



Condutiva
tecnologia



Sensor de Umidade para Concreto - Série 3000

Recomendações para Correta Instalação e Operação do Equipamento



Este documento contém informações confidenciais. Seu conteúdo é de uso exclusivo de pessoas e empresas autorizadas pela Condutiva. Por favor, obter permissão por escrito da Condutiva caso deseje utilizá-lo para outros fins.

Seqüência Passo a Passo para Instalação de Sensor de Umidade

ETAPA	PASSO	RECOMENDAÇÃO	Informações complementares e fotos (página)	
INSTALAÇÃO DA SONDA NO MISTURADOR	Escolha da posição	NÃO montar a sonda abaixo da alimentação de agregados, cimento e água.	7 a 13	
		a sonda deve ser montada sob ponto de passagem de pelo menos uma pá. Esta pá deve passar paralelamente à face cerâmica da sonda, limpando toda a face cerâmica da sonda durante a produção da massa de concreto	7 a 13	
		garantir que a sonda sempre fique coberta de massa durante o ciclo produtivo	7 a 13	
		misturadores de eixo vertical	Preferencialmente na parede lateral	6
		misturadores de eixo horizontal	Num ângulo de 10 a 20 graus em relação ao fundo	10
	Abertura de furo com \varnothing de 80mm e soldagem do suporte		7 a 13	
Instalação da sonda	distância entre a face cerâmica da sonda e pá do misturador aproximadamente igual a 5mm	16 a 19		
MONTAGEM DO SISTEMA HIDRÁULICO	Especificação da motobomba	normalmente potência de 1/2 CV ou inferior é suficiente	19	
	Encanamento hidráulico	a entrada da tubulação no misturador a entrada deve ter curva em 90°	21 a 23	
		deve ser instalada uma válvula de redução de pressão no circuito.	21 e 23	
	"chuveirinho"	A posição do chuveirinho deve produzir jatos de água que atinjam a massa de concreto, em uma posição entre o eixo e a parede do misturador.	12, 20 e 21	
o número e diâmetro dos furos do "chuveirinho" dependem das características do misturador. O número de furos deve ser suficiente para cobrir boa parte da massa e o diâmetro deve ser pequeno e aumentado gradativamente.		22 e 23		
INSTALAÇÃO DA UC OU MÓDULO 4-20mA	Escolha do local	preferencialmente em cabines fechadas e climatizadas	23 e 24	
		evitar excesso de contato com pó		
		Não expor a vibrações		
	Selecionar tensão de alimentação 127 ou 220 volts (no caso da UC) e conectar a rede.	NÃO expor ao contato com água	23 e 24	
utilizar fases onde não estão conectadas cargas muito grandes.				
		sobretensão pode danificar o equipamento e subtensão pode ocasionar falhas de funcionamento		

ÍNDICE

Seqüência Passo a Passo para Instalação de Sensor de Umidade.....	2
1. Objetivos	4
2. O Sensor de Umidade para Concreto - Série 3000.....	4
2.1 Como Funciona o Sensor de Umidade para Concreto - Série 3000.....	4
2.2 Principais Partes do Equipamento.....	5
2.3 Características Básicas do Sensor de Umidade Série 3000.....	6
3. O Que Avaliar Antes da Instalação do Equipamento.....	6
4. Misturadores de Eixo Horizontal.....	7
4.1 Forma Correta de Montagem da Sonda em Misturadores de Eixo Horizontal	8
5. Misturadores de Eixo Vertical	10
5.1 Forma Correta de Montagem da Sonda em Misturadores de Eixo Vertical	11
6. Capacidade de Homogeneização do Misturador.....	13
7. Condição de Manutenção do Misturador e da Sonda.....	14
8. Posicionamento da Sonda no Misturador	16
9. Montagem do Sistema Hidráulico	19
10. Instalação Elétrica e Instalação da UC	23
11. Sistemas Fornecidos com Módulo 4 a 20 mA	24
12. Características do Processo Produtivo de Cada Cliente.....	24
12.1 Seqüência e Forma de Adição de Agregados e Cimento	25
13 Recomendações Gerais	25

1. Objetivos

Fornecer informações e orientações para a correta instalação e operação do Sensor de Umidade para Misturadores de Concreto.

As recomendações deste manual propiciam melhor performance do equipamento, processos de adição de água mais repetitivos e mais rápidos, melhor distribuição da água na massa de concreto, melhor homogeneização da massa de concreto, melhor aproveitamento da vida útil do equipamento, reduz risco de falhas do equipamento por erros de instalação.

As recomendações que seguem abrangem todas as versões existentes de sonda e de unidades de processamento. São tratados aspectos desde montagem mecânica, método de adição de água, ajustes de parâmetros complementando o Manual de Instruções e Operação do equipamento.

As recomendações deste manual devem ser seguidas visando melhor performance do equipamento.

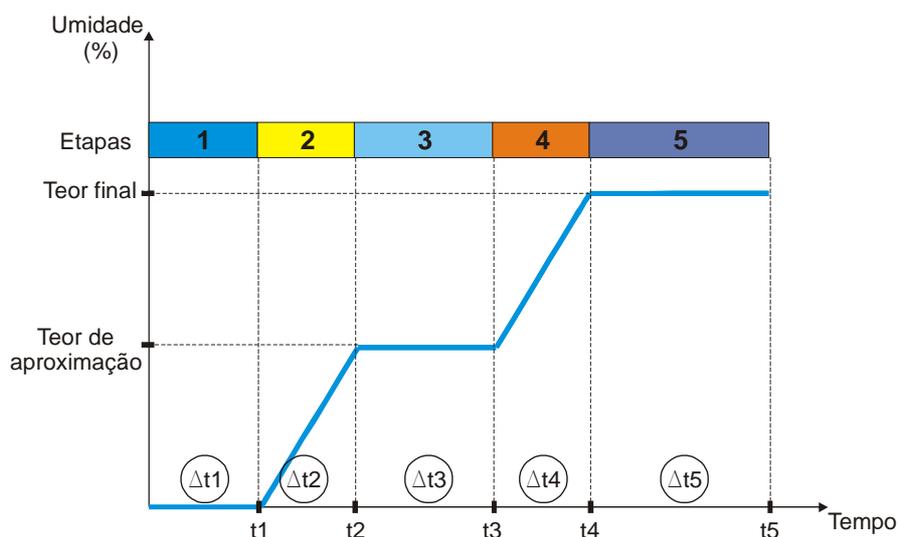
2. O Sensor de Umidade para Concreto - Série 3000

2.1 Como Funciona o Sensor de Umidade para Concreto - Série 3000

Após a adição dos agregados e cimento ao misturador, o sensor faz a leitura da quantidade de água existente na mistura destes insumos. Em seguida, a adição de água é feita automaticamente até atingir-se o teor de umidade desejado. Assim, o sensor de umidade complementa a automação de processos de produção de massa de concreto e trabalha segundo condições que podem ser pré-programadas.

O gráfico 1 abaixo apresenta as fases da seqüência de trabalho do sensor de umidade. Todos os 5 passos são temporizados via UC - unidade de controle - e variam de acordo com cada aplicação.

A UC proporciona adição temporizada de aditivo desde que seja utilizado um sistema adicional de motobomba semelhante ao sistema de água. Esta adição de aditivo não esta representada no gráfico abaixo podendo ser realizada ou não. O software permite a opção em colocar-se aditivo logo no início do processo, anteriormente à etapa 1, ou após a etapa 2, adição rápida de água.



Etapa	Passo da receita
1	Tempo inicial de homogeneização
2	Adição de água rápida
3	Tempo de homogeneização de aproximação
4	Adição pulsada de água - ajuste fino
5	Tempo de homogeneização final

Gráfico 1 - Operação do Sensor de Umidade Série 3000 com controle de umidade

2.2 Principais Partes do Equipamento

O equipamento é composto de duas partes: o Sensor e a Unidade de Controle - UC. Tanto o sensor como a UC possuem um microcontrolador próprio e a comunicação entre eles é feita através de um cabo flexível PP de três vias (secção igual a $0,5 \text{ mm}^2$, comprimento máximo recomendado de 50 metros).

Existem três versões de sonda e três versões de UC que são aplicadas dependendo da necessidade de cada caso.

