto premindo o botão Gravar. Os valores B, C e SSD no quadro de sensores serão, em seguida, correspondidos com os valores no quadro de calibração. A saída de humidade % do sensor deverá representar um valor de humidade real do material. Tal poderá ser verificado obtendo amostras adicionais e verificando a humidade de laboratório relativamente à saída do sensor.

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%

4.4 Calcular o 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 aqui calculada se baseia no peso a seco.)

5 Calibração correcta/incorrecta

Uma calibração correcta obtém-se medindo as amostras e efectuando leituras com base no intervalo de humidade efectiva 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 calibração correcta com grande linearidade.

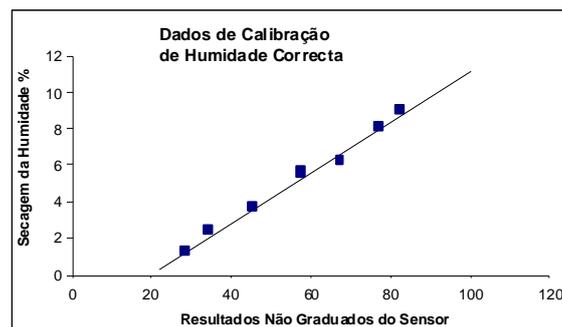


Figura 26 - Exemplo de uma calibração de material ideal

5.1.1 É provável que se obtenha uma calibração incorrecta se:

- For utilizada uma amostra demasiado pequena para medir o teor de humidade.
- For utilizado um número muito pequeno de pontos de calibração (em particular 1 ou 2 pontos).
- O teste da sub-amostra não for representativo da amostra a granel.

- As amostras tiverem sido obtidas próximo do mesmo teor de humidade, como exemplificado no gráfico de calibração mostrado abaixo (à esquerda). É necessário um intervalo adequado.
- Houver uma grande dispersão nas leituras, conforme exemplificado no gráfico de calibração abaixo (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.

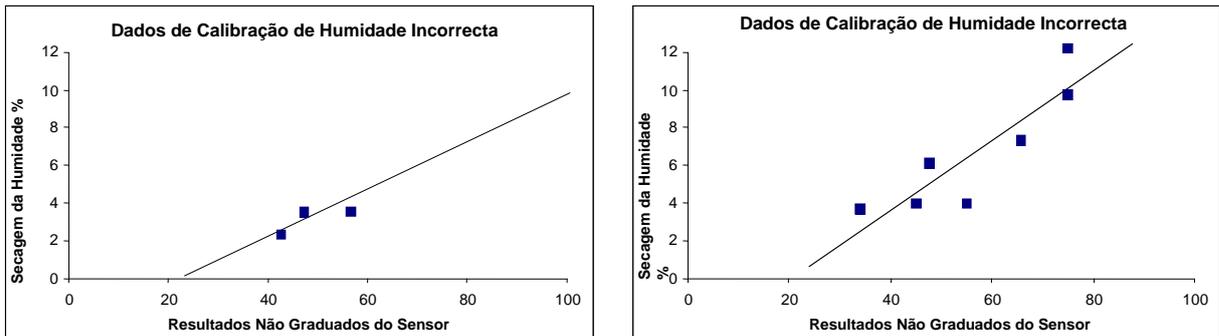


Figura 27 - Exemplos de pontos de calibração de material de má qualidade

6 Calibração rápida

Relativamente a alguns materiais é possível efectuar uma estimativa da inclinação da linha de calibração (“**B**” coeficiente/valor). Utilizando um valor “**B**” aproximado numa calibração ficará apenas um coeficiente de calibração por determinar, o valor de desvio “**C**”. Deste modo, torna-se possível efectuar uma calibração “rápida” ou a um ponto. Este processo é útil quando se torna difícil obter uma vasta gama de valores de humidade.

Relativamente à areia e agregados, a inclinação da linha de calibração depende grandemente do tipo e tamanhos das partículas do material. Na tabela 2 são mostrados gradientes aproximados.

Para calibração precisa de uma vasta gama de valores de humidade, é necessário efectuar uma calibração completa com base no intervalo de humidade efectiva global do material. Consulte a página 33 para obter informações detalhadas.

Tamanho do agregado (mm)	Coefficiente B (inclinação)
0-2	0,1515
0-4	0,2186
0-8	0,2857

Tabela 2 - Coeficientes aproximados para agregados

O método utilizado para efectuar a calibração a um ponto depende do modo como o sensor está configurado.

