

CUIDADOS BÁSICOS COM PEAGÔMETROS

André Luiz Bugnolli
Paulo Renato Orlandi Lasso
Ladislau Marcelino Rabello



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Rua XV de Novembro, 1452 - Caixa Postal 741 - CEP 13560-970 - São Carlos - SP

Telefone: (016) 274 2477 - Fax: (016) 272 5958

CUIDADOS BÁSICOS COM PEAGÔMETROS

André Luiz Bugnolli¹
Paulo Renato Orlandi Lasso²
Ladislau Marcelino Rabello³

INTRODUÇÃO

Essa Recomendação Técnica, fruto dos conhecimentos e da experiência adquiridos pelos técnicos da Embrapa Instrumentação Agropecuária ao longo de 12 anos de existência da Área de Manutenção de Equipamentos Laboratoriais, visa fornecer algumas recomendações e informações básicas sobre a conservação, o bom uso e pequenos reparos em peagômetros e eletrodos.

DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO

Os peagômetros são equipamentos que medem o teor ácido ou básico de soluções dado por uma escala de pH, sendo que:

$$\text{pH} = - \log a_{\text{H}}$$

onde: a_{H} é a concentração de ions H^+ na solução.

Por exemplo, o pH de uma solução neutra é igual a 7, onde $a_{\text{H}} = 10^{-7}$.

A medição potenciométrica do pH, requer um eletrodo de medição e um eletrodo de referência, conforme ilustra a figura 1. O eletrodo de referência gera uma tensão elétrica constante e que não depende do pH.

¹ Técnico Eletrônico, EMBRAPA-CNPDIÁ, Caixa Postal 741, CEP 13560-970
São Carlos, SP

² Engenheiro Eletrônico, EMBRAPA-CNPDIÁ, Caixa Postal 741, CEP 13560-970
São Carlos, SP

³ Eng. Eletrônico MSc, EMBRAPA-CNPDIÁ, Caixa Postal 741, CEP 13560-970
São Carlos, SP

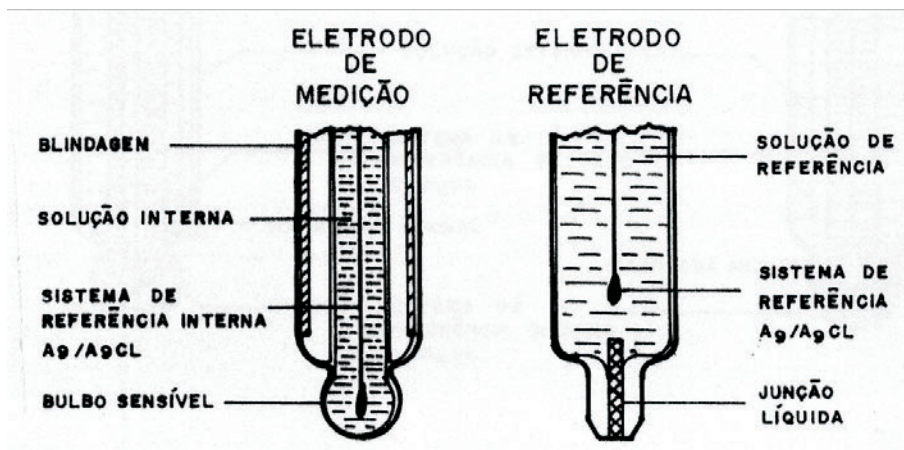


Figura 1 - Medição potenciométrica do pH

O eletrodo indicador é constituído de um eletrodo de vidro. A membrana desse eletrodo, que tem geralmente a forma de um bulbo, é feita a partir de um vidro especial cuja composição é rigorosamente controlada. Esse vidro apresenta uma propriedade singular, que o distingue dos vidros comuns: o contato com uma solução aquosa provoca uma modificação superficial de sua estrutura. Isso acontece quando a água da solução, ao entrar em contato com a camada externa do vidro, que é inicialmente dura e compacta, transforma-a numa película hidratada do tipo gel. Essa camada, extremamente fina, permite a penetração dos ions H^+ e, conseqüentemente, o aparecimento de uma tensão elétrica que é função linear do pH. Por razões de comodidade, simplicidade e economia, os dois eletrodos, podem ser reunidos num só.

O eletrodo combinado pode ser visualizado como uma bateria completa, cuja tensão elétrica muda de acordo com o pH da solução na qual ele está mergulhado. A figura 2, ilustra o eletrodo combinado.

