

EXPERIMENTOTECA DE SOLOS

pH DO SOLO

Maria Harumi Yoshioka (Acadêmica do curso de Engenharia Florestal/UFPR)

Marcelo Ricardo de Lima (Prof. Doutor do DSEA/UFPR)

ATENÇÃO: Copyright © 2005 - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Esta experiência foi organizada no âmbito Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola. Não é permitida a reprodução parcial ou total deste material para fins comerciais sem a autorização expressa do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Esta experiência pode ser livremente utilizada pelo professor em sala de aula para auxiliar o ensino de solos nos níveis fundamental e médio. Os alunos também podem utilizar estas experiências em feiras de ciências com a orientação de seus respectivos professores. As experiências são bem ilustradas para facilitar a execução. No entanto, caso tenha dúvidas, entre em contato com a equipe do Projeto Solo na Escola. Caso você tenha utilizado alguma destas experiências por gentileza nos informe. Críticas e sugestões também são bem vindas. Entre em contato através do site www.escola.agrarias.ufpr.br ou do e-mail solonaescola@ufpr.br.

Informações sobre as licenças de uso das obras disponibilizadas pelo Projeto Solo na Escola/UFPR: É permitido: COPIAR, DISTRIBUIR, EXIBIR, e EXECUTAR as obras. Sob as seguintes condições: Você deve dar crédito ao autor original da forma especificada pelo autor ou licenciante. Você não pode utilizar esta obra com finalidades comerciais. Para cada novo uso ou distribuição, você deve deixar clara para outros os termos da licença desta obra.

1. PÚBLICO ALVO: Alunos à partir do terceiro ciclo do ensino fundamental.

2. OBJETIVOS

- * Determinar o pH do solo em diferentes amostras;
- * Observar pH ácidos, básicos e neutro;
- * Discutir a importância do conhecimento do pH do solo para as práticas agrosilvipastoris, bem como a sua correção (quarto ciclo do ensino fundamental e ensino médio).

3. MATERIAIS

☞ Para o preparo do indicador de repolho roxo:

- * Folhas de repolho roxo;
- * Faca de cozinha;
- * Água de torneira;
- * Fonte de calor (fogão, fogareiro, ou bico de bunsen). Deve-se tomar cuidado para evitar algum acidente com os alunos;
- * Panela;
- * Peneira pequena;
- * Garrafa plástica (água mineral) vazia.

☞ Para o preparo da escala e determinação do pH do solo:

- * Vinagre de álcool incolor;
- * Fermento em pó químico;
- * Sabão em pó;
- * Água sanitária;
- * Produto de limpeza (tipo Veja ou Ajax) que contenham amoníaco;
- * Leite;

- * Água com sabonete;
- * Água de torneira;
- * Copinhos descartáveis de 200 mL ou copos de vidro;
- * Seringa de 20 mL sem a agulha (encontra-se em qualquer farmácia). Usar somente seringas novas para evitar qualquer tipo de contaminação. Nesta experiência não se recomenda utilizar pipetas para evitar que algum aluno possa ingerir acidentalmente algum produto;
- * Seringa de 5 mL sem a agulha (encontra-se em qualquer farmácia). Usar somente seringas novas para evitar qualquer tipo de contaminação. Nesta experiência não se recomenda utilizar pipetas para evitar que algum aluno possa ingerir acidentalmente algum produto;
- * Um copo de becker de 100 mL; (se não tiver o copo de becker: pode-se utilizar a seringa de 20 mL, e pegar 100 mL de água - 5 vezes com a seringa, colocar em um copo limpo e fazer uma marca com uma caneta de retroprojektor ou “pincel atômico”, obtendo assim, um copo com uma medida de 100 mL),
- * Colher de chá;
- * Colher de sopa;
- * Funil;
- * Filtro de café (pequeno).
- * Amostra de solo com muita matéria orgânica (bem escura);
- * Amostra de solo adubado ou com calcário;
- * Amostra de solo qualquer (do quintal, de parques ou praças ou da escola);
- * Panela pequena e velha;
- * Fonte de calor (fogão, fogareiro, ou bico de bunsen). Deve-se tomar cuidado para evitar algum acidente com os alunos.

