

FITÓLITOS EM SOLOS SOB CERRADÕES DO TRIÂNGULO MINEIRO: RELAÇÕES COM ATRIBUTOS E SÍLCIO ABSORVIDO

Prof Dr Igo Fernando Lepsch

Pesq. visitante, USP/ESALQ/LERF, Depto de Ciências Biológicas
ifl_37@ig.com.br

Leandro Marcos Andrade Paula

Aluno Especial do Mestrado em Geografia UFU e Eng. Agrônomo EMATER
Programa de Pós-Graduação em Geografia UFU
lea.marcos@zipmail.com.br

RESUMO

Os fitólitos são partículas de sílica amorfa que se acumulam entorno ou dentro das células dos tecidos vegetais. A sílica é absorvida do solo primeiro na forma de ácido silícico monomérico polimerizando-se seguidamente no vegetal para gel e finalmente em fitólitos. Estes corpos sólidos da planta incorporam-se ao solo onde tem várias configurações, são predominantemente do tamanho de areia fina e silte. Os fitólitos que têm importantes funções benéficas nas plantas constituem importantes partes do solo por manter características específicas de acordo com a espécie de planta de origem. Observou-se a morfologia e quantificaram-se os fitólitos em locais de cimeira com Latossolo Vermelho Escuro, textura média e argilosa sob Cerrado e dois locais em encosta com solos Glei pouco húmico e comparou-se com o silício assimilável.

Palavras-chave: fitólito, silício, solo

PHYTOLITHS SOIL IN CERRADÕES OF TRIÂNGULO MINEIRO: RELATION WITH ATTRIBUTE AND SILICON ABSORPTION

ABSTRACT

Phytolites are amorphous silica particles which pile up around and inside vegetal tissue cells. Firstly, silica is absorbed from soil as monomeric silicon acid, then it polymerizes into gel, and finally into phytolites. This plant solid body returns to soil in different forms and similar to sand and silt grain in size. The phytolites is beneficial to plants and turns into an important part of soil composition because it maintains specific characteristics of the plant which produces it. In this work one observed phytolites morphology and quantity in cerrado summit areas with dark red latosol, medium and argillaceous texture and in two slope areas with little humic Gleis soil and then compared them with silicon absorption.

Key-words: phytoliths, silicon, soil

INTRODUÇÃO

O silício, o ferro e o alumínio são os elementos químicos mais abundantes nos solos tropicais. O primeiro, quando na forma amorfa, desempenha um importante papel para as gramíneas, é relacionado a plasticidade e é bem conhecido no caso do arroz, onde a sílica reforça a rigidez dos colmos, dá um melhor crescimento a planta e uma boa resistência às doenças. Uma floresta equatorial retorna ao solo por ano, em reciclagem natural de seus detritos vegetais cerca de 250 Kg/há de SiO₂, ultrapassando mesmo as quantidades do nitrogênio. Também ao queimar a floresta, a metade da cinza é composta de silício. Apesar disso, não se sabe qual é a quantidade de sílica estritamente indispensável para o crescimento das florestas e cerrados tropicais, por conseqüência qual é a quantidade relevante do consumo de excedente (PIPERNO, 1988).

Recebido em 18/07/2006

Aprovado para publicação em 15/08/2006

Vários estudos são conduzidos buscando identificar fontes alternativas de potássio (K) para a agricultura brasileira, com o objetivo de diminuir as dependências das importações de cloreto de potássio (KCL), atualmente em torno de 90% da demanda. Com essa finalidade, a utilização de pó de rocha silicatada tem sido testada, mas os resultados mais promissores foram obtidos mediante tratamento térmico ou químico do material, processos onerosos que inviabilizam economicamente a tecnologia. Em alguns casos, a aplicação in natura de rochas moídas tem apresentado efeitos agrônômicos positivos, porém, influenciados por fatores como a natureza da rocha, as características do solo e a espécie vegetal. Em determinadas condições, o uso de rochas silicatadas, em sistemas de exploração e aplicação similares aos empregados para o calcário agrícola, poderá ser uma opção tecnológica viável. Dentre as rochas silicatadas a Ultramáfica é a que apresenta maior quantidade de potássio (RESENDE, 2005).

Os compostos de silício existentes nos solos principalmente sob a forma de sílica opalina (fitólito) estão principalmente no horizonte A. As outras formas que predominam nos solos menos intemperizados ou no horizonte C na rede cristalina de feldspatos, são os piroxênios, as micas e todos os outros silicatos primários das rochas.