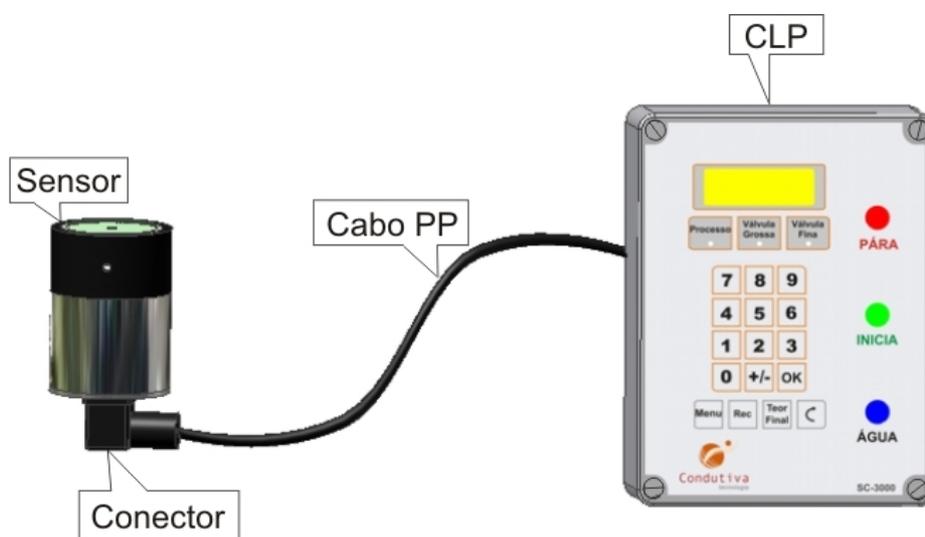


Figura 1 - Sistema composto por sonda SC 3000 I e unidade de controle UC 3000.

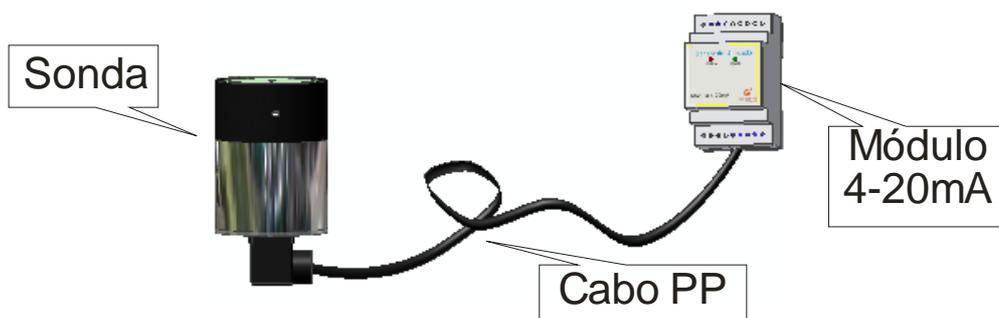


Figura 2 - Sistema para operação da sonda SC 3000 I com módulo 4-20 mA.

2.3 Características Básicas do Sensor de Umidade Série 3000

O Sensor de Umidade Condutiva Série 3000 possui as seguintes características:

- o princípio físico de funcionamento é capacitivo,
- destinado à medição, em tempo real, e controle do teor de água em processos de produção de massa de concreto,
- faixa de medição do teor de umidade de 0% a 12% de água (base seca) em relação à massa total de concreto,
- destinado aos fabricantes de blocos, pisos, tubos, telhas,
- facilmente adaptado em misturadores estacionários de diversos modelos, inclusive em misturadores instalados e em operação,
- três opções de sonda,
- três opções da unidade de controle,

Consultar a ficha técnica sobre as versões disponíveis do equipamento, as especificações, recomendações de aplicação e opcionais.

3. O Que Avaliar Antes da Instalação do Equipamento

O correto funcionamento do sensor de umidade depende de vários fatores como:

- tipo de misturador (eixo vertical e eixo horizontal),
- capacidade do misturador em homogeneizar a massa de concreto,
- características do processo produtivo,

- seqüência e forma de adição de agregados e cimento,
- condições gerais de manutenção do misturador.

4. Misturadores de Eixo Horizontal

Os misturadores de eixo horizontal são um pouco mais favoráveis à medição de umidade que os misturadores de eixo vertical.

Nos misturadores de eixo horizontal o sensor deve ser montado em um ângulo de 10° a 20° em relação ao fundo do misturador, como apresentado na figura 3. Esta montagem também pode ser feita na comporta de descarga facilitando a limpeza da face cerâmica ao final de cada ciclo. Neste caso deve-se tomar cuidado com a fixação do cabo de comunicação entre a sonda e UC, pois o movimento da comporta pode partir o cabo ocasionando falha de comunicação.

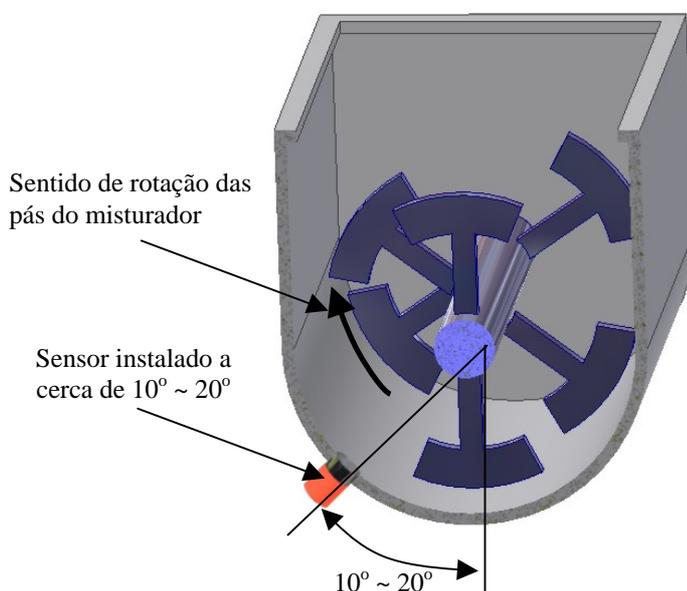


Figura 3 - Posição para a instalação do sensor de umidade num misturador de eixo horizontal. É importante observar o sentido de rotação das pás e o lado correto para montagem do sensor.

4.1 Forma Correta de Montagem da Sonda em Misturadores de Eixo Horizontal

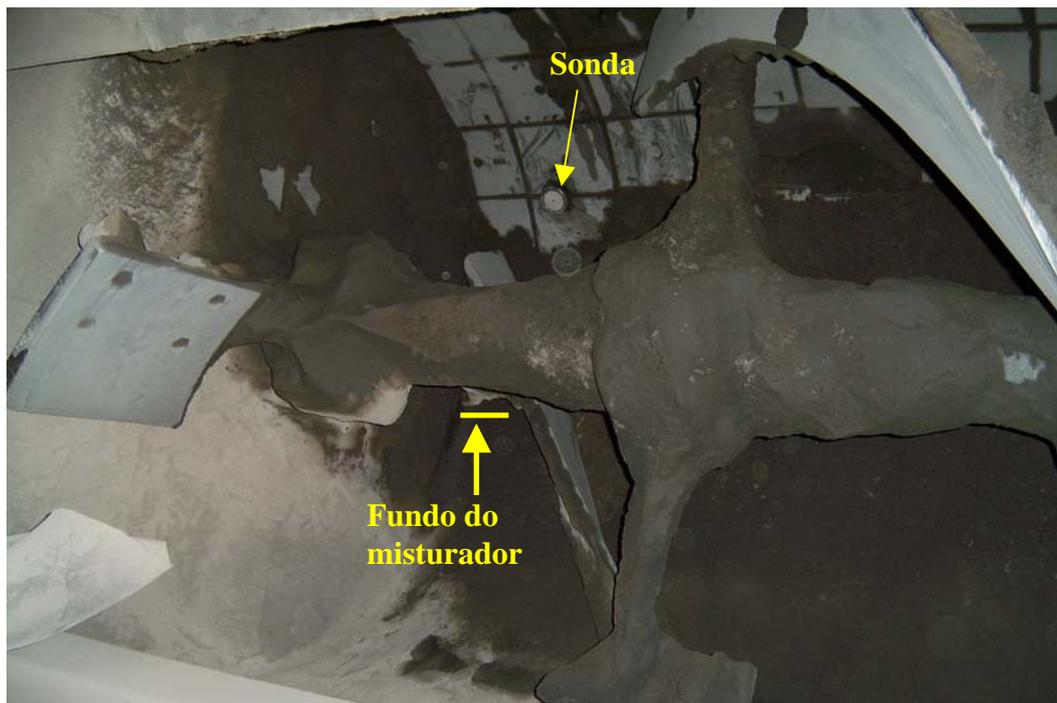


Foto 1 - A sonda está montada corretamente em um ângulo entre 10 e 20 graus em relação ao fundo do misturador. Observa-se que nesta região não há acúmulo de massa seca nas paredes do misturador. A sonda também está a uma distância adequada da parede lateral, local onde ocorre acúmulo de massa.

A sonda está corretamente montada sob a pá principal do misturador. Preferencialmente, escolhe-se esta pá do misturador, que garantirá melhor fluxo e renovação da massa de concreto sobre a sonda.