4. PROCEDIMENTOS

Este experimento foi adaptado de NEICIM. Núcleo de Ensino Integrado de Ciências e Matemática. **Química Experimental com material (equipamentos e reagentes alternativos de baixo custo e fácil aquisição)**. Disponível em: < <http://www.ufv.br/cee/pec/neicim/ead/experiencias.htm>> Acesso em 31 jul. 2002. e dos artigos de GEPEC (Grupo de pesquisa em educação química). Experiências sobre solos. **Química nova na escola**. São Paulo: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química. Nº 08, p. 40 – 41, novembro 1998 e GEPEC (Grupo de pesquisa em educação química). Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química nova na escola**. São Paulo: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química. Nº 01, p. 32 – 33, maio 1995.

ATENÇÃO: *Nesta experiência existem procedimentos potencialmente perigosos, como o uso do fogo e utilização de alguns materiais que se ingeridos acidentalmente podem causar danos ao organismo como a água sanitária e o produto de limpeza com amoníaco.*

4.1. PREPARO DO INDICADOR DE REPOLHO ROXO

1. Pegar duas ou três folhas de repolho roxo e cortar com a faca de cozinha (as mais externas);



2. Colocar essas folhas em uma panela, cobrir com água e levar ao fogo;

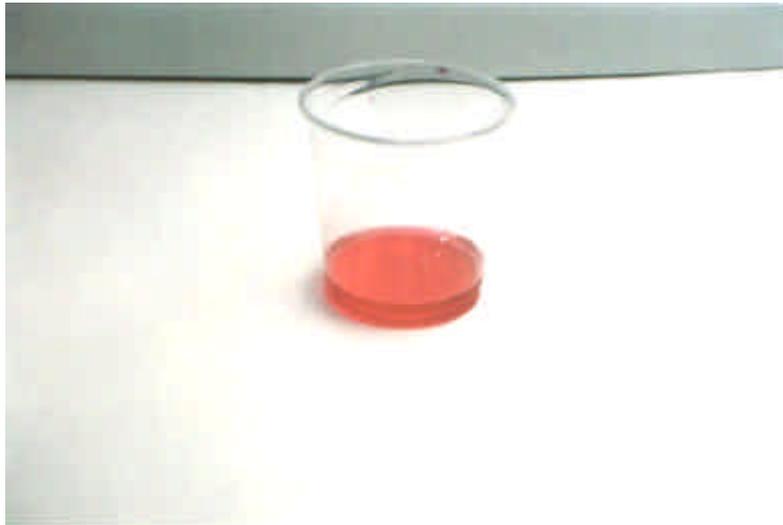


3. Deixar ferver por alguns minutos (2 ou 3) e desligar;
4. Deixar esfriar completamente;
5. Retirar as folhas cozidas manualmente e com o auxílio da peneira;
6. Guardar o líquido do repolho cozido na garrafa plástica;
7. Conservar em geladeira.

4.2. PREPARO DA ESCALA DE pH

(Observações: sempre que utilizar a seringa de 20 mL, lave a bem para evitar contaminações e alterações no resultado)

1. Pegar 20 mL de vinagre com o auxílio da seringa de 20 mL e colocar em um copo; Coletar 5 mL do indicador de repolho roxo com o auxílio da seringa de 5 mL e misturar com o vinagre. Observar e anotar a cor formada;



2. Pegar 100 mL de água com o copo medida e colocar em um outro copo. Misturar com 10 mL de vinagre coletado com a seringa de 20 mL (lavada e limpa). Coletar 5 mL do indicador com o auxílio da seringa de 5 mL e misturar com a solução diluída. Observar e anotar a cor formada;



3. Pegar 100 mL de água com o copo medida e colocar em um outro copo. Misturar com 5 mL de indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada;



