

Disciplina: Química do Solo

Identificação

Código: SOL 844

Créditos: 7 (4 horas teóricas – 3 horas práticas)

Nível: Mestrado/Doutorado

Professores: Danilo Rheinheimer dos Santos e Maria Alice Santanna dos Santos

Oferecimento: Anual (I semestre)

Objetivos da disciplina

Elucidar e construir em conjunto com os pós-graduandos os princípios básicos da Química Geral necessários ao estudo da Ciência do Solo. Em Química do Solo, estudar-se-ão a composição mineralógica do solo, a dinâmica da solução do solo e, principalmente, a físico-química da interface sólido-solução.

Orientar os pós-graduandos em diferentes atividades laboratoriais, procurando despertar o senso de responsabilidade, precauções contra acidentes e domínio das técnicas analíticas em Química do Solo.

Ementa

Princípios básicos da Química aplicados a Ciência do Solo. As leis da química do solo. Introdução à mineralogia do solo. O solo como um sistema coloidal. Fenômenos de superfície, grupos funcionais, complexos de superfície e distribuição dos íons em torno das partículas. Balanço de cargas e pontos de carga zero. Complexos de esfera externa: adsorção física de cátions e ânions. Complexos de esfera interna: quimiossorção de cátions e de ânions. Dinâmica da solução do solo, atividade iônica e especiação química. Metodologias de medidas de cargas e de elementos químicos do solo. Oxi-redução em solos e ambientes aquáticos.

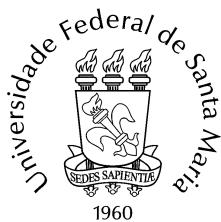
Metodologia e/ou Instrumentos de Ensino

A disciplina será conduzida de modo a construir o conhecimento em harmonia com a experiência adquirida pelos pós-graduandos durante sua vida acadêmica e experiência profissional. Utilizar-se-ão de aulas expositivas, com leitura prévia de textos básicos por parte dos pós-graduandos, seguida de discussão em grupo. Haverá discussão de artigos e capítulos de livros e sistematização, por parte do professor, dos principais aspectos a fim de melhoria no entendimento da leitura. Também, ministrar-se-ão aulas práticas em laboratório, como forma de exercitar as aprendizagens obtidas na fase de desenvolvimento teórico. No final do semestre haverá apresentação de seminários relativos às atividades desenvolvidas em laboratório.

Formas de avaliação

A avaliação será feita mediante provas teóricas e confecção de relatório das atividades práticas, sob a forma de artigo científico, e de sua apresentação aos colegas. O conceito será dado de acordo com as seguintes notas: Primeira prova no valor 4; segunda prova valor 4; relatórios valor 2. O conceito a ser atribuído seguirá estritamente o sistema que consta no Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria.

Programa: Título e Discriminação das Unidades



PROGRAMA DE AULAS TEÓRICAS

Unidade I: Fundamentos básicos de Química

a) Os elementos e a tabela periódica

- Elementos e átomos (átomos, modelo nuclear, nêutrons e isótopos)
- Elementos que formam a crosta terrestre
- Famílias de elementos químicos e séries de elementos
- A organização dos elementos: a tabela periódica
- A eletronegatividade e o caráter metálico ou não-metálico dos elementos
- Estados de oxidação, agentes oxidantes e agentes redutores
- Números de oxidação dos elementos

Leituras obrigatórias:

- Atkins & Jones. **Princípios de Química** (Fundamentals – B)
Barrow. **Química General** (Cap. 5)

b) Química da água no solo

- A natureza da água
- Hidratação iônica
- Soluções de eletrólitos
- Hidrólise de cátions
- Ácidos e Bases de Lowry-Brönsted
- Pares iônicos e íons complexos
- Estabilidade de complexos solúveis
- Reações de oxirredução (aspectos gerais, balanceamento)

Leituras obrigatórias:

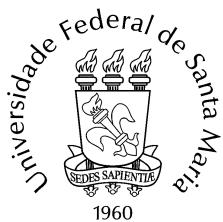
- Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 5, p. 183-223).
Sposito. **The chemistry of soils** (Cap.6, p. 144-171)

c) Equilíbrio químico e solubilidade

- Lei da ação das massas e constante de equilíbrio
- O princípio de Le Chatelier
- Solubilidade: características qualitativas
- Solubilidade de gases em água: oxigênio e dióxido de carbono
- O produto de solubilidade dos sais
- Íons complexos em meio aquoso
- Efeito da força iônica do meio na solubilidade dos sais
- Solubilidade dos minerais
- Solubilidade mineral e composição da solução

Leituras obrigatórias:

- Krauskopf. **Introdução à geoquímica Vol. I.** (Cap. 1, p. 2-22).
Barrow. **Química General** (Cap. 10)
Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 6, p. 255-309)



Unidade II: Leis da Química do Solo

Leitura e discussão do artigo:

Barrow. The four laws of soil chemistry: the Leeper lecture 1998. **Aust. J. Soil Res.**, 37:787-829, 1999.

Unidade III: Composição química e mineralogia do solo

a) Estrutura e importância dos argilominerais silicatados

Leituras obrigatórias:

Schulze. **Ann introduction of soil mineralogy**. In: Dixon & Weed (Cap. 1, p.1-34).

Sposito. **The chemistry of soils** (Cap. 2, p. 28-59).

Fassbender. **Química de suelos com ênfasis en suelos de América Latina**. (Cap. 1, p.3-65).

Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 2, p 35-100).

b) Óxidos

Leituras obrigatórias:

Schwertmann & Fitzpatrick. Iron minerals in surface environment. **Catena Supplement**, 21:7-30, 1992.

Hsu. **