A decomposição dos silicatos e, também, a fraca dissolução do quartzo liberam um fluxo contínuo de ácido silícico pseudo-solúvel. Nos solos evoluídos, que são os latossolos e os podzólicos, onde não existem mais facilmente intemperizados minerais da rocha-mãe com exceção, às vezes, de um pouco de muscovita, a sílica provém essencialmente da: dissolução do quartzo (coeficiente de solubilização de 7 a 10 ppm). Se finamente subdividido e da decomposição das argilas. É necessário aqui distinguir a caulinita (coeficiente de solubilização de SiO₂ de 1 a 5 ppm) das outras argilas da família da caulinita: caulinita desordenada, haloisita e metahaloesita (coeficiente de solubilização de SiO₂ vai de 115 a 20 ppm, conseqüentemente sendo muito maior do que do quartzo). A sílica coloidal que é liberada nos processos acima não permanece muito tempo imóvel, ela é rapidamente deslocada no perfil pelas águas de drenagem (LEPSCH; BUOL, 1973).

Os solos do cerrado (latossolo), ocupam uma extensa área do Brasil Central, estando hoje em grande parte substituído por lavouras e pastagens principalmente no Triângulo Mineiro (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1982). Com isto a sua biodiversidade está sendo severamente afetada, sendo necessário conhecê-lo melhor possível, tanto para preservar áreas ainda pouco degradadas como para melhor aproveitar suas terras na agricultura. Trabalhos recentes, têm demonstrado que muitas das espécies do cerrado são acumuladoras de silício, o qual exerce importantes funções nos vegetais, como aumento de resistência a certos patógenos, melhor arquitetura de folha (beneficiando a fotossíntese) e resistência a estresses hídricos. No solo o íon Si, em solução, pode combinar-se com o alumínio que é tóxico. O Si no ciclo solo/planta passa por diversas etapas, dentre as quais ressalta-se a de formação de silicofitólitos (ou corpos silicosos) nos tecidos vegetais (LABORIAU; SENDULSKY, 1966).

Os fitólitos são primeiro formados pelo resultado de deposição de sílica, intracelular ou extracelular, em tecidos. Ele é primeiro absorvido do solo na forma de ácido monossilícico transformado-se seguidamente em polímeros, gel e opala. Eles podem retornar ao solo através da adição ao mesmo dos restos vegetais. Um melhor conhecimento acerca de seus tamanhos, formato, distribuição e estabilidade deve ser útil para compreender o ciclo biogeoquímico do Si no solo. Sob este ponto de vista os fitólitos tem grande importância tanto para um melhor conhecimento deste ecossistema como para melhor entender certos comportamentos das plantas cultivadas em solos antes sob este tipo de vegetação (PINILLA, 1997). Para isso é basicamente necessário um estudo das origens, quantidades e distribuição dos silicofitólitos, em perfis de solos sob cerrado.

A distribuição da quantidade, forma e distribuição de fitólitos em solos sob cerrado, bem como das espécies nativas desta flora, servirá para um maior entendimento dessa feição, a qual a literatura mais moderna tem mostrado como de importância para explicação de vários fenômenos do solo e das plantas. Interações existem entre os mesmos e atributos pedogenéticos, hábitos, sanidades e produtividade vegetal (como por exemplo interações com toxicidade de alumínio, resistência a patógenos e a estresses hídricos).

Um outro aspecto que merece destaque é o relacionamento com a duração e estabilidade dos silicofitólitos no solo. Os fitólitos tem grande estabilidade no solo uma vez que alguns dos mesmos, quando datados pelo C14 (da matéria orgânica oclusa) revelaram idades de aproximadamente 14.000 anos. A solubilidade da opala biogênica é função principalmente da sua superfície específica (aumentando grandemente a partir de 30 m/g, e esta solubilidade é cerca de 10 vezes maior so que a sílica gel), independente do pH (quando o mesmo é menor que 6.0). A solubilidade dos fitólitos também diminui com o grau de impurezas: os menos solúveis são aqueles com maiores teores de Al (por ex: os de coníferas, com 3 a 4 %). Variações sazonais de dissolução de fitólitos da serrapilheira foram também verificadas. Tais resultados ressaltam a importância maior dos estáveis fitólitos do solo para estudos pedogenéticos ao passo que corpos silicosos advindo dos tecidos vegetais (incluindo sílica-gel e pré-fitólitos, de menor tamanho) seriam os de maior importância para o estudo da liberação de Si no solo para as plantas.

No Brasil poucos são os estudos acerca de fitólitos em solos, havendo descrições de corpúsculos assemelhados provindos de espículas de esponjas de água doce (COSTA, KELLER e JOHNS, 1992).