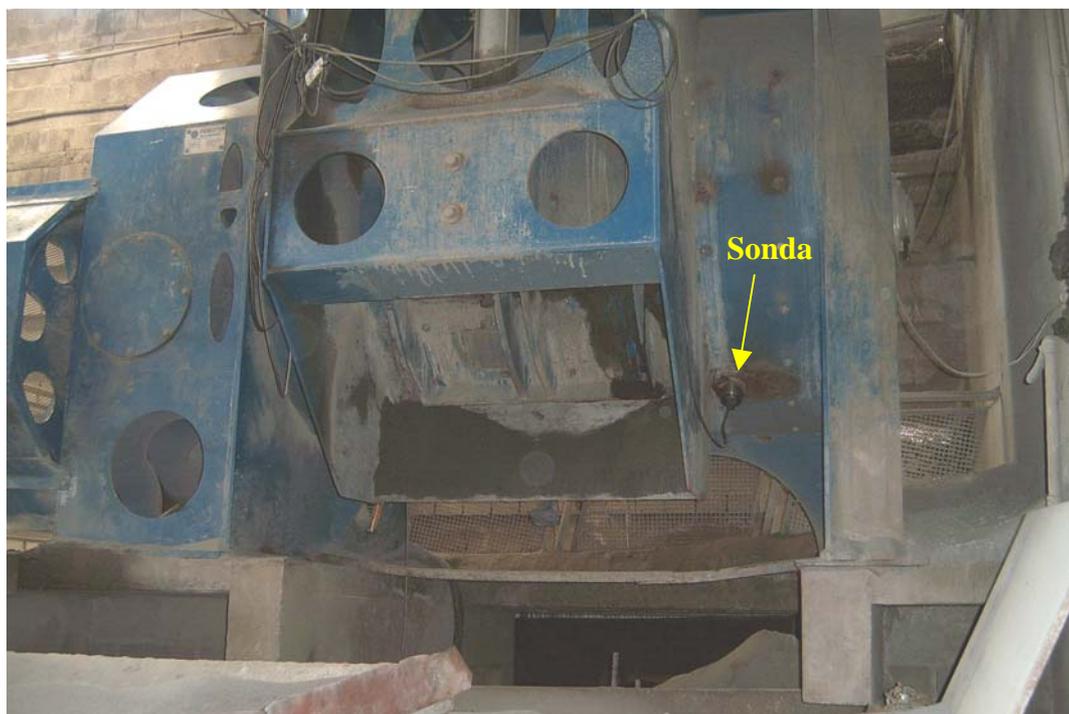


Foto 2 - Vista externa da montagem da sonda em misturador de eixo horizontal. Frequentemente 01 sonda é suficiente para medição do teor de umidade.



Foto 3 - Exemplo de sonda montada na comporta de descarga de misturador de eixo horizontal. Neste caso também é muito importante a distância entre a face da sonda e a pá do misturador, assim como o paralelismo entre as duas peças.



Foto 4 - Vista externa da montagem da sonda na comporta de descarga.

5. Misturadores de Eixo Vertical

Nestes misturadores a medição do teor de umidade é um pouco menos favorável que em misturadores de eixo horizontal. A razão é que a água adicionada à massa de concreto leva mais tempo para ser homogeneizada e atingir a superfície do sensor, principalmente se este estiver montado no fundo do misturador. Assim, existe uma maior defasagem de tempo entre a adição de água e a leitura do sensor, o que dificulta o processo de medição de umidade. Observa-se uma melhor performance do sensor de umidade em misturadores planetários.

Nos misturadores de eixo vertical o sensor pode ser montado tanto na lateral como no fundo. A montagem na lateral é mais recomendada para misturadores que sempre trabalham na capacidade máxima e que tenham uma boa manutenção na pá raspadora da parede lateral.

Em pequenos misturadores de eixo vertical a abertura do furo e montagem do suporte na parede lateral é mais difícil, pois a curvatura da parede não permite o correto assentamento das peças. Contudo, a montagem na parede lateral é sempre preferível.

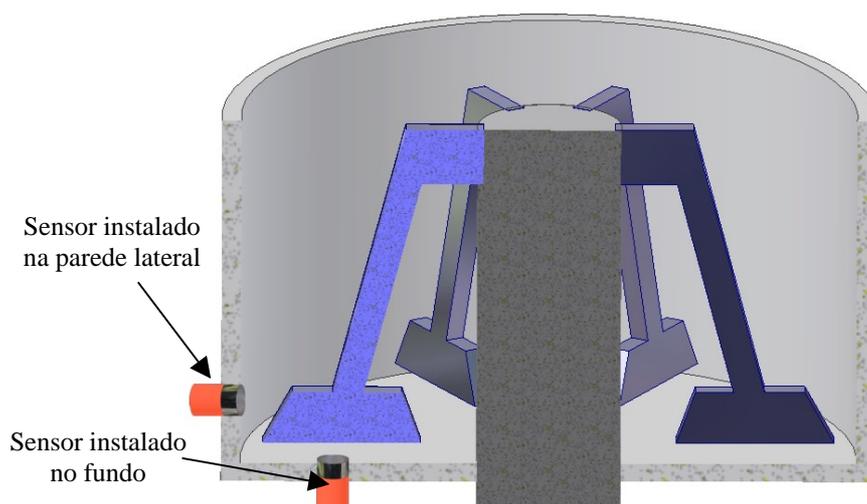


Figura 4 - Posições recomendadas para a instalação do sensor de umidade num misturador de pás móveis.

5.1 Forma Correta de Montagem da Sonda em Misturadores de Eixo Vertical



Foto 05 - Vista da sonda montada na parede lateral do misturador.

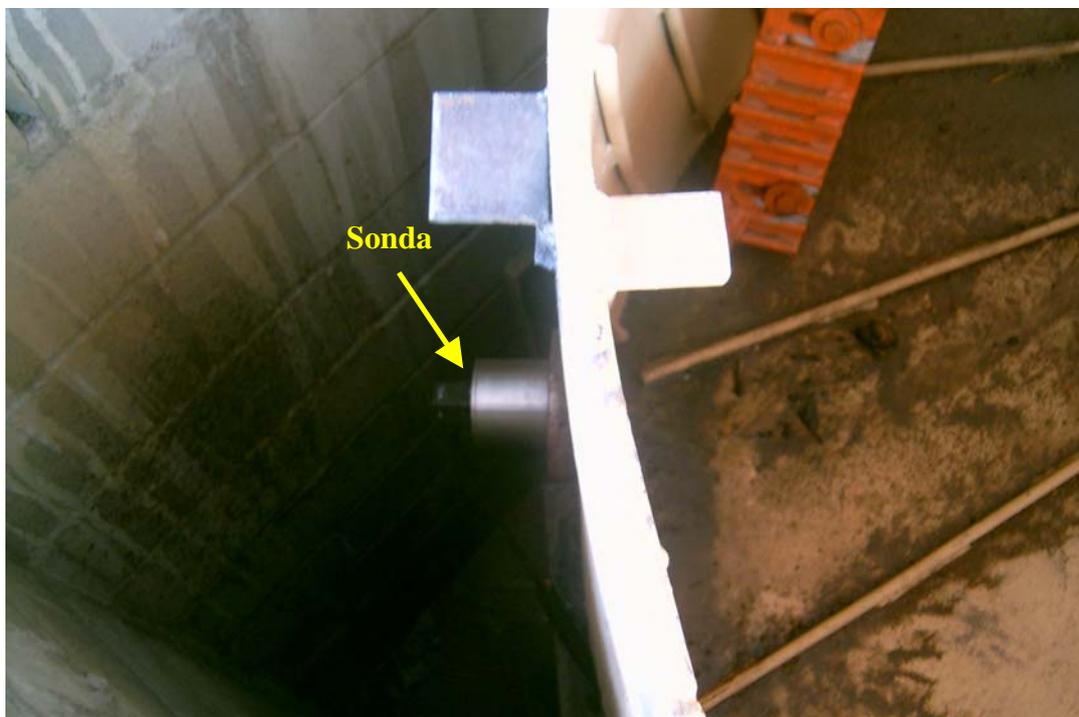


Foto 06 - Vista externa da montagem da sonda na parede lateral.