4. Pegar 100 mL de água com o copo medida e colocar em um outro copo. Misturar com 10 mL de leite coletado com a seringa (sempre lavada e limpa) de 20 mL. Coletar 5 mL de indicador com o auxílio da seringa de 5 mL e colocar na solução. Observar e anotar a cor formada;



5. Pegar 100 mL de água com o copo medida e colocar em um outro copo. Pegar uma colher de chá de fermento em pó e misturar com a água. Coletar 5 mL de indicador com o auxílio da seringa de 5 mL e colocar na solução. Observar e anotar a cor formada;



6. Pegar 100 mL de água de sabonete e colocar 5 mL do indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada;



7. Pegar 100 mL de água e misturar com 10 mL de produto de limpeza coletado com o auxílio da seringa de 20 mL (sempre limpo e lavado). Colocar 5 mL do indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada;



8. Pegar 100 mL de água e misturar com uma colher de chá de sabão em pó. Colocar 5 mL de indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada.



9. Pegar 100 mL de água e misturar com 10 mL de água sanitária.coletado com o auxílio da seringa de 20 mL (sempre limpo e lavado) Colocar 5 mL do indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada.



10. Sugerir aos alunos preencherem o quadro abaixo com as cores obtidas de cada solução e concluírem se a solução é acida ou básica.

TABELA 01 – CORES OBSERVADAS PELOS ALUNOS NA ESCALA DE pH

Solução	Cor observada	Conclusão
Vinagre puro		
Vinagre diluído		
Água		
Leite		
Fermento em pó		
Água com sabonete		
Produto de limpeza		
Sabão em pó		
Água sanitária		

4.3. DETERMINAÇÃO DO pH DO SOLO

1. Ferver 2 colheres de sopa de amostra de solo com mais matéria orgânica com 200 mL de água em uma panela velha. Deixar ferver por alguns minutos. Desligar e deixar esfriar por 5 ou 10 minutos. Coar com o auxílio do funil e do filtro de café (sugere-se utilizar duplo) em um outro copo; Caso a solução fique muito escura e turva, filtrar novamente até que se torne clara;
2. Quando a solução estiver completamente fria, misturar com 5 mL do indicador coletado com o auxílio da seringa de 5 mL. Observar e anotar a cor formada.
3. Repetir o mesmo procedimento para outras amostras de solo.

TABELA 02 - CORES OBSERVADAS PELOS ALUNOS PELA SOLUÇÃO DO SOLO EM CONTATO COM O INDICADOR

Amostra de solo	Cor observada	Conclusão
Com matéria orgânica		
Adubado ou com calcário		
Outro tipo de solo		

5. QUESTÕES E SUGESTÕES DE ATIVIDADES

Sugere-se a utilização das perguntas abaixo antes de se iniciar o experimento, para que os alunos possam formular hipóteses do que irá acontecer, para depois, confrontar com os resultados obtidos após o experimento.

- a) Haverá alteração na cor das soluções quando se colocar o indicador? Tente explicar o que haverá.
- b) A amostra de solo com maior teor de matéria orgânica terá o pH mais ácido, neutro ou básico? Tente explicar.
- c) A amostra de solo adubada ou com calcário será mais ácida, básica ou neutra? Tente explicar.

As perguntas sugeridas para os alunos responderem após a obtenção dos resultados são:

- Por que quando se coloca o indicador, ocorre alteração na cor das soluções? Tente explicar o que houve.
- A amostra de solo com matéria orgânica teve um pH mais ácido, básico ou neutro? Tente explicar o que houve.
- A amostra de solo adubado ou com calcário é mais ácido, básico ou neutro? Por que?

Sugere-se ao professor (a) a incentivar os alunos para realizarem uma pesquisa de acordo com as perguntas abaixo e discutir em sala de aula (para alunos do quarto ciclo do ensino fundamental e ensino médio):

- Por que a maior parte do território brasileiro possui os solos ácidos? (ensino médio)
- Quais são os fatores que causam os problemas de acidez e alcalinidade no solo?
- Quais as conseqüências dos solos ácidos e alcalinos para as práticas agrícolas / florestais?
- Como corrigir a acidez do solo?