Dress e outros (1989) sumarizaram dados de literatura á composição química de fitólitos oriundos diretamente da serrapilheira e do solo. Segundo estes dados os fitólitos apresentam a composição de acordo com o quadro a seguir:

Tabela 1

Composição química dos fitólitos na serrapilheira e no solo

Composto químico	Da serrapilheira g/kg	Do solo g/kg
SiO ₂	64-105	28-72
AlO ₂	0.2-7.0	8.4-47
Fe ₂ O ₃	T*-5.6	2-13
TiO ₂	T*	T*-3
Cão	T*-15.5	1-20.4
K ₂ O	T*-9	1.4-10
Na ₂ O	T*-5	1-13.3
MgO	T*-5.1	1-17.7
C	57.8	8.6
H ₂ O	38.3-76.1	42.6-121

T*: indica que na análise houve traços da presença do composto, mas com valores não significativos.

Lepsch; Buol, (1972), em solos muito argilosos de Rio Claro, SP, sob floresta (1 perfil) e sob canade- açúcar (3 perfis) encontrou maiores quantidades de fitólitos (9%) na fração silte grosso e na camada de 0 – 10 cm nos solos sob floresta e acerca de 5 a 9%, nos cultivados com cana-de-açúcar. Pequenas quantidades foram encontradas até cerca de 150 cm de profunda. A areia muito fina apresentou quantidades bem menores (1-2%).

O objetivo principal foi o de descrever a morfologia e quantificar os fitólitos de latossolos sob cerrado bem compará-los com as características gerais do solo e análise de silício assimilável das mesmas, na profundidades de 0-4, 4-10, 10-20, 60-80 cm.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Eliminação da matéria orgânica (peróxido de hidrogênio)
2. Eliminação do ferro livre pelo método de Jackson, pelo método biológico de Allison Scarseth e pelo método do ácido clorídrico.
3. Separação da areia e silte e fracionado em silte grosso (50-20u), médio (20-10u) e fino (10-20u).
4. Observações preliminares de rotina em uma lupa e depois em um microscópio petrográfico usando-se alternadamente o analisador.

5. Foram identificados e fotografados em cada uma das frações do solo (areia fina e grossa, silte fino, médio e grosso e argila), alguns fitólitos com feições morfológicas dominantes e feita uma semi-quantificação sob microscópio petrográfico, com amostras mergulhadas em óleo de cravo (índice de refração igual a 2,8) e usando-se aumento de quarenta vezes.
6. Efetuou-se também observações preliminares, para efeito de teste de metodologia, em outras amostras de solo latossolo vermelho escuro de uma mata virgem e de latossolo roxo sob capim colônio como cobertura vegetal.
7. Testes de dissolução de cloreto de zinco para a obtenção da densidade 2.6.
8. Nas amostras de solo do latossolo vermelho-amarelo e do latossolo vermelho-escuro foram fracionados em areia muito fina, silte grosso e argila, após este fracionamento fez-se uso do microscópio petrográfico para quantificação dos fitólitos (usando também o óleo de cravo para imersão da amostra na lamina).
9. Para análise de silício no solo utilizou-se a seguinte metodologia: em amostras de 10g de solo (TFSA) adicionou-se 100ml de uma solução de ácido acético 0.5 M e procede-se uma agitação por 1 hora. Após esta operação, a suspensão é posta em repouso, para decantação, durante 15 minutos. A seguir, filtra-se a suspensão e deixa-se o filtrado em repouso por uma noite (12h). Para determinação, utiliza-se 10ml do filtrado, ao qual se acrescenta 1 ml de solução sulfomolibdica. O ácido orto-silícico (H_4SiO_4), que é a forma em que o Si se apresenta na solução, reage com o molibdato desenvolvendo cor amarela. Após 10 minutos acrescentar 2ml de uma solução de ácido tartárico a 20%, a fim de complexar o fósforo (P) da solução. Após 5 minutos, adiciona-se 10ml de uma solução de ácido ascórbico para promover o aparecimento da cor azul na solução (este ácido se oxida rapidamente e portanto funciona como eficiente redutor). Depois de 1 hora é feita a leitura em um fotocolorímetro (espectofotômetro) ajustado no comprimento de onda de 660nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro latossolo vermelho escuro textura média estudado entre Uberlândia e Monte Alegre de Minas (sítio 1), apresentou maiores quantidades de fitólitos (20-100u) nas mais superficiais profundidades de 0-4 e 4-10cm sendo em 10-20, 20-40 e 60-80cm as quantidades foram diminuindo. Com o silício assimilável determinado nas mesmas amostras aconteceu o oposto houve um aumento de silício com a profundidade relatado na tabela 2.

