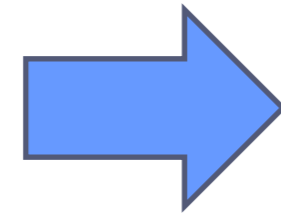


Introdução

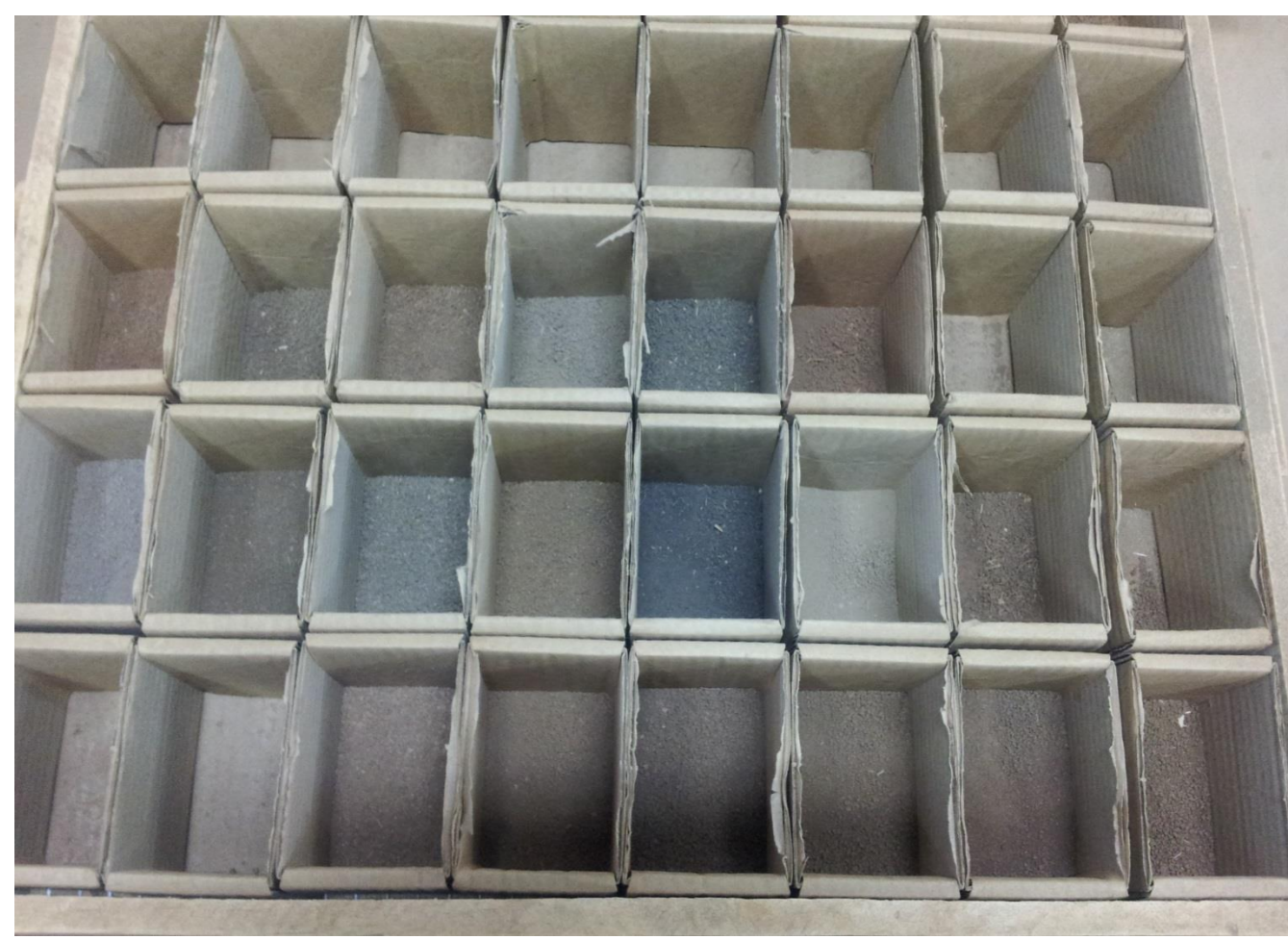
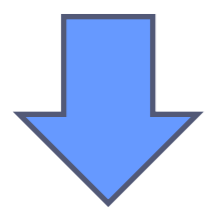
A determinação do pH do solo é um procedimento simples e rápido e requer apenas um potenciômetro e um eletrodo. Não há um protocolo definido como padrão internacional, e cada região estabelece a técnica de execução, a fim de permitir a comparação de valores entre diferentes laboratórios.