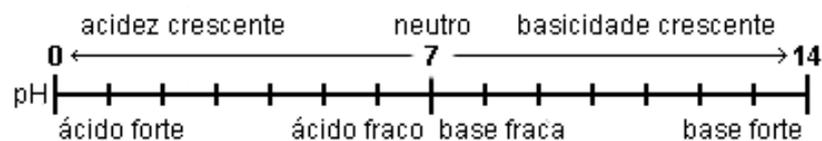
6. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES PARA PROFESSORES

Assim como o suco de limão é ácido, a água pura é neutra e a soda cáustica ou bicarbonato de sódio são alcalinos (básicos), também os solos podem apresentar-se com uma dessas características.

O termo pH define a acidez ou a alcalinidade relativa de uma solução. A escala de pH cobre uma amplitude de 0 a 14 (FIGURA 01). Um valor de pH igual a 7,0 é neutro, ou seja, as atividades dos íons H^+ e OH^- na solução são iguais. Valores abaixo de 7,0 são ácidos (predomina o H^+) e acima de 7,0 são básicos (predomina o OH^- na solução do solo). Na maioria dos solos o pH da solução do solo (fase líquida do solo) varia entre os valores de pH 4, e 9,0. (LOPES, 1989).

FIGURA 01 – Escala de pH

FONTE: Neta, M., 2002



LOPES (1989) afirma que quando saturado com H, um solo comporta-se como um ácido fraco. Quanto mais H^+ for retido no complexo de troca, maior será a acidez do solo. O alumínio também age como um elemento acidificante e ativa o H^+ . Os íons básicos, tais como Ca^{2+} e Mg^{2+} , tornam o solo menos ácido (mais básico).

LOPES (1989), explica que o pH do solo simplesmente mede a atividade do íon hidrogênio e é expresso em termos logarítmicos. O significado prático da relação logarítmica é que cada unidade de mudança no pH do solo significa uma mudança de dez vezes no grau de acidez ou de alcalinidade. Isto quer dizer que um solo com pH 6,0, tem um grau de acidez 10 vezes maior do que um solo com pH 7,0, ou seja, 10 vezes mais H^+ ativo.

Segundo o mesmo autor citado acima, o grau de acidez ou de alcalinidade do solo é influenciado pelos tipos de materiais de origem. Os solos desenvolvidos de rochas de origem básica (basalto, diabásio, gabro) geralmente possuem valores de pH mais altos do que aqueles formados de rochas ácidas (granito, riolito).

6.1. REAÇÃO ÁCIDA DO SOLO:

A origem da reação ácida do solo foi inicialmente atribuída à presença da matéria orgânica que, por decomposição, dá formação a ácidos orgânicos; estes por sua vez, comunicariam ao solo o caráter ácido. No início da década de 50, houve a proposta da teoria de que os solos que na natureza se apresentavam ácidos, estavam não só saturados com H^+ , mas também e predominantemente, com Al^{+3} (KIEHL, 1979).

Segundo BRADY (1989), os microorganismos e os vegetais são sensíveis aos seus ambientes químicos. Há muito tempo se concede grande atenção à reação do solo e aos fatores a ela associados. A acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis (como o cálcio e o magnésio) na água de drenagem.

Eles são substituídos por elementos acidificantes como o hidrogênio, o manganês e o alumínio. Assim sendo, os solos formados sob condições de alta pluviosidade são mais ácidos do que aqueles formados sob condições áridas (LOPES, 1989).

RAIJ (1991), afirma que o alumínio é, assim, causa da acidez excessiva de solos, sendo um dos responsáveis pelos efeitos desfavoráveis desta sobre os vegetais, por ser um elemento fitotóxico (tóxico aos vegetais). Em condições elevadas de acidez dos solos, podem ocorrer também teores solúveis de outros metais, como manganês e até ferro, também tóxicos para as plantas, se absorvidos em quantidades excessivas.