No caso de o sensor estar configurado para emissão de valores Não Graduados, convertidos, em seguida, em valores de humidade no sistema de controlo, ou seja, Não Graduada Filtrada ou Média Não Graduada (Consulte ‘Calibração no interior do sistema de controlo’; na página 31), a rotina da calibração será idêntica ao procedimento do fabricante do sistema de controlo.

No caso de o sensor estar configurado para emissão de um sinal directamente proporcional à humidade, ou seja, Humidade Filtrada % ou Humidade Média % (Consulte 'Calibração no interior do Hydro-Probe II' na página 30), o software Hydro-Com e Hydro-Cal irão automatizar o cálculo a um ponto.

A seguir encontra uma descrição detalhada de ambos os sistemas.

6.1 A: Calibração rápida para o cálculo da humidade externa no sistema de controlo

No caso de o sensor estar configurado para emissão de uma leitura não graduada, em seguida, convertida num valor de humidade no sistema de controlo (ou seja, os parâmetros de calibração são armazenados no interior do sistema de controlo), a conversão em humidade poderá ser efectuada de diferentes modos, dependendo do sistema de controlo.

Por exemplo, a conversão PLC poderá utilizar a contagem em bruto a partir da "placa analógica" que poderá não corresponder ao intervalo de unidades não graduado de 0 a 100 utilizado pelo sensor.

Nestes casos, deverá contactar o fabricante do sistema de controlo para obter recomendações relativamente a um procedimento de calibração rápida semelhante. A Hydronix dispõe de uma aplicação para auxiliar o desenvolvimento de valores de calibração. Contacte a Hydronix directamente para obter mais informações

6.2 B: Calibração rápida utilizando o Hydro-Com ou Hydro-Cal

O Hydro-Com ou Hydro-Cal podem automatizar o processo de calibração a um ponto quando o sensor está configurado para armazenar internamente a calibração de humidade do material.

1. Executando os passos 1-9 da página 33 , obtenha uma amostra do material e seque, anotando os valores indicados abaixo.
2. Introduza os valores na calibração do Hydro-Com e certifique-se de que as normas de calibração estão activadas utilizando a caixa de selecção.
3. A partir deste ponto único, é desenhada uma linha de calibração utilizando as regras de calibração. O Hydro-Com irá atribuir um valor de inclinação de 0,2186, que é o valor de inclinação médio dos conjuntos de areia fina e standard. O coeficiente de calibração passa a ser: $B = 0,2186$, $C = -2,5045$

Ao gravar estes valores no sensor significa que poderá medir a humidade do material.

- Q: *O Hydro-Com não detecta nenhum sensor quando primo em procurar.*
- A: Se houver muitos sensores ligados à rede RS485, certifique-se de que cada sensor está identificado de forma diferente. Certifique-se de que o sensor está ligado correctamente, 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 seleccionada a porta COM correcta.
- Q: *Qual a frequência de calibração do sensor?*
- A: A recalibração não é necessária, excepto se a gradação do material se alterar significativamente ou se for utilizada uma nova fonte. No entanto, recomenda-se que obtenha amostras regularmente (consulte o Capítulo 5) no local para confirmar se a calibração permanece válida e precisa. Coloque estes dados numa lista (consulte Apêndice B) e compare-os com os resultados do sensor. Se os pontos se situarem próximo ou na linha de calibração, esta permanece eficaz. Se observar uma diferença constante será necessário recalibrar. Existem aplicações em que os clientes não necessitam de efectuar a recalibração durante 5 anos.
- Q: *Se for necessário substituir o sensor no meu depósito de areia terei de calibrar o novo sensor?*
- A: Geralmente não, pressupondo que o sensor será montado exactamente no mesmo local. Grave os dados de calibração do material no novo sensor e as leituras de humidade serão idênticas. Recomenda-se que verifique a calibração obtendo uma amostra, conforme mostrado em Capítulo 5 e verificando o ponto de calibração. Se se situar próximo ou na linha a calibração permanece eficaz.
- Q: *Como devo proceder se houver uma ligeira variação de humidade no meu material no dia da calibração?*
- A: Se tiver secado diferentes amostras e houver uma ligeira variação na humidade (1-2%), determine um ponto de calibração adequado recorrendo ao cálculo da média das leituras não graduadas e da humidade com secagem em forno. O Hydro-Com permitirá produzir uma calibração válida até serem criados outros pontos. Quando houver uma alteração de humidade, no mínimo, de 2%, obtenha uma nova amostra e optimize a calibração adicionando mais pontos. Consulte também os dados de calibração sugeridos para agregados na página 32.
- Q: *Se alterar o tipo de areia que estou a utilizar, é necessário recalibrar?*
- A: Dependendo do tipo de areia, poderá ou não ser necessária a recalibração, uma vez que grande parte dos tipos de areia apresenta a mesma calibração. As normas de calibração dividem-se em dois conjuntos de calibração de areia standard: areia fina e normal. Recomenda-se que verifique a calibração obtendo uma amostra, conforme mostrado no Capítulo 5 e verificando o ponto de calibração. Se se situar próximo ou na linha a calibração permanece eficaz.
- Q: *Qual a variável de medição que devo utilizar na definição do sensor?*
- A: Depende do facto de a calibração estar armazenada no sensor ou no controlador por lote, e do facto de a entrada digital ser utilizada para o cálculo da média. Consulte a 30 para mais informações.