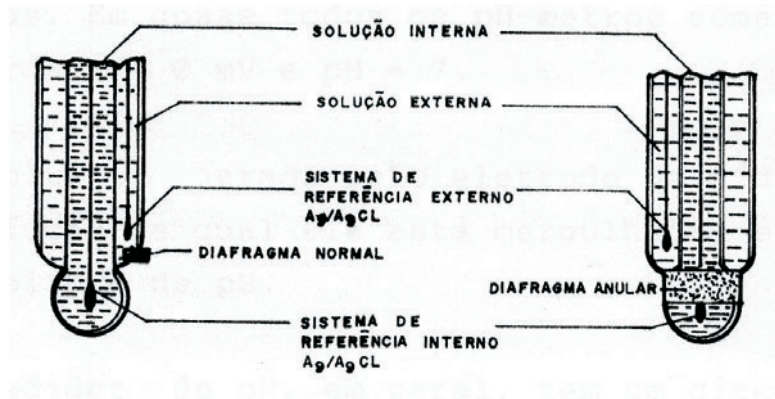


Figura 2 - Eletrodo combinado

Quando a temperatura da solução for de 25°C, o eletrodo de vidro gerará uma tensão elétrica de 59 mV para cada unidade de pH. A uma temperatura de 50°C, a tensão elétrica gerada é de 65 mV e a 100°C, ela vale 74 mV. Vê-se que a representação gráfica dessa tensão elétrica em função do valor do pH é uma reta cuja inclinação depende da temperatura, conforme ilustra a figura 3.

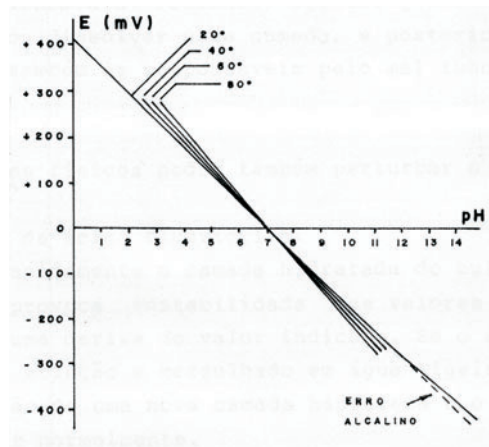


Figura 3 - Tensão elétrica do eletrodo de vidro x pH e dependência da temperatura

Todas as retas se cruzam num só ponto, chamado interseção das isothermas. Em quase todos os pH-metros comerciais, esse ponto tem como coordenada 0 mV e $\text{pH} = 7$. A tensão elétrica gerada pelo eletrodo de vidro, é convertida num medidor, em uma leitura de pH. O medidor de pH, em geral, tem um circuito amplificador de alta impedância de entrada, controles de calibração, temperatura, resposta do eletrodo e um indicador analógico ou digital, com uma escala graduada em unidades de pH.

CUIDADOS COM O ELETRODO

Limpeza

São várias as causas que afetam o eletrodo de medida. A tensão elétrica gerada pelo eletrodo, que varia linearmente com o pH, tem sua fonte na camada hidratada que se forma durante a fase inicial de condicionamento. Portanto, agentes químicos capazes de perturbar, alterar ou dissolver essa camada, e posteriormente o vidro adjacente, são os responsáveis pelo mal funcionamento do eletrodo.

Fatores químicos que também podem perturbar o eletrodo:

a) Soluções de ácido fluorídrico: atacam rapidamente a camada hidratada do bulbo do eletrodo, o que provoca instabilidade nos valores aparentes do pH, além de uma deriva do valor indicado. Se o eletrodo for retirado da solução e mergulhado em água ligeiramente ácida, há reformação de uma nova camada hidratada e o eletrodo volta a funcionar normalmente.

b) Soluções de fluoretos: abaixo de $\text{pH} = 4$, os efeitos são similares aos já descritos no item a.

c) Soluções fortemente alcalinas: atacam o vidro através do processo de dissolução da estrutura silicada. A partir de $\text{pH} = 13$ e a 100°C , a velocidade do ataque é considerável.

d) Proteínas, polieletrólitos e agentes tensioativos: apresentam uma tendência marcante a serem adsorvidos sobre a membrana de vidro. A barreira formada pelas moléculas adsorvidas, aos poucos impede a livre difusão dos íons H^+ até o bulbo, o que acarreta uma diminuição progressiva da porcentagem de resposta do eletrodo e uma lentidão no estabelecimento da tensão elétrica.

e) Soluções oleosas ou gordurosas: podem bloquear a membrana através de um processo de adsorção sobre a camada hidratada com uma conseqüente diminuição ou, até, perda de resposta do eletrodo.

f) Baixa temperatura (inferior a $-5^{\circ}C$): a resistência elétrica da membrana de vidro aumenta consideravelmente em baixas temperaturas, o que pode ocasionar erros de leitura, devido à alta impedância que o eletrodo representa para o circuito de entrada do medidor.

Deve-se, a cada período de 1 semana, inspecionar o bulbo do eletrodo de vidro e procurar a presença de filmes ou depósitos de substâncias contaminantes. Quanto mais cedo são detectados, mais facilmente são removidos. Limpar o bulbo com um pano umedecido e detergente comercial. Não esfregar o bulbo com força excessiva para evitar o aparecimento de cargas elétricas estáticas. Em seguida, segurar o eletrodo de modo que o bulbo permaneça alguns minutos debaixo do jato de água da torneira.