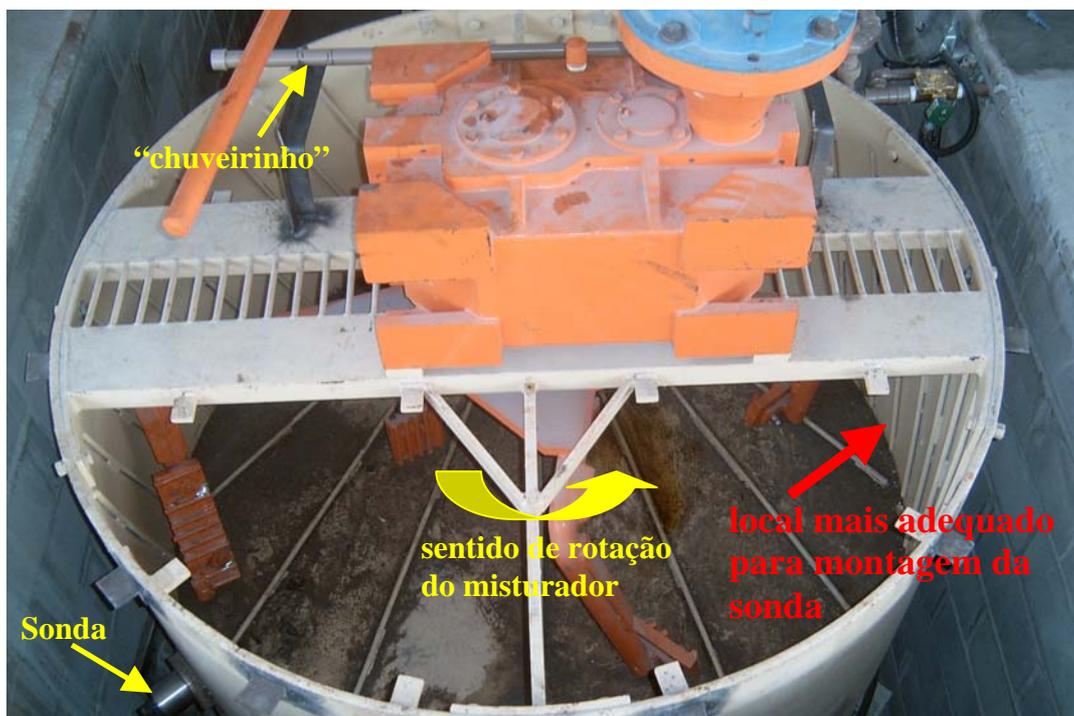


Foto 07 - Posicionamento da sonda em relação ao “chuveirinho”. Deve-se montar a sonda o mais distante possível do “chuveirinho” de modo que a massa já chegue ao sensor pré misturada. A montagem acima não está plenamente adequada e o local correto é indicado pela seta em vermelho.



Foto 08 - Vista de sonda montada no fundo de misturador de eixo vertical. A distância entre o centro da sonda e a parede lateral do misturador de ser igual a $1/3$ do raio. Posicionar a sonda de modo que o pá passe sobre o sensor proporcionando a limpeza da face da sonda e a renovação de massa durante a mistura.



Foto 09 - Vista externa da montagem da sonda no fundo de misturador de eixo vertical.

6. Capacidade de Homogeneização do Misturador

Tanto em misturadores de eixo horizontal como nos de eixo vertical um aspecto importante é a capacidade do misturador em homogeneizar a massa de concreto. Quanto mais rápido for a homogeneização da massa de concreto melhor será a performance do sensor de umidade. Isto está relacionado aos ângulos e montagens das pás do misturador e ao ciclo completo de rotação das pás.

Um indicador bastante importante é a medição de um ciclo completo de rotação das pás do misturador. Por exemplo, existem misturadores com ciclo de 1,5 segundos. Outros misturadores, de maior porte, possuem ciclo de rotação de 3 segundos.

O ciclo de rotação do misturador deve ser avaliado em função do porte do equipamento. Em misturadores pequenos (capacidade inferior a 1.000 litros) espera-se ciclos mais curtos (por volta de 2 segundos) e em misturadores maiores (com capacidade superior a 1.000 litros) os ciclos são mais longos (em torno de 3 segundos). Assim, se um misturador de pequeno porte possuir ciclo de 3 segundos espera-se uma homogeneização mais lenta, que impacta negativamente na performance do sensor de umidade.

A montagem das pás influencia a homogeneização da massa de concreto. Já encontramos misturadores de eixo horizontal onde dois pares de pás estavam montadas uma de frente para a outra “jogando” massa uma na face da outra. A homogeneização era muito lenta e isto podia ser percebido no aspecto do bloco produzido pela prensa.

7. Condição de Manutenção do Misturador e da Sonda

As condições gerais de manutenção do misturador influenciam a performance do sensor de umidade. Os aspectos mais importantes a serem considerados são:

- verificação da existência de folgas nas pás do misturador. As pás devem estar bem fixadas para evitarem choques com a sonda e danos aos equipamentos,
- verificação do desgaste das pás. Quanto mais novas as pás mais próximas das paredes do misturador elas trabalham. Normalmente, nesta situação a sonda pode ser montada faceando internamente a carcaça do misturador. Esta condição prolonga a vida útil da sonda. Contudo, à medida que as pás desgastam-se a sonda deve ser aproximada da pá respeitando a distância entre 5 e 10 mm. Pás com raio de curvatura muito acentuado não limpam corretamente a sonda e prejudicam a leitura de umidade.
- deve evitar-se lavar a sonda com jatos de água, evitar-se o acúmulo de massa de concreto sobre a sonda. Cuidados adicionais devem ser tomados com a face cerâmica evitando-se choques e pancadas com ferramentas.

É necessário que as pás sejam capazes de revolver a massa de concreto durante o ciclo de produção. O paralelismo entre as pás que passam sobre o sensor e a face cerâmica do sensor garante a renovação de material sobre o equipamento e a correta leitura de umidade.

A distância entre a face cerâmica do sensor e as pás que passam sobre esta face é muito importante. **Assim, para instalação do sensor de umidade é importante escolher-se uma posição em que pelo menos uma pá passe sobre a superfície cerâmica do sensor proporcionando e limpeza da mesma.**

A melhor performance do sensor no misturador é obtida com:

- o correto posicionamento do sensor no misturador, ou seja, sob pelo menos uma pá,
- o ajuste correto da altura entre a face cerâmica e as pás que passam sobre o sensor. Esta altura varia de 5 a 10 mm e depende bastante do tipo de misturador. Quanto menor a eficiência do misturador em homogeneizar a massa de concreto mais próximo o sensor deve ficar das pás - observar figura 4.
- deve haver um fluxo de massa constante sobre a janela do sensor durante o processo de mistura. Não deve haver massa parada sobre o sensor durante o processo de mistura. Deve-se evitar colocar o sensor com a janela abaixo da linha da superfície interna do misturador (Figura 5a).
- tomar-se o cuidado para que a janela não encoste nas bordas das pás, pois caso contrário o sensor será danificado durante a operação do misturador (Figura 5b).

Eventualmente, as pás do misturador podem estar **demasiadamente gastas**, de tal forma que a massa de concreto fique parada sobre o sensor, mesmo que ele esteja na posição correta (Figura 5c). Neste caso, deve-se posicionar a face da janela do sensor um pouco acima da superfície interna do misturador, tomando o cuidado para ela não tocar na borda da pá. Nesta situação, em que a janela fica acima da superfície interna do misturador, haverá um **desgaste**

mais rápido da camisa em aço VC (nas versões com esta opção) e da janela cerâmica do sensor (em todas as versões).

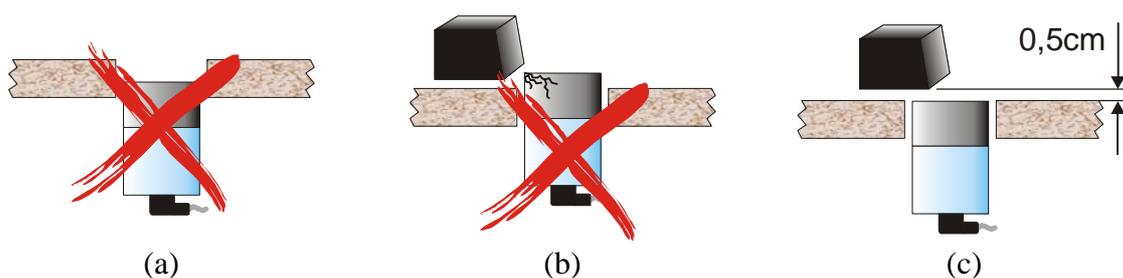


Figura 5 - (a) e (b) mostram as profundidades, que devem ser evitadas, do sensor de umidade em relação à parede do misturador. A figura (c) mostra a posição correta do sensor, ou seja, com a janela na mesma linha da parede interna do misturador.

Se a pá estiver desgastada o sensor deve ser aproximado da pá e a distância entre o sensor e a pá deve ser no máximo de 10 mm.