- Q: *Parece haver uma dispersão nos pontos que criei na calibração. Esta situação representa um problema? Existe algo que permita melhorar o resultado da calibração?*
- A: 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 correctamente no fluxo. Se a posição do sensor estiver correcta e a amostragem for efectuada conforme descrito no o Capítulo 5, tal não deverá ocorrer. Utilize um valor Média Não Graduada para a calibração. O período da média pode ser definido com a entrada Média/Constante ou utilizando Média Remota. Consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com (HD0273) para mais informações.
- Q: *As leituras do sensor mudam irregularmente, não sendo consistentes com as alterações na humidade do material. Existe um motivo que o justifique?*
- A: É possível que uma parte do material se esteja a acumular na superfície do sensor durante o fluxo e, por isso, apesar de haver uma alteração na humidade do material, o sensor apenas “detecta” o material na sua superfície, logo a leitura poderia manter-se relativamente constante até ao momento em que o material se soltasse permitindo que o novo material fluísse sobre a 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. O sensor Hydro-Probe II tem duas linhas, assinaladas com A e B na etiqueta da placa posterior. O alinhamento correcto verifica-se quando a linha A ou B está na horizontal, indicando que a cerâmica se apresenta no ângulo correcto, conforme sugerido no Capítulo 2.
- Q: *O ângulo do sensor afecta a leitura?*
- A: É possível que a alteração do ângulo do sensor possa afectar 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 afectar as leituras e, em última análise, a calibração tornar-se-á inválida. Por este motivo é sugerido que ao remover qualquer sensor e, em seguida, ao recolocá-lo, deverá ser posicionado no mesmo ângulo.
- Q: *Por que motivo o sensor emite uma humidade negativa quando o depósito está vazio?*
- A: Deverá ser tido em atenção que os coeficientes de calibração do material são específicos do material. Se o depósito estiver vazio é provável que seja medido ar e, por isso, a calibração do material não será representativa. Portanto, os valores de humidade não têm significado.
- 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.
- Q: *Qual o comprimento máximo de cabo que é possível utilizar?*
- A: Consulte o Capítulo 8.

As tabelas que se seguem apresentam os problemas mais comuns detectados 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
Sensor temporariamente bloqueado	Desligue e volte a ligar o sensor	Sensor a funcionar correctamente	Verificação da alimentação
Sensor sem alimentação	Corrente CC na caixa de derivação	+15 V cc +30 V cc	Localize a falha na fonte de alimentação/ligação eléctrica
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	Verificar a cablagem da caixa de derivação
Resultados do sensor inexistentes 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-SpecL 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 eléctrico	Verifique a configuração do sensor ligando-o a um PC
Falha interna ou configuração incorrecta	Ligue o sensor a um PC utilizando o software Hydro-Com e a um conversor RS485 apropriado	Ligação digital RS485 a funcionar	A ligação digital RS485 não está a funcionar. O sensor deverá ser devolvido à Hydronix para reparação

1.2 Características dos resultados do sensor

Pode ser efectuado um teste simples para verificar os resultados do sensor referentes ao ar e com areia.