Recuperação do Eletrodo

Após uso prolongado em soluções contendo proteínas, polieletrólitos ou substâncias oleosas ou gordurosas, filmes ou depósitos aderentes podem se formar sobre o bulbo do eletrodo, apesar da manutenção periódica. Para a completa remoção dos filmes e depósitos, aplicar o seguinte tratamento:

a) Mergulhar o bulbo do eletrodo alternadamente numa solução de HCl 0,1 M e de NaOH 0,1 M (5 minutos em cada solução, 2 ou 3 vezes) e, a seguir, testar o funcionamento do eletrodo.

b) Caso o tratamento anterior fique sem efeito, mergulhar o bulbo numa solução de HCl a 20% (6 M) durante 10 minutos e, passado esse tempo, enxaguá-lo abundantemente debaixo do jato de água de uma torneira.

c) Em última instância, mergulhar o bulbo 1 ou 2 minutos numa solução sulfocrômica (32 g de dicromato de potássio dissolvido em 1 litro de ácido sulfúrico técnico). Em seguida enxaguar, abundantemente, com água. Depois desse tratamento, é imprescindível recondicionar o eletrodo durante 3 ou 4 horas numa solução tampão.

Observação importante: O tratamento descrito é, obviamente, sem efeito sobre um eletrodo que esteja com a membrana trincada ou em circuito aberto (condutor central quebrado) ou em curto-circuito (condução entre o condutor central e a malha metálica externa). Nestes casos, o eletrodo deverá ser substituído.

Todo eletrodo que esteve sujeito a operações severas, ou esteve fora de uso por muito tempo, deve passar por um processo de recondicionamento antes de ser utilizado. Lavar o eletrodo com pano umedecido em água e detergente comercial. Enxaguar abundantemente. Completar o nível do eletrólito no compartimento de referência com uma solução de KCl saturada. Deixar o eletrodo mergulhado numa solução tampão na faixa ácida (por exemplo, pH = 4) por 5 ou 6 horas. Após esse procedimento o eletrodo estará pronto para uso.

Condicionamento do Eletrodo

O eletrodo de medição que, temporariamente, não está em uso, deve ser adequadamente conservado.

1 - Limpar o eletrodo de vidro conforme descrito no item limpeza.

2 - Para a conservação do eletrodo simples, utilizar uma solução ligeiramente ácida (evitar o uso de água destilada para a conservação do eletrodo).

3 - O eletrodo combinado deve ser guardado numa solução que conserve ao mesmo tempo a membrana de vidro e a junção cerâmica do compartimento de referência. Usar uma solução de KCl 0,1 M ligeiramente acidificada (ph = 5 ou 6). É preciso lembrar que, durante o período de conservação do eletrodo, bem como durante o uso, o nível do eletrólito no compartimento de referência deve ser mantido dentro de 2 ou 3 centímetros acima do nível da solução de conservação (para que a pressão hidrostática seja maior dentro do eletrodo do que na solução, o que garante o escoamento do eletrólito pela junção). A figura 4 ilustra a conservação do eletrodo.

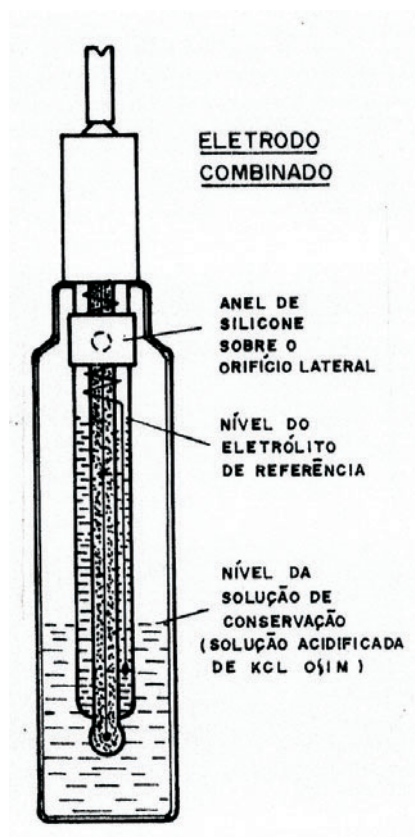


Figura 4 - Conservação do eletrodo

CUIDADOS COM O CONECTOR DO ELETRODO

Como os peagômetros, em geral, possuem, em sua entrada, um circuito amplificador de alta impedância, é muito importante manter o conector e o plug de entrada limpos a fim de evitar problemas de leitura. Assim, freqüentemente, conector e plug de entrada devem ser limpos com um pano limpo que não solte fiapos embebido em álcool isopropílico.