Outras causas da acidez, segundo COELHO (1973), são o cultivo intensivo, pois as plantas retiram do solo os nutrientes essenciais de que necessitam para seu desenvolvimento e produção, e como as adubações são geralmente deficientes em cálcio e magnésio, o solo vai-se empobrecendo nessas bases trocáveis, ficando em seu lugar íons de hidrogênio. A erosão também pode ser uma das causas, pois ocorre a remoção da camada superficial do solo, que possui maiores teores de bases e favorece a acidificação do solo, expondo as camadas mais ácidas do subsolo.

As conseqüências da acidez do solo para as práticas agrosilvipastoris são, segundo SILVA (1997):

- ? a disponibilidade dos nutrientes minerais cai sensivelmente, principalmente, cálcio e fósforo;
- ? o meio ácido torna ambiente desfavorável para a vida microbiana do solo, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e fixação de nitrogênio;
- ? os níveis tóxicos às plantas são atingidos em razões dos teores de alumínio e manganês existentes.

6.2. REAÇÃO ALCALINA DO SOLO:

Segundo KIEHL (1979), a alcalinidade ocorre quando, ao contrário, a pluviosidade é baixa e acumulam-se sais de cálcio, magnésio, potássio e carbonato de sódio, saturando o complexo coloidal. Para BRADY (1989), o solo é alcalino, algumas vezes de maneira pronunciada, especialmente quando existe carbonato de sódio, não é raro o pH atingir 9 ou mesmo 10. Solos alcalinos são, naturalmente, característicos da maioria das regiões áridas e semi-áridas.

Segundo KIEHL (1979), a alcalinidade ocorre quando a maior parte das cargas negativas dependentes do pH estão saturadas por bases, as quais desalojam o hidrogênio, que passará para a solução do solo. As bases predominarão na solução do solo.

Para KIEHL (1979), a reação do solo é um importante fator na produção agrícola – florestal (como já discutido anteriormente), influenciando na disponibilidade de nutrientes às raízes das plantas, propiciando condições favoráveis ou de toxidez; concorre, igualmente, para favorecer o desenvolvimento de microorganismos que operam transformações úteis para melhorar as condições do solo, como também podem concorrer para dar meio propício a microorganismos causadores de doenças às plantas. Os solos que têm o pH entre 5,8 e 7,5 tendem ser livres de problemas do ponto de vista do crescimento de plantas. Abaixo do pH 5, poderá haver deficiência de elementos Ca (cálcio), Mg (magnésio), P (fósforo), Mo (molibdênio), B (boro), ou toxidez de Al (alumínio), Mn (manganês), Zn (zinco) e outros metais pesados. A presença de pH entre 8,0 e 8,5 indica a ocorrência de carbonato de cálcio e/ou magnésio livres e baixas disponibilidades dos elementos P, Mn, Zn e Cu (cobre).

Segundo AMARAL et al. (2002), 84% dos solos do Brasil apresentam problemas de acidez. A acidez dos solos é reconhecidamente um dos principais fatores de baixa produtividade dos solos brasileiros, portanto é necessário a sua correção através da calagem ou aplicação de calcário.

6.3. CALAGEM

Segundo LOPES (1989), a calagem corrige as condições indesejáveis de um solo ácido.

São utilizados corretivos. Os materiais mais comuns são o óxido de cálcio ou cal virgem, hidróxido de cálcio ou cal extinta, escórias de siderurgia (silicatos de cálcio e magnésio) e calcário (COELHO, 1973).