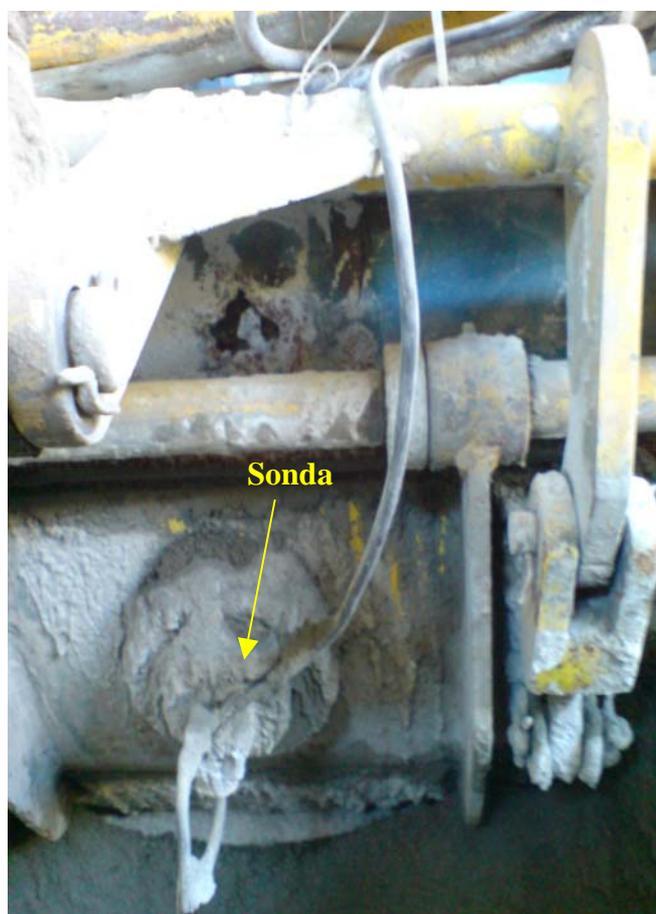


Foto 10 - Exemplo de excesso de massa sobre a sonda. Esta situação deteriora o equipamento.



Foto 11 - Vista de "chuveirinho" coberto por excesso de massa de concreto, que prejudica a adição e homogeneização da água na massa de concreto.

8. Posicionamento da Sonda no Misturador

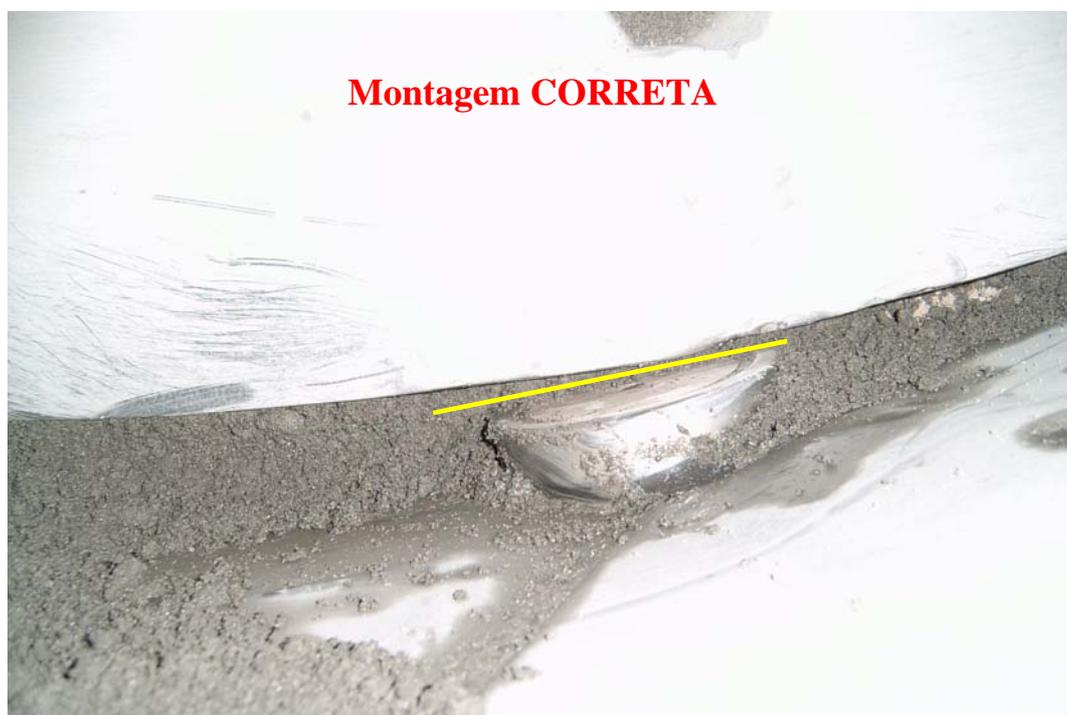


Foto 12 - O paralelismo entre a face da sonda e a pá não é perfeito, contudo plenamente adequado para o funcionamento do sensor de umidade.



Foto 13 - Montagem correta da sonda. Face da sonda paralela à pá. Neste caso, como trata-se de um misturador novo a sonda é montada na condição ideal, faceando internamente a carcaça do misturador.



Foto 14 - Observar que mesmo montado na lateral, a distância entre a pá raspadora e a face do sensor deve obedecer os mesmos 5 a 10 mm como no misturador de eixo horizontal. Também é importante o paralelismo entre a pá e a face do sensor de modo a garantir a limpeza da sonda e a renovação de massa durante a mistura.

A foto 15 abaixo mostra uma sonda instalada em um misturador de eixo horizontal. A distância entre a sonda e a pá deve variara entre 5 e 10 mm. Em alguns casos, quando o misturador é pouco eficiente na mistura, esta distância deve ser inferior a 5mm. O erro de montagem no caso da foto abaixo é o não paralelismo entre a face da sonda e a pá do misturador.



Foto 15 - Não há paralelismo entre a face da sonda e a pá do misturador. Isto acarreta acúmulo de massa sobre a sonda e erro na leitura da umidade (ver foto 16).

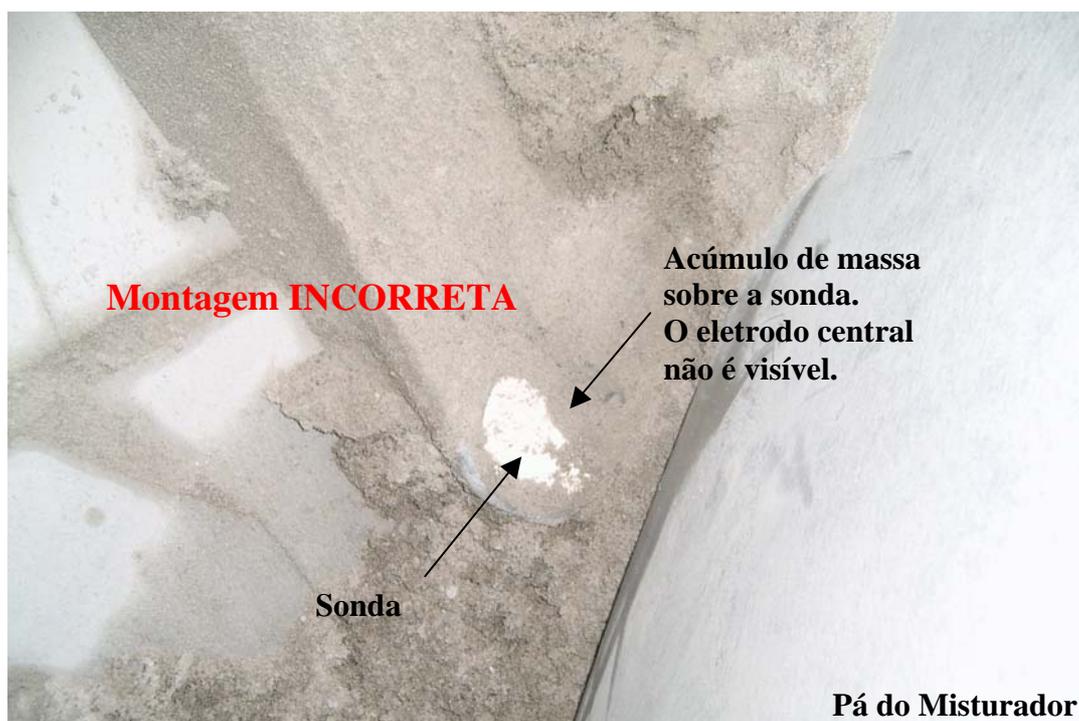


Foto 16 - Grande acúmulo de massa sobre a sonda. A medição de umidade torna-se incorreta.

A figura 17 mostra o desgaste ocorrido com a sonda das fotos 15 e 16. Como o paralelismo com a pá era deficiente a sonda foi aproximada ficando a menos de 5 mm de distância da pá do misturador. A consequência foi desgaste prematuro da camisa em aço VC e início de desgaste prematuro da cerâmica.

Mesmo neste caso a correta intervenção na sonda (giro da sonda e manutenção da posição da camisa) garantiria integridade ao corpo, componente principal da sonda.