Com o advento da agricultura de precisão e a consequente necessidade de amostragem georeferenciada, houve um aumento considerável no número de amostras de solos encaminhadas aos laboratórios. Para atender esta demanda analítica os laboratórios aumentaram o número de pessoas ou estão adotando a automação, processo esse que permite alta produtividade com maior qualidade analítica. A utilização de processos em série para uma grande demanda analítica requer o ajuste de todos os procedimentos estabelecidos para poucas amostras, afim de permitir máxima produtividade. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de alterações no protocolo de análises para determinação do pH/H₂O e do índice SMP em amostras de solo.

Material e Métodos

Foram utilizados 22 solos do estado do Rio Grande do Sul com ampla variação nos parâmetros físico-químicos.



Foram testados o tempo de equilíbrio da mistura solo:água e solo:água:solução tamponada; tempo de imersão do eletrodo na mistura; frequência de agitação; variação da relação solo:solução; automação versus procedimento manual; lavagem do eletrodo entre as determinações e diferenças entre equipamentos idênticos. O tempo de equilíbrio da mistura solo:água de uma hora foi considerado padrão, e todos os demais tempos testados foram comparados com ele. O tempo de equilíbrio da mistura solo:água:solução tamponada de 20 minutos foi considerado procedimento padrão, e os demais tempos de equilíbrio foram comparados com os valores obtidos nesse procedimento.



Resultados e discussão

Para a maioria dos solos utilizados, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tempos de equilíbrio da mistura solo:água. Nos casos em que houve diferença, esta ocorreu entre tempo zero de equilíbrio e o procedimento padrão ou entre este e o tempo de 8 horas. A média dos valores de pH para todos os solos foi significativamente maior (0,2 unidades) quando não houve a lavagem entre amostras na mistura solo:água; porém foi significativamente menor (0,3 unidades) para a mistura solo:água:solução tampão. A literatura indica que a determinação do pH após a adição da solução tamponada deve ser feita, decorridos 30 minutos. Os resultados mostram que não houve efeito significativo, para a maioria dos solos, entre 30 minutos de equilíbrio e 12 horas. Mesmo após 24 horas da adição de solução tamponada, não houve diferença significativa nos resultados de pH. O tempo de imersão do eletrodo na mistura solo:água e solo:água:solução tamponada (20, 40 ou 60 segundos) não influenciou significativamente ($p < 0,05$) os valores de pH. A variação na relação solo:água em até 10% não afetou os resultados de pH em água ou em solução tamponada. No entanto, quando a relação variou em 20% para mais, houve diferença significativa nos resultados de pH. O estudo permite concluir que a mistura solo:água pode permanecer em equilíbrio

entre zero e 8 horas sem que isso influencie significativamente os valores de pH. Após a adição da solução tamponada, o pH pode ser determinado em até 24 horas sem que os resultados se alterem significativamente. O uso de sistema automático de determinação de pH diminuiu o coeficiente de variação entre replicatas, em média, três vezes, indicando ser mais confiável que o sistema manual. As maiores diferenças, no entanto, são devidas à utilização de diferentes equipamentos simultaneamente, pois, mesmo com a certificação de calibração, os mesmos podem apresentar variações de até 0,3 unidades entre eles. Conclui-se, também, que com o sistema de agitação centrífuga, é dispensável a lavagem entre as amostras de solo.