	Resultados Não Graduados Filtrados (os valores mostrados são aproximados)				
	RS485	4-20 mA	0-20 mA	0-10 V	Modo de compatibilidade
Sensor exposto ao ar	0	4 mA	0 mA	0 V	>10 V
Mão no sensor	75-85	15-17 mA	16-18 mA	7,5-8,5 V	3,6-2,8 V

1.3 Sintoma: Resultados analógicos incorrectos

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Acção 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 correctamente	Efectue as ligações correctas utilizando o cabo especificado nas especificações técnicas
Saída analógica do sensor com problemas	Desligue a saída analógica do PLC e efectue a medição utilizando um amperímetro	Resultados da leitura em miliamperes semelhantes aos mostrados na tabela 2	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 efectue 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

1.4 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 +30 V cc	Localize a falha na fonte de alimentação/ligação eléctrica.
RS485 ligado incorrectamente ao conversor	Instruções de ligação do conversor e sinais A e B seguidos correctamente	Conversor RS485 correctamente ligado	Verifique as definições da porta COM do PC
Porta COM série incorrectamente seleccionada no Hydro-Com	Menu da Porta COM no Hydro-Com. Todas as Portas COM disponíveis estão realçadas no menu pendente	Mudar para a Porta COM correcta	O possível número de porta COM utilizado é superior a 10 e, por isso, não é seleccionável no menu do Hydro-Com. Determine o número da Porta COM atribuído à porta real consultando o gestor de dispositivos do PC
O possível número de porta COM é superior a 10 e não está disponível para utilização no Hydro-Com.	Atribuições de Porta COM na janela Gestor de Dispositivos do PC	Renumere a Porta COM utilizada para comunicação com o sensor, com um número de porta não utilizado entre 1 e 10	Verifique os endereços do sensor
Mais do que um sensor com o mesmo número de endereço	Ligue a cada sensor individualmente	O sensor é detectado num determinado endereço. Renumere este sensor e repita em relação a todos os sensores na rede	Experimente como alternativa RS485-RS232/USB, se disponível

1.5 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 do material. Reposicione o sensor se o problema persistir
Acumulação de material na superfície do sensor	Sinais de acumulação de materiais, como, por exemplo, depósito de sólidos na superfície de cerâmica	A placa frontal de cerâmica deverá ser mantida limpa através da acção do fluxo do material	Verifique o ângulo da cerâmica no intervalo entre 30° e 60°. Reposicione o sensor se o problema persistir
Calibração de entrada incorrecta 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 calibração
Interferência dos telemóveis	Utilização de telemóveis próximo do sensor	Nenhuma fonte RF a funcionar próximo do sensor	Evite a utilização a menos de 5 m do sensor
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 +30 V cc	Localize a falha na fonte de alimentação/ligação eléctrica.
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	Verificar a cablagem da caixa de derivação
Resultados do sensor inexistentes 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 desactivado	Desligue a energia durante aproximadamente 30 segundos e tente novamente ou meça a energia fornecida pela fonte de alimentação	Funcionamento normal entre 70 mA – 150 mA	Verifique se a temperatura de funcionamento se situa dentro do intervalo especificado
Falha interna ou configuração incorrecta	Remova sensor, limpe a superfície e verifique a leitura (a) com a superfície de cerâmica aberta e (b) com a mão a pressionar a superfície de	A leitura deveria alterar-se de acordo com um intervalo aceitável	Verifique o funcionamento utilizando os diagnósticos do Hydro-Com

	cerâmica com firmeza. Active a entrada Média/Constante, se necessário		
--	--	--	--

1.6 Sintoma: Leituras inconsistentes ou irregulares que não acompanham o teor de humidade

Explicação possível	Verificação	Resultado pretendido	Ação a executar em caso de falha
Detritos no sensor	Detritos, como, por exemplo, panos de limpeza presos na superfície do sensor	É necessário que o sensor esteja limpo sem detritos	Melhorar o armazenamento do material. Instalar redes de metal no topo dos depósitos
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, por exemplo, depósito de sólidos 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
Calibração inadequada.	Certifique-se de que os valores de calibração são apropriados ao intervalo de funcionamento	Os valores da calibração disseminam-se dentro do intervalo evitando a extrapolação	Efectue mais medições de calibração
Formação de gelo no material	Temperatura do material	Sem gelo no material	Não se baseie nas leituras de humidade
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 incorrecta do sinal Média/ Constante	A entrada Média/Constante está a funcionar durante o fluxo principal do depósito	Média/Constante deverá estar activo apenas durante o fluxo principal e não durante o período de avanço lento	Modifique as temporizações para incluir o fluxo principal e excluir o avanço lento da medição.
Configuração incorrecta do sensor	Opere a entrada Média/Constante. Observe o comportamento do sensor	A saída deve ser constante com a entrada Média/ Constante desactivada (OFF) e alterar-se com a entrada (ON)	Saída do sensor configurada correctamente para aplicação
Ligações à terra inadequadas	Ligações dos elementos metálicos e dos cabos à terra	É necessário eliminar as diferenças de potencial de terra	Garantir a ligação equipotencial dos elementos metálicos