O **óxido de cálcio** tem outras aplicações comerciais, sendo pouco usado na agricultura como corretivo. Geralmente, é vendido no comércio sob a forma de pó fino, sendo muito cáustico. Sua obtenção é a partir da calcinação do calcário. O **hidróxido de cálcio** é produzido pela adição de água ao óxido de cálcio. As **escórias de siderurgia** são resíduos da fabricação do aço, nos quais os elementos ativos de correção de acidez se encontram em forma de silicato de cálcio e de magnésio. Os **calcários** são os de uso mais difundido e obtidos através da moagem de rochas calcárias constituídas principalmente de carbonatos de cálcio e magnésio (COELHO, 1973).

Os processos e as reações pelos quais o calcário reduz a acidez do solo são muito complexos, mas uma simplificação mostrará como o calcário age. Como foi mencionado anteriormente, o pH de um solo é uma expressão da atividade do íon hidrogênio. O calcário (CaCO_3) reduz a acidez do solo elevando o pH pela conversão de alguns desses íons hidrogênio em água (LOPES, 1989). A reação acontece assim:



Segundo RAIJ (1991), a calagem neutraliza o alumínio e o manganês. O fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes é também relevante. A calagem aumenta a disponibilidade do fósforo, favorece a nitrificação da matéria orgânica, e tem efeito positivo na fixação simbiótica do nitrogênio. Ela aumenta a disponibilidade de molibdênio, mas diminui a dos outros micronutrientes. As propriedades físicas são favorecidas pela adição dos cátions floculantes aos colóides do solo, cálcio e magnésio. Por estimular sistemas radiculares mais extensos, a calagem favorece um melhor aproveitamento de água e nutrientes existentes no solo.

A determinação do pH é de extrema importância, segundo BRADY (1989) para a execução da correção. Realmente, o pH é um diagnóstico de valor inestimável e sua determinação se transformou em uma das provas de rotinas executadas nos laboratórios de solos. Os métodos de determinação em

laboratório são o método eletrométrico ou potenciométrico (extremamente preciso, pois mede a concentração do hidrogênio da solução do solo confrontando com a medida com um eletrodo-padrão), método de corantes (mudam de cor quando aumenta ou diminui o pH, o que possibilita, dentro da faixa do indicador, fazer a estimativa da concentração de íons hidrogênio na solução), entre outros.

Os prováveis resultados deste experimento para a criação da escala de pH com as várias soluções estão demonstradas na Tabela 03:

TABELA 03 – PROVÁVEIS VALORES A SEREM ENCONTRADOS NA ESCALA DE pH PROPOSTA NESTA EXPERIÊNCIA

Solução	Cor observada	pH	Conclusão
Vinagre puro	Vermelho / Rosa escuro	2,7	Ácida
Vinagre diluído	Rosa	3,3	Ácida
Leite	Lilás	7,2	Neutro
Água	Lilás / Roxo / Azul	7,5	Neutro
Fermento em pó	Lilás / Azul	7,8	Neutro
Água sanitária	Bege	10,2	Básico
Água com sabonete	Verde claro	10,5	Básico
Sabão em pó	Verde	10,5	Básico
Produto de limpeza	Verde escuro	10,6	Básico

Conforme a tabela acima, o indicador de repolho roxo fornecerá cores mais avermelhadas quando as soluções forem mais ácidas, cores lilás / azuladas para as soluções neutras a ligeiramente básicas, e esverdeadas em pHs mais alcalinos.

Deve-se comparar a cor formada na determinação do pH do solo com as cores da escala acima, obtendo-se a idéia se o solo é ácido, básico ou neutro. Na maioria das vezes, a cor formada pode ser parecida com a cor apresentada da água, podendo ser interpretada erroneamente como neutros, ou haverá uma discreta mudança de tonalidade, para ácido (rosa / lilás) ou para básico (lilás / azul), às vezes, pouco perceptível. Pode ser que a modificação na proporção entre o indicador e a solução resolva tal problemas.

A amostra de solo com matéria orgânica tende a ser mais ácida devido a produção de ácidos na decomposição. Já amostra adubada ou com calcário tende a ser mais básica devido a composição destes componentes.

Sugere-se, caso não obtenha os resultados esperados neste experimento, o professor poderia misturar em uma amostra de solo uma pequena quantidade de algum produto ácido, por exemplo, vinagre e em outra amostra de solo, poderia se misturar calcário ou outro material de caráter básico.