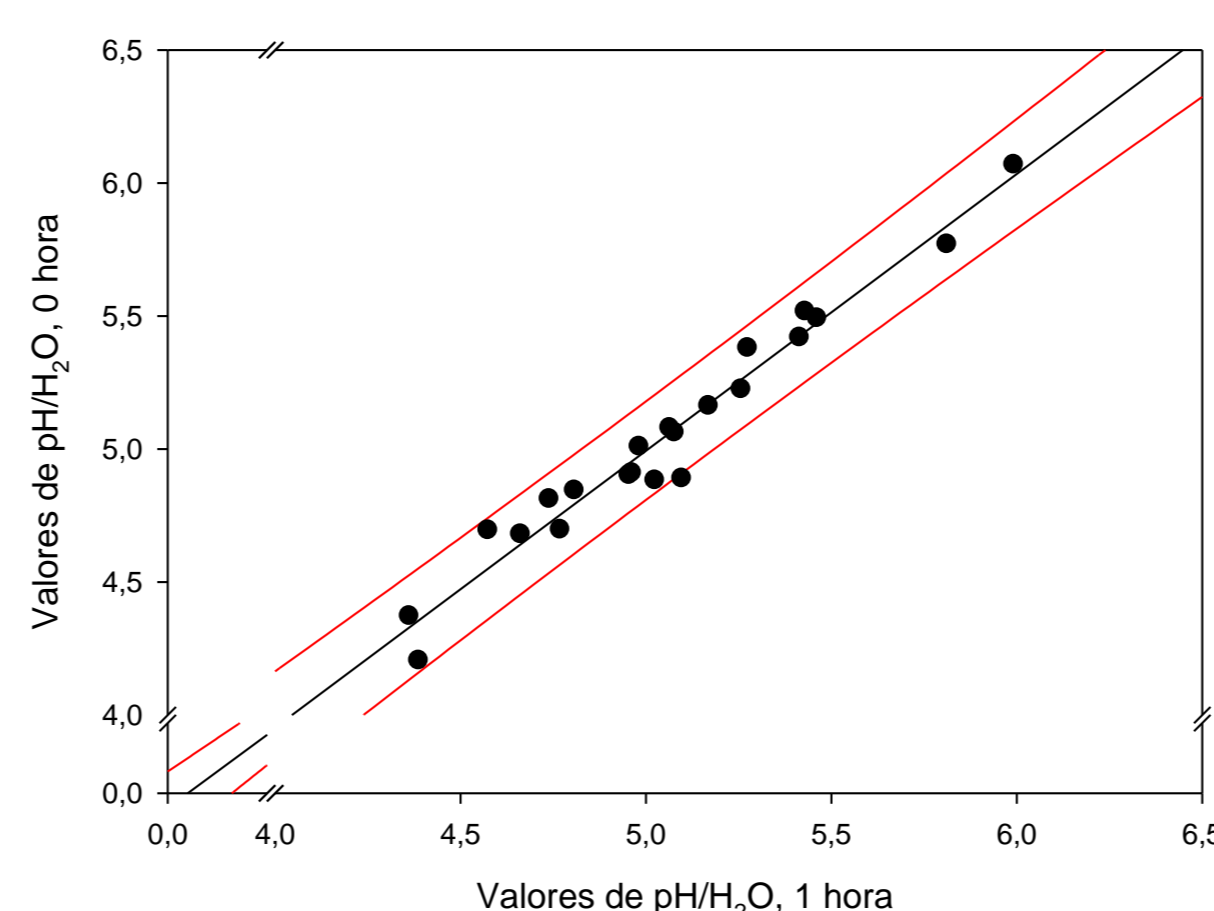


Figura 2. Relação entre os valores de pH/H₂O em diferentes tempos de equilíbrio da mistura solo:água

Tabela 1. Intervalo de confiança (IC 95%) dos coeficientes lineares (a) e angulares (b) das curvas de regressão linear obtidos para as alterações no protocolo de análises do pH e valores t Student para as diferenças entre as médias.