1 Especificações técnicas

1.1 Dimensões

Diâmetro: 76,2 mm

Comprimento: 395 mm

1.2 Construção

Corpo: Aço inoxidável fundido

Placa frontal: Cerâmica

1.3 Penetração do campo

Aproximadamente 75 -100 mm dependendo do material

1.4 Intervalo de humidade

Para materiais a granel o sensor irá medir até ao ponto de saturação, geralmente 0-20% para materiais de construção

1.5 Intervalo da temperatura de funcionamento

0 - 60°C. O sensor não funciona em materiais congelados

1.6 Tensão da fonte de alimentação

15 - 30 V CC. 1 A como mínimo necessário para o arranque (potência de funcionamento normal de 4 W).

1.7 Saída analógica

Uma saída do circuito de corrente 0 – 20 mA ou 4-20 mA configurável (colector) disponível para humidade e temperatura. A saída do sensor poderá também ser convertida para 0-10 V cc

1.8 Comunicações digitais (série)

Porta de 2 cabos RS485 opto isolada – para comunicações série, incluindo alteração dos parâmetros de funcionamento e diagnóstico do sensor. Contacte a Hydronix para acesso de leitura/escrita aos parâmetros e valores do sensor

1.9 Entradas digitais

Activação de uma entrada digital configurável de 15-30 V cc

Uma entrada/saída digital configurável – especificação de entrada de 15 – 30 V cc, especificação de saída: saída de colector aberto, corrente máxima de 500 mA (necessária protecção contra sobre-correntes)

2 Ligações

2.1 Cabo de sensor

Cabo de seis pares entrançados (total de 12 núcleos) blindados (revestidos) com condutores de 22 AWG, de 0,35mm².

Blindagem (revestimento): Trança com revestimento mínimo de 65% e folha de alumínio/poliéster.

Tipos de cabo recomendados: Belden 8306, Alpha 6373

Resistência de 500 Ohm – A resistência recomendada é uma resistência de precisão selada epóxi com as seguintes especificações: 500 Ohm, 0,1% 0,33 W)

Comprimento máximo do cabo: 200 m, separadamente dos cabos do equipamento pesado.

2.2 Ligação à terra

O cabo do sensor é ligado à blindagem do cabo. Garanta a ligação equipotencial de todos os elementos metálicos expostos. Em áreas com risco de relâmpagos elevado, deverá ser utilizada protecção correcta e adequada.

2.3 Emissões

O total de emissões representa mais do que um factor correspondente a 100 abaixo dos limites indicados nas Tabelas I e II da Norma aplicável à radiação de radiofrequência AS2772.1-1990.



Declaração de Conformidade CEE

Directiva de Compatibilidade Electromagnética 89/336/CEE.

Tipo de equipamento:	Hydro-Probe II: HP02
Critérios de conformidade:	Emissões por condução: EN55011:1991 Classe A Grupo 2
Emissões por radiação:	EN55011:1991 Classe A Grupo 2
Imunidade por radiação:	EN61000-4-3:1996, DDENV 50204:1996
Imunidade por condução:	EN61000-4-6:1996
Descarga electrostática:	EN61000-4-5:1995
Imunidade rápida transitória/burst:	EN61000-4-4:1995

A tabela abaixo apresenta o conjunto completo de parâmetros predefinidos. Aplica-se às versões de firmware HS0029 e HS0046. Estas informações também constam na Nota de engenharia EN0027, que pode ser transferida a partir de www.hydronix.com.