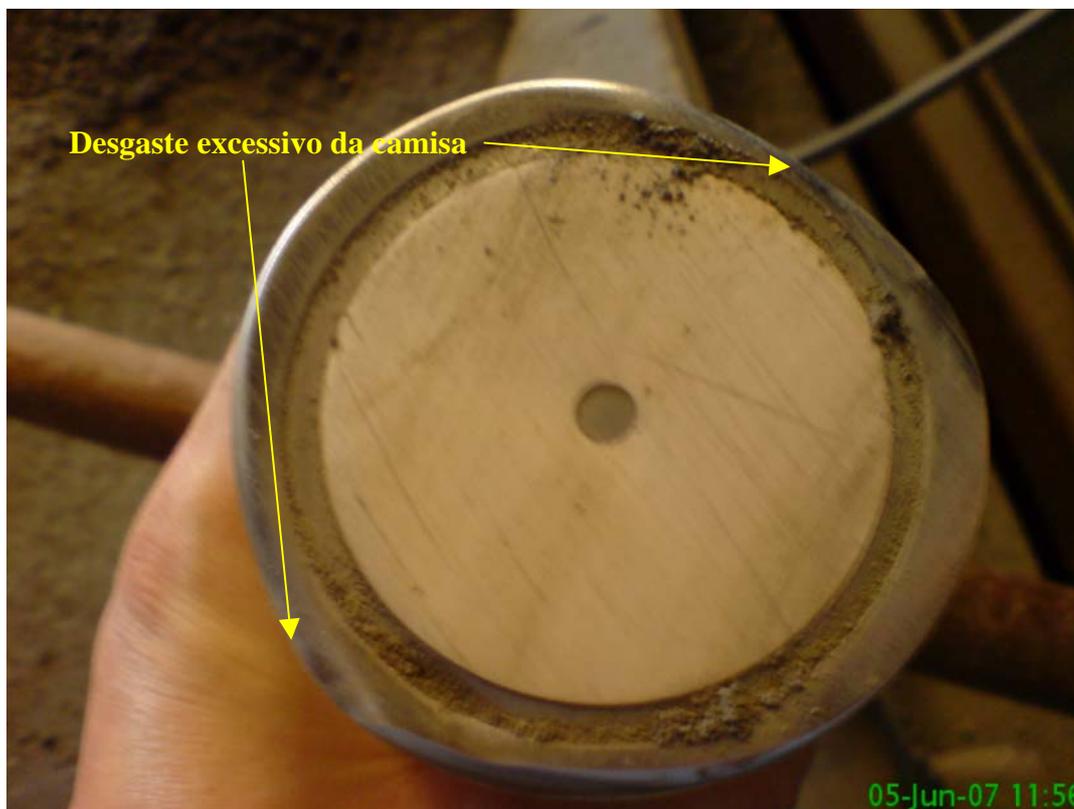


Foto 17 - Vista de uma sonda demasiadamente desgastada devido à proximidade excessiva com a pá do misturador.

9. Montagem do Sistema Hidráulico

A especificação da potência da motobomba deve levar em consideração os seguintes aspectos:

- capacidade do misturador,
- distância entre a posição de montagem da motobomba e o misturador,
- distância entre a posição de montagem da motobomba e a caixa de água.

Normalmente, uma motobomba com potência de 1/2 CV é suficiente para compor o sistema hidráulico que realizará adição de água. É muito importante combinar velocidade de adição de água com precisão da leitura de umidade.

Motobombas com potência superior a 1/2 CV tendem a adicionar uma quantidade de água incompatível com o tempo de resposta do sensor de umidade. Como, nestas motobombas, cada pulso (considerando-se o menor pulso possível programável na UC sendo de 1 segundo) adiciona quantidade considerável de água perde-se precisão no processo de adição de água.

A UC possui vários parâmetros programáveis visando ajustes que permitam combinar velocidade e precisão ao processo de adição de água.

Outros aspectos importantes do sistema hidráulico são:

- correta montagem da tubulação de água na entrada do misturador,
- instalação de válvula de redução de pressão (mesmo para casos com motobombas com potência de 1/2 CV),
- diâmetro e número de furos do “chuveirinho”.

A foto 18 mostra a correta montagem do “chuveirinho” em misturador de eixo horizontal. Observar a posição do “chuveirinho” em relação ao sentido de rotação das pás do misturador.

Se o “chuveirinho” for montado junto à carcaça do misturador deve-se ter o cuidado de que o jato de água não seja perpendicular ao chão. Deve-se girar a tubulação de modo que o jato de água atinja a massa de concreto em uma posição entre o eixo e a parede do misturador.

Estas considerações, se corretamente observadas, permitem melhor distribuição da água na massa de concreto, melhor homogeneização da água na massa e melhor performance do sensor de umidade.

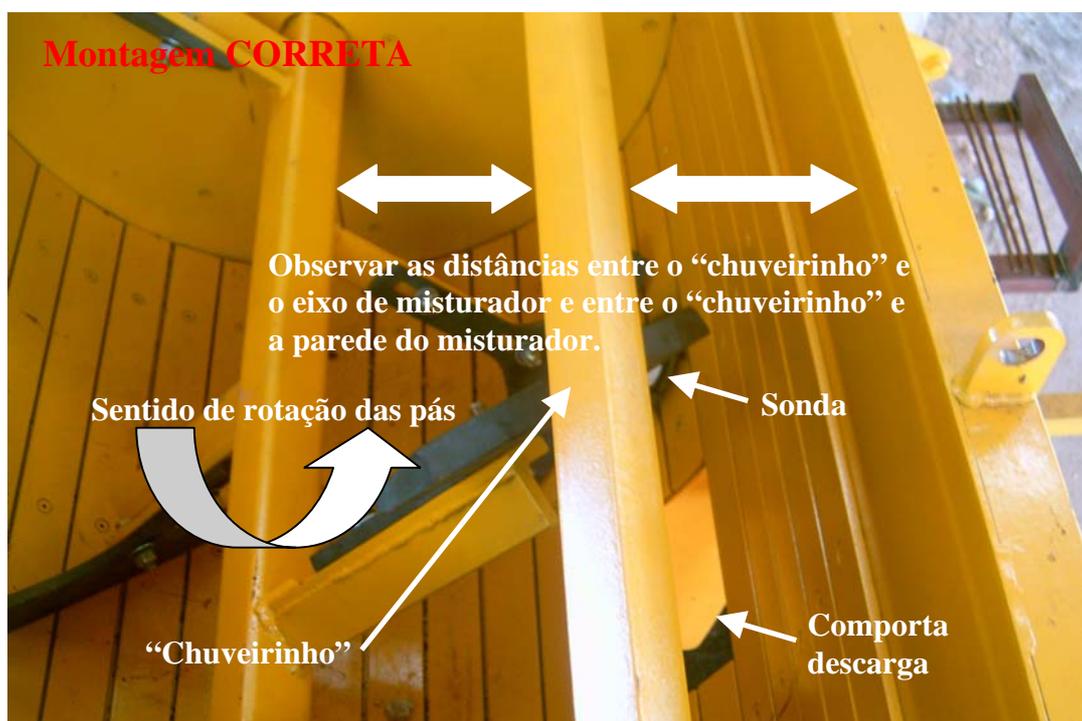


Foto 18 - Montagem Correta do “chuveirinho” localizado entre a parede e o eixo do misturador.



Foto 19 - Montagem correta de “chuveirinho” em misturador de eixo vertical

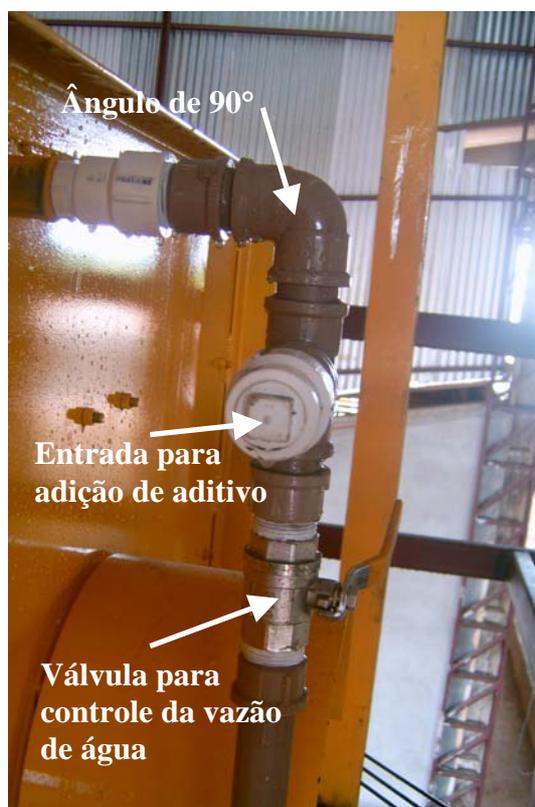


Foto 20 - Entrada correta da tubulação de água no misturador. Ângulo de 90° imediatamente antes da entrada (evita gotejamento excessivo de água após finalização do processo), montagem de válvula de para controle da vazão de água, sistema preparado para receber tubulação para adição de aditivo (controlável por tempo pela UC)