Curvas de regressão	IC "a" (p<0,05)	IC "b" (p<0,05)	t
Tempo de equilíbrio solo:água			
pH/H ₂ O _(0h) (ŷ):pH/H ₂ O _(1h) (x)	-0,7; 0,27;	0,94; 1,14;	-0,03 _{NS}
pH/H ₂ O _(2h) (ŷ):pH/H ₂ O _(1h) (x)	0,05; 0,29;	0,94; 0,99;	-0,17 _{NS}
pH/H ₂ O _(4h) (ŷ):pH/H ₂ O _(1h) (x)	0,09; 0,4;	0,91; 0,97;	-0,33 _{NS}
pH/H ₂ O _(8h) (ŷ):pH/H ₂ O _(1h) (x)	0,15; 0,58;	0,87; 0,95;	-0,61 _{NS}
Tempo de equilíbrio solo:água:solução tampão			
pH/SMP _(12h) (ŷ):pH/SMP _(0,5h) (x)	-0,32; 0,54;	0,92; 1,07;	0,53 _{NS}
Tempo de estabilização pH em água			
pH/H ₂ O _(40s) (ŷ):pH/H ₂ O _(20s) (x)	-0,03; 0,12;	0,98; 1,01;	-0,13 _{NS}
pH/H ₂ O _(60s) (ŷ):pH/H ₂ O _(20s) (x)	-0,08; 0,16;	0,97; 1,02;	-0,14 _{NS}
Tempo de estabilização pH solução tampão			
pH/SMP _(40s) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,3; 0,02;	0,99; 1,04;	0,34 _{NS}
pH/SMP _(60s) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,48; -0,05;	0,99; 1,06;	0,53 _{NS}
pH/SMP _(20s/15h) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	0,07; 1,5;	0,74; 0,99;	0,04 _{NS}
pH/SMP _(40s/15h) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,18; -0,08;	1,00; 1,02;	0,28 _{NS}
pH/SMP _(60s/15h) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,27; -0,11;	1,0; 1,04;	0,44 _{NS}
pH/SMP _(20s/24h) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,62; 0,19;	0,98; 1,11;	-0,34 _{NS}
Agitação intermitente pH em água			
pH/H ₂ O _(40s) (ŷ):pH/H ₂ O _(20s) (x)	-0,2; 0,04;	0,99; 1,04;	-0,10 _{NS}
pH/H ₂ O _(60s) (ŷ):pH/H ₂ O _(20s) (x)	-0,27; 0,06;	0,99; 1,06;	-0,11 _{NS}
Agitação intermitente pH solução tampão			
pH/SMP _(40s) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,31; -0,07;	0,98; 1,04;	0,75 _{NS}
pH/SMP _(60s) (ŷ):pH/SMP _(20s) (x)	-0,54; 1,07;	1,01; 1,07;	1,15 _{NS}
Determinação manual vs automática			
pH/H ₂ O _(man.) (ŷ):pH/H ₂ O _(aut.) (x)	-0,66; 0,65;	0,83; 1,10;	-1,5 _{NS}
pH/SMP _(man.) (ŷ):pH/SMP _(aut.) (x)	-0,22; 1,15;	0,78; 1,00;	-1,15 _{NS}
Relação solo:solução diferente			
pH/H ₂ O _(1:0,9) (ŷ):pH/H ₂ O _(1:1) (x)	-0,02; 0,70;	0,86; 1,02;	-0,51 _{NS}
pH/H ₂ O _(1:1,1) (ŷ):pH/H ₂ O _(1:1) (x)	0,03; 0,81;	0,84; 1,01;	-0,59 _{NS}
pH/H ₂ O _(1:1,2) (ŷ):pH/H ₂ O _(1:1) (x)	-0,08; 1,54;	0,74; 1,09;	-3,21 [*]
pH/SMP _(1:0,4) (ŷ):pH/SMP _(1:0,5) (x)	-1,15; 1,27;	0,80; 1,21;	-0,62 _{NS}
pH/SMP _(1:0,6) (ŷ):pH/SMP _(1:0,5) (x)	-1,75; 0,18;	0,92; 1,25;	1,71 _{NS}
Com e sem lavagem do eletrodo			
pH/H ₂ O _(s.lav.) (ŷ):pH/H ₂ O _(n.lav.) (x)	-0,17; 1,39;	0,76; 1,10;	-2,60 [*]