Parâmetro	Intervalo/opções	Parâmetros predefinidos	
		Modo Standard	Modo de Compatibilidade
Configuração da saída analógica			
Tipo de saída	0-20 mA 4-20 mA Compatibilidade	0 – 20 mA	Compatibilidade
Variável da saída 1	Humidade filtrada % Humidade média % Filtrada não graduada Média não graduada	Filtrada não graduada	N/D
Elevado %	0 – 100	20.00	N/D
Baixo %	0 – 100	0.00	N/D
Calibração da humidade			
A		0,0000	0,0000
B		0,2857	0,2857
C		-4,0000	-4,0000
SSD		0,0000	0,0000
Configuração de processamento do sinal			
Duração da suavização	1,0, 2,5, 5,0, 7,5, 10	1,0 seg.	1,0 seg.
Velocidade de variação +	Ligeiro Médio Pesado Não utilizado	Ligeiro	Não utilizado
Velocidade de variação -	Ligeiro Médio Pesado Não utilizado	Ligeiro	Não utilizado
Configuração da média			
Retardamento na média/constante	0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 5,0	0,5 seg.	0,5 seg.
Limite superior (m%)	0 – 100	30,00	30,00
Limite inferior (m%)	0 – 100	0,00	0,00
Limite superior (us)	0 – 100	100,00	100,00
Limite inferior (us)	0 – 100	0,00	0,00
Configuração de entrada/saída			
Utilização de Entrada 1	Não utilizado	Média/constante	Não utilizado

	Média/constante Humidade/temp.		
Utilização de entrada/saída 2*	Não utilizado Temp. humidade Depósito vazio Dados inválidos Sensor correcto	Não utilizado	Não utilizado
Compensação da temperatura			
Coeficiente de temp. do sistema electrónico		0,005	0,005

* A segunda entrada/saída digital não está disponível na versão antiga de firmware HS0029

Poderá ser removido

Folha de Registo da Calibração da Humidade



Hydronix

Consulte o Manual do Utilizador do Hydro-Com HD0273 para obter informações completas sobre calibração.

Instruções:

- Obtenha uma pequena amostra do material no qual o sensor está localizado.
- Durante a obtenção de amostras leia os resultados não graduados do sensor.
- Registe a leitura não graduada do sensor, a leitura da humidade do sensor e humidade laboratorial na tabela abaixo.
- Os dados poderão ser utilizados para recalibrar o sensor, caso existam erros consistentes na humidade (>0,5%) entre a saída da humidade actual do sensor e a humidade laboratorial.

Material	
Localização	
N.º série do sensor	

Nome do operador	Data	Hora	Leituras do sensor		Humidade laboratorial	Diferença de humidade sensor/laboratório
			Não graduado	Humidade		

1 Referência Cruzada de Documentos

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

Número do Documento	Título
HD0273	Manual do Utilizador do Hydro-Com
HD0303	Manual do Utilizador do Módulo de Interface USB do Sensor
EN0027	Valores Predefinidos dos Parâmetros do Sensor

ÍNDICE REMISSIVO

Alimentadores vibratórios.....	16	Instalação eléctrica	19
Amostras		Ligação	
calibração	32	entrada/saída digital.....	21
normas internacionais	32	Hydro-View.....	21
Anel de aperto.....	18	multiponto.....	22
Aplicações apropriadas.....	11	PC	23
Cabo.....	19	saída analógica.....	20
Cabo do sensor.....	19	Ligações.....	12
Caixa de derivação	22	Ligações do sensor.....	12
Calibração	37	Manga de montagem de extensão	18
a um ponto	35	Manga de montagem standard.....	18
armazenamento de dados.....	30	Média Não Graduada	25
coeficientes	29	Média/constante.....	27
correcta e incorrecta.....	33	Montagem	
interior do sensor.....	30	geral	14
no sistema de controlo	30	opções.....	18
procedimento.....	31	Montagem de alimentadores vibratórios.....	16
rápida.....	35	Montagem em correia transportadora	17
Calibração a um ponto	35	Montagem na parede do depósito	15
Cerâmica		Montagem no estreitamento do depósito	14
manutenção.....	11	Montar em correia transportadora	17
Compatibilidade	12	Parâmetros	
Conector		Baixo% e Elevado%.....	26
mil-spec	19	variável de saída 1	25
Configuração.....	12	Placa deflectora	13
Conversor RS232/485.....	24	RS232/485 Converter	24
Detecção de problemas	39	Saída.....	25
Entradas/saída digital.....	27	analógica.....	19
Filtrada Não Graduada.....	25	dados inválidos	27
Humidade		depósito vazio	27
negativa	38	sensor correcto	27
superfície	30	Saída analógica	12, 19, 25
Humidade Filtrada %.....	26	Sensor	
Humidade livre	29	posição.....	13, 14
Humidade média %.....	26	SSD.....	29, 30
Humidade total	29	Superfície Seca Saturada.....	29
Humidade/Temperatura	27	Técnica de medição.....	11
Hydro-Com	25, 37	Teor da humidade.....	33
Hydro-View.....	21	Vida útil	11
Instalação			
recomendação.....	13		