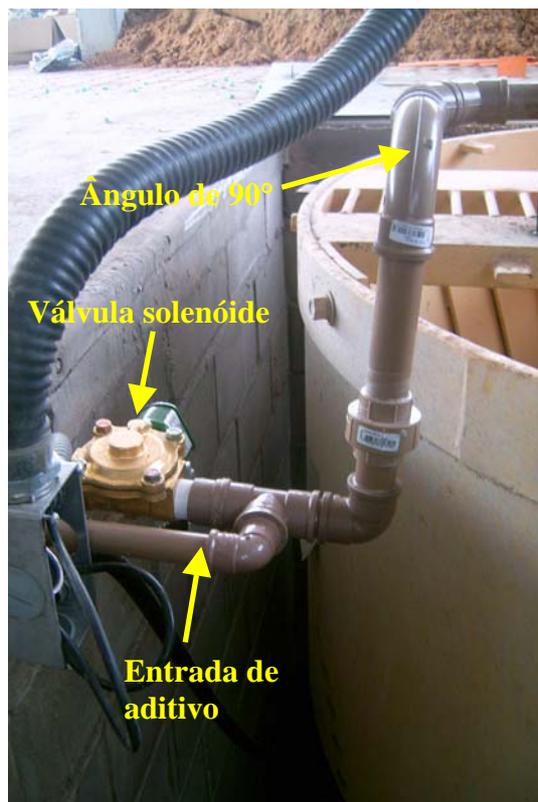


Foto 21 - Entrada correta da tubulação de água no misturador. Ângulo de 90° imediatamente antes da entrada (evita gotejamento excessivo de água após finalização do processo), montagem de válvula solenóide, sistema com adição temporizada de aditivo controlado pela UC

O sistema hidráulico ideal contempla motobomba e válvula solenóide. Resultados bastante satisfatórios têm sido obtidos com uma válvula de redução de pressão substituindo a válvula solenóide, conforme a montagem da figura 6.

Sistemas de adição de água com motobomba já instalados podem ser aproveitados em casos de clientes que já o possuam. Contudo, eventuais ajustes nestes sistemas podem ser necessários para correto funcionamento do sensor de umidade.

O “chuveirinho” deve possuir uma quantidade de furos que permita boa distribuição da água em vários pontos da massa de concreto. A quantidade destes furos e os diâmetros variam conforme capacidade e eficiência do misturador, se o sistema adiciona água por gravidade ou se possui motobomba, diâmetro da tubulação.

Quando se opera com motobomba tende a reduzir o diâmetro e quantidade de furos. Já sistemas por gravidade precisam, dependendo do desnível, de mais furos com diâmetros maiores. Assim, a quantidade de furos varia de 06 a 12 e o diâmetro de 03 a 05 mm.

Recomenda-se partir o sistema com poucos furos e de pequeno diâmetro. À medida que o processo é ajustado aumenta-se a quantidade e diâmetro dos furos para que o processo seja rápido e preciso.

A figura 6 apresenta uma sugestão de montagem para o sistema de adição de água com motobomba e válvula solenóide. Sistema similar pode ser montado para adição temporizada de aditivo.

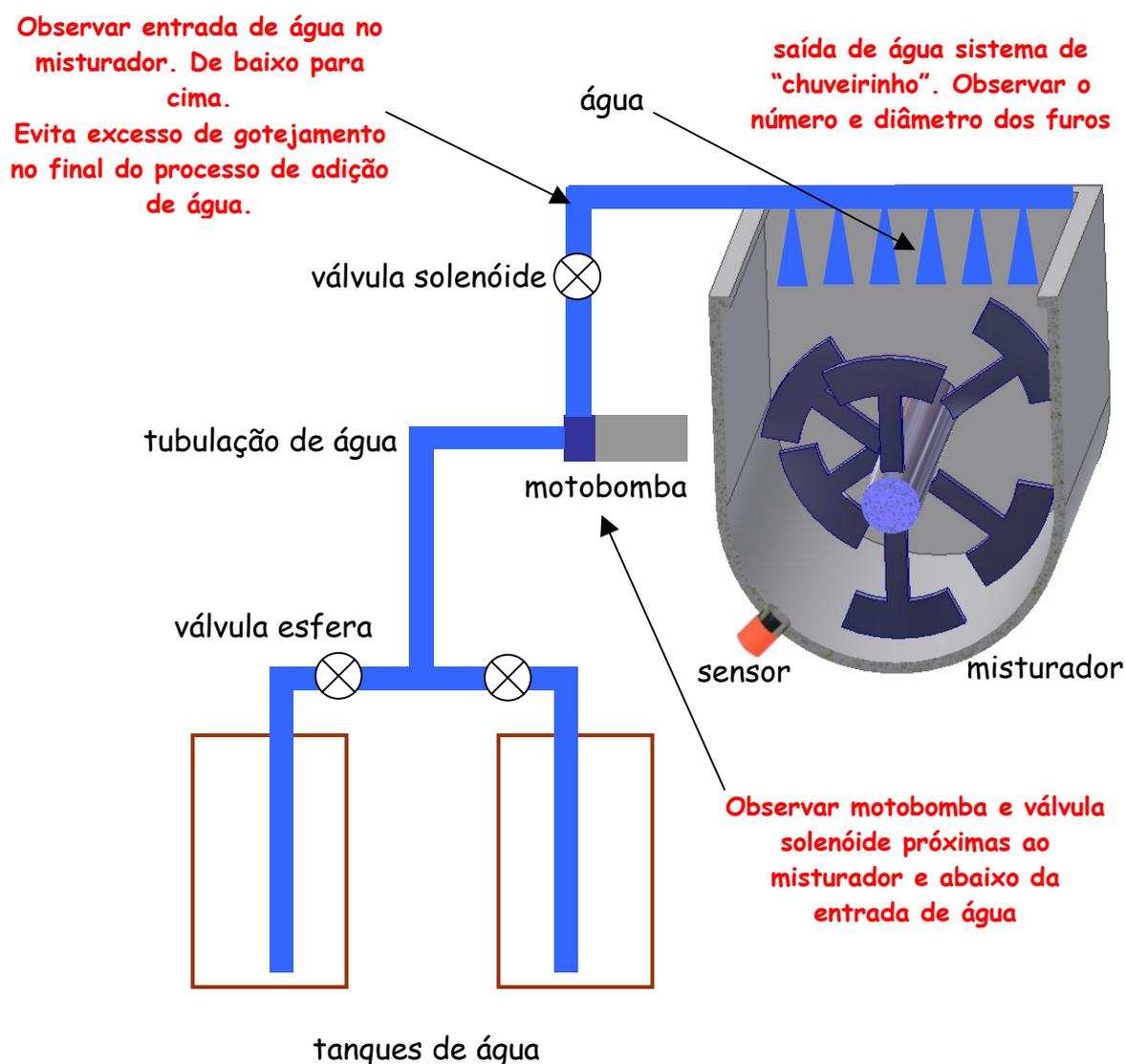


Figura 6 - Desenho esquemático de sistema de adição de água

10. Instalação Elétrica e Instalação da UC

A tensão de alimentação da UC é 127 ou 220 volts. A configuração de fábrica é 220 volts e a mesma tensão que alimenta a UC acionará os componentes do sistema hidráulico. Assim, deve-se tomar cuidado com oscilações de tensão da rede, sobretensão e subtensão que podem danificar a UC e/ou ocasionar falha de funcionamento.

A UC deve ser instalada, preferencialmente, em sala fechada com temperatura controlada. Em que casos onde é necessária a instalação próxima ao misturador, deve-se tomar os seguintes cuidados:

- não expor a UC a vibrações,
- não expor ao calor intenso e ao pó,
- não molhar a UC,

- não instalar em locais expostos à luz solar e a chuvas.

A UC deve sempre acionar contadoras e nunca a motobomba diretamente.

11. Sistemas Fornecidos com Módulo 4 a 20 mA

Nos casos em que o Sensor de Umidade é fornecido com o módulo de conversão para sinal analógico, o cliente é responsável pela implementação do software que realizará o controle da adição de água.