O professor (a) deverá discutir com os alunos sobre a importância do conhecimento do pH do solo para o cultivo no solo e como a calagem reduz a acidez dos solos.

7. RELAÇÃO DESTA EXPERIÊNCIA COM OS PCNs

Esta experiência se insere para o terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental no conteúdo de Ciências Naturais. Para o Ensino Médio em Ciências da Natureza. A profundidade da explicação dos fenômenos envolvidos aos alunos deve ser adequada ao nível dos mesmos.

Para os alunos do terceiro ciclo, segundo os PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) deve-se investigar com o auxílio do professor a relação entre o solo, o pH e o desenvolvimento ou não das plantas.

Aos alunos do quarto ciclo do ensino fundamental, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), além do sugerido para o terceiro ciclo, é importante que haja a compreensão dos fatores que acidificam e alcalinizam o solo. Deve-se discutir sobre as práticas de correção utilizadas para o solo mais ácido e sua relação com produtividade agrícola – florestal. Ao discutir este tema em regiões agrícolas, por exemplo, é importante o levantamento e o debate sobre custos e maneiras de aplicação.

Para os alunos do ensino médio, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), além do sugerido para o terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental com maior profundidade, o aluno deverá relacionar os fenômenos, fatos e processos envolvidos com o solo e o pH, disponibilidade nutrientes e elementos tóxicos para as plantas, atividade microbiana no solo, numa visão mais abrangente. Entender a grande ocorrência de solos ácidos no Brasil, a correção destes, bem como a influência na produtividade agrícola – florestal e seus custos.

8. AVALIAÇÃO

A avaliação da experiência pode ser feita a partir de algumas perguntas:

- a) Os alunos conseguiram concluir o experimento ?
- b) Os alunos responderam as questões corretamente ou tiveram muita dificuldade ?
- c) Os alunos conseguiram discutir cada pergunta formulada entre eles e/ou com o professor ?
- d) Houve interesse e participação dos alunos neste experimento?
- e) Os resultados alcançados pelos alunos foram satisfatórios no ponto de vista do professor ?

9. BIBLIOGRAFIA

1. AMARAL, F.C.S.; PEREIRA, N.R., CARVALHO JÚNIOR, W. **Principais limitações dos solos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/tema3/tema3.html>> Acesso em 18. set. 2002.
2. BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898 p.
3. BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136 p.
3. BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais - terceiro e quarto ciclos: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998a. 138 p.
4. BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 1999.
5. COELHO, F. S. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.
6. GEPEC (Grupo de pesquisa em educação química). Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química nova na escola**. São Paulo: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química. Nº 01, p. 32 – 33, maio 1995.

7. GEPEC (Grupo de pesquisa em educação química). Experiências sobre solos. **Química nova na escola**. São Paulo: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química. Nº 08, p. 40 – 41, novembro 1998.
8. KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relações solo – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.
9. LOPES, A.S. (trad. e adap.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.
10. NEICIM. Núcleo de Ensino Integrado de Ciências e Matemática. **Química Experimental com material (equipamentos e reagentes alternativos de baixo custo e fácil aquisição)**. Disponível em: < <http://www.ufv.br/cee/pec/neicim/ead/experiencias.htm> > Acesso em 31 jul. 2002.
11. NETA, M. **Escala de pH**. Disponível em <<http://atelier.uarte.mct.pt/fq/acidobase/escalaph.htm>> Acesso em 18 out. 2002.
12. RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ceres, POTAFOS, 1991. 343 p.
13. SILVA, O. **Fertilizantes, corretivos e solos**: o tripé das plantas. 1. ed. Campinas, São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1997.



Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola
Universidade Federal do Paraná - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Rua dos Funcionários, 1540 - 80035-050 - Curitiba – PR
Telefone (41) 3350-5649 - E-mail: solonaescola@ufpr.br