Tabela 2
Percentagens de opala biogênica e silício no sítio 1

Profundidade	Fração do solo (u)	Opala %	Silício ppm
0-4	20-50	8.0	3
	50-100	2.0	
4-10	20-50	6.0	3
	50-100	1.5	
10-20	20-50	5.0	5
	50-100	1.5	
20-40	20-50	3.5	13
	50-100	1.0	
60-80	20-50	2.5	26
	50-100	0.5	

O segundo local (sítio 2) amostrado a treze quilômetros ao sul do primeiro e também superfície de cimeira, apresentou as mesmas características do primeiro, a quantidade de fitólitos diminui com a profundidade enquanto o silício assimilável foi aumentando com a profundidade. No entanto este solo apresentou menor quantidade de silício assimilável que o primeiro mostrado na tabela 3.

Na toposequência da reserva do Clube Caça e Pesca o primeiro local (sítio 03) amostrado, na parte mais baixa foi no glei pouco húmico dentro da vereda onde a drenagem é moderada e uma maior acumulação de matéria orgânica superficialmente, o que provocou o desenvolvimento de um horizonte A menos espesso e mais escuro.

Este solo apresentou percentagens bem maiores de fitólitos e em todas as profundidades que os latossolos vermelho-escuro de cimeira citados anteriormente, (tanto na areia fina como no silte

grosso as quantidades de fitólitos foram maiores). A quantidade de silício também foi maior e também aumentando com a profundidade como mostra a tabela 4.

Tabela 3

Percentagens de opala biogênica e silício no sitio 2

Profundidade	Fração do solo (u)	Opala %	Silício ppm
0-4	20-50	10.0	4
	50-100	1.0	
4-10	20-50	8.0	5
	50-100	1.0	
10-20	20-50	7.0	7
	50-100	0.8	
20-40	20-50	5.0	9
	50-100	0.5	
60-80	20-50	3.0	13
	50-100	0.5	

Tabela 4

Percentagens de opala biogênica e silício no sitio 3

Profundidade	Fração do solo (u)	Opala %	Silício ppm
0-4	20-50	18.5	5
	50-100	6.0	
4-10	20-50	16.5	5
	50-100	5.0	
10-20	20-50	10.0	10
	50-100	3.5	
20-40	20-50	8.5	22
	50-100	2.5	
60-80	20-50	7.0	50
	50-100	2.5	

O segundo local amostrado (sitio 04) desta toposequência foi vinte metros do primeiro, perpendicular a vereda, com isso o solo apresentava uma melhor drenagem que o primeiro mas ainda apresentava o horizonte A pouco acinzentado.

Este solo também apresentou percentagens maiores de fitólitos que os latossolos, mas menores de fitólitos e silício que o primeiro ponto amostrado na vereda, como mostra a tabela 5.

CONCLUSÃO

Tanto os latossolos quanto o glei pouco húmico apresentaram quantidades maiores de fitólitos no silte que na areia muito fina, isto em todas as profundidades estudadas. Estas quantidades de silicofitólitos foram diminuindo com a profundidade e a quantidade de silício assimilável foi aumentando provavelmente devido a sua facilidade de ser carregado verticalmente nos processos de lixiviação.

REFERÊNCIAS

- COSTA, L.M.; KELLER, W.D.; JOHNS, W.D. Espículas de esponjas em solos de João Pinheiro, MG. **Revista Ceres**, v.39, n.226, p.597-603, 1992.
- DRESS, L. R. et al., Silica in soils: quartz, and disordered silica polymorphs. In: DIXON J. B. WEED, S. B. (Ed.) **Minerals in soils environments** 2. ed. Madison: Soil Sci. Soc. América, 1989. p.471-552.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, R.J., 1982 526p. p.369-370.
- LABORIAU, L.G.; SENDULSKY, T. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados. In: **Academia Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.159-170, 1966.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W. Ivertigations in na oxisol ultisol toposequencia in São Paulo State, Brazil. **Soil Sci. Sac Am Proc**, v. 41, p.109-115, 1972.

PINILLA, A. **Estado actual de los estudios de fitolitos en suelos y planta**. Madri: Centro de Ciências Medioambientais. 1997.

PIPERNO, D. R. **Phytolith analysis an archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 1988.

RESENDE, A.V. Potencial de rochas silicatadas no fornecimento de potássio para culturas anuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE SOLO, 30., Recife, 2005.