A recomendação é que este software siga os passos descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Etapas a serem cumpridas pelo software de controle da adição de água

Etapa	Descrição da Etapa	Observações
1	Tempo de Homogeneização Inicial	A primeira etapa é garantir um tempo de homogeneização da mistura para correta leitura da umidade inicial. Após cumprimento deste tempo inicia-se a adição de água.
2	Adição Rápida de Água	Esta etapa realiza a adição da maior porção de água . Pode ser realizada continuamente (motobomba continuamente acionada) ou de modo pulsado (ligando e desligando a motobomba) dependendo da capacidade de homogeneização do misturador. Deixa-se o sistema adicionando água até que se atinja uma porcentagem do teor final. Normalmente, esta porcentagem varia entre 75 e 90% dependendo do misturador. Atingido este teor o processo de adição de água é interrompido e passa-se para a fase 3.
3	Tempo de Homogeneização Aproximação	Tempo de mistura da massa sem adição de água entre as fases 2 e 4. Visa garantir a correta leitura pela sonda.
4	Adição Pulsada de Água	Fase que adiciona pequenas porções de água para garantir precisão no final do processo produtivo. A motobomba é ligada e desligada para que pequenas porções de água sejam adicionadas e para que seja feita leitura correta do teor de umidade.
5	Tempo de Homogeneização Final	Tempo de mistura que visa garantir se a umidade programada foi atingida. Caso não tenha sido atingida o sistema volta para a fase 4

12. Características do Processo Produtivo de Cada Cliente

Os dois fatores mais importantes para implementação do Sensor de Umidade para Concreto são:

- **tempo disponível para funcionamento do sensor, ou seja tempo disponível para o sensor medir a quantidade de água inicial e adicionar a quantidade faltante;**
- **capacidade de homogeneização do misturador.**

Nesta avaliação é importante:

- cronometrar o ciclo total de produção de massa de concreto do processo existente no cliente (tempo para adição de agregados mais cimento, tempo para adição de água e aditivo no modo

atual, tempo de homogeneização da massa de concreto e tempo de descarga do misturador até início do novo ciclo),

- cronometrar o tempo do sistema atual do cliente para adicionar água e aditivo, homogeneizar a massa de concreto até o momento imediatamente anterior ao início da descarga. O sensor de umidade atuará neste período de tempo.

12.1 Seqüência e Forma de Adição de Agregados e Cimento

Os aspectos que favorecem o trabalho do sensor de umidade são:

- a existência de silos dosadores de agregados e de rosca dosadora de cimento. Este processo é mais rápido e mais repetitivo, além de não depender da disponibilidade de mão de obra.

- adição simultânea dos agregados e cimento. O processo é mais rápido e o sensor, desde o início do ciclo, mede a umidade da massa de concreto “seca” na presença do cimento. Como o sensor é calibrado para medir a umidade de concreto a presença do cimento desde o início do ciclo de medição é bastante importante.

Aspectos que prejudicam o trabalho do sensor de umidade para concreto:

- adição manual dos agregados e de cimento (com carriola ou pá). Processo mais lento e menos repetitivo. Alta dependência da mão de obra que pode atrasar o processo produtivo,

- adição seqüencial dos agregados e cimento. Em muitos casos, de adição manual, o cimento é colocado por último no misturador. O sensor de umidade é calibrado para a medição da umidade em massa de concreto. Assim, quanto antes o cimento entrar na mistura mais rapidamente o sensor medirá o teor de umidade real da mistura e mais rápido será o processo de adição de água.

13 Recomendações Gerais

Algumas recomendações são bastante importantes de modo a garantir o correto funcionamento do sensor de umidade, os cuidados necessários com o equipamento e de modo a facilitar a adaptação do usuário:

- correta manutenção das pás e do posicionamento do sensor em relação às pás do misturador.

Erro mais comum: as pás desgastam-se e a distância entre a pá e a janela cerâmica do sensor ultrapassa a especificação.

Ocorrência comum: acúmulo de massa sobre o sensor que altera a medição do teor de umidade acarretando adição demasiada de água.

- acompanhamento do desgaste da janela cerâmica (em todas as versões) e da camisa em aço VC (nas versões com esta opção) visando aumento da vida útil do equipamento.

Erro comum: não girar o sensor para expor outros lados do sensor ao ataque do concreto.

Ocorrência comum: desgaste irregular e prematura do sensor. Dano irreparável do sensor.

- manutenção e substituição tanto da janela cerâmica (em todas as versões) quanto da camisa em aço VC (nas versões com esta opção) visando aumento da vida útil do equipamento.

Erro comum: falta de manutenção periódica (inspeção visual mínima a cada 15 a 30 dias).

Ocorrência comum: desgaste irregular e penetração de umidade na eletrônica da sonda. Custo com aquisição de nova sonda.

- recomenda-se o uso da versão de sensor com camisa em aço VC caso o cliente utilize brita para produção de artefatos de concreto (observar ficha técnica quanto a outras recomendações para uso desta versão) .

Razão: versão menos suscetível a quebra da janela cerâmica.

- instalação de motobomba com potência superior a 1/2 CV. É necessário checar as especificações da motobomba para determinação da potência correta. Contudo, deve-se tomar cuidado para que não ocorra adição excessiva de água.

Erro comum: potência inadequada da motobomba.

Ocorrência comum: massa sempre úmida e o sensor não controla o processo.

Como proceder: substituir a motobomba por outra de menor potência e instalar válvula para redução de pressão.

- oscilação do teor final - situação 1. Ora massa seca, ora massa úmida. Se os agregados estiverem muito úmidos pode ser necessário alterar o fator de aproximação para ajustar o trabalho do sensor de umidade.

Ocorrência comum: principalmente em dias de chuva, os agregados ficam bastante úmidos. Assim, a maior parte da água necessária para produzir-se a massa de concreto já se encontra nos agregados. Assim, ora a massa, ao final do processo está seca e ora está úmida.

Como proceder: como o sensor sempre é ajustado para operar no menor tempo possível pode ser necessário reduzir o fator de aproximação e/ou aumentar o tempo de homogeneização inicial para que o equipamento volte a controlar o processo.

- oscilação do teor final - situação 2. Ora massa com umidade correta, ora massa úmida.

Ocorrência comum: travamento da válvula solenóide em aberto ou fechamento demorado da válvula solenóide devido a defeitos.

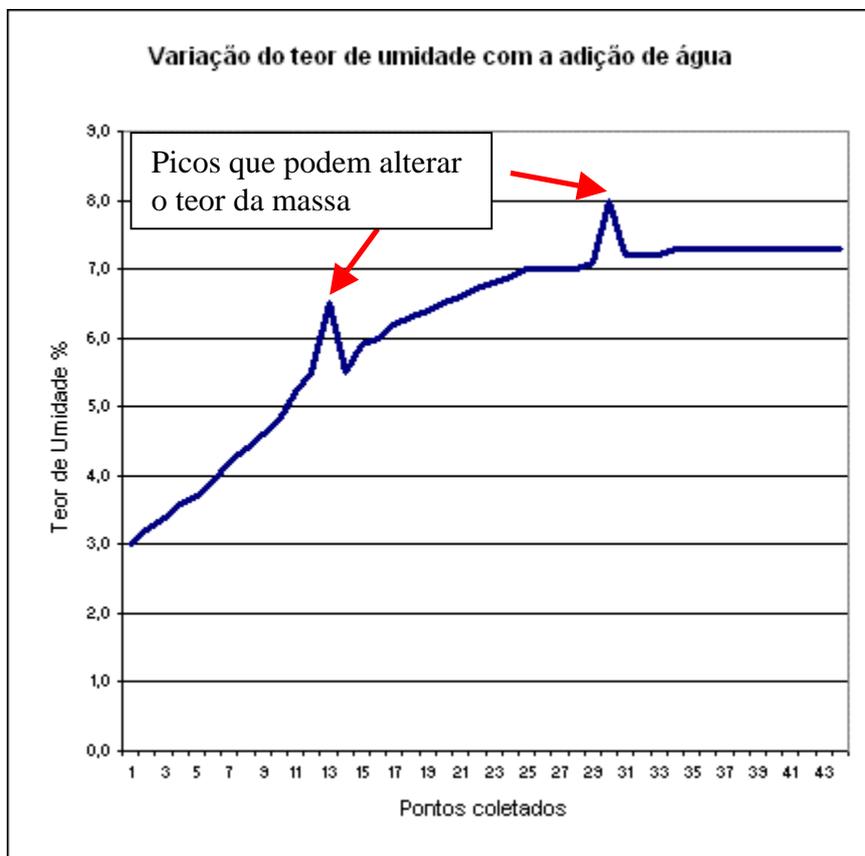
Como proceder: reparar ou substituir válvula solenóide.

- oscilação do teor final - situação 3. Ora massa com umidade correta, ora massa úmida.

Ocorrência comum: o teor da massa e concreto varia frequentemente estando ora seca e hora úmida.

Tabela 2 - Picos que podem ocasionar alteração do teor da massa de concreto

	Teor de Umidade %
Teor inicial (agregados + cimento)	3,0
Processo de adição de água controlado pelo sensor	3,2
	3,4
	3,6
	3,7
	3,9
	4,2
	4,4
	4,6
	4,8
	5,2
	5,5
	6,5
	5,5
	5,9
	6,0
	6,2
	6,3
	6,4
	6,5
	6,6
6,7	
6,8	
6,9	
7,0	
7,0	
7,0	
7,0	
7,1	
8,0	
7,2	
7,2	
7,2	
Teor final desejado	7,3
	7,3
	7,3
	7,3
	7,3
	7,3
	7,3
	7,3
7,3	



Como proceder: aumentar o valor do fator de média caminhante gradualmente até que o processo torne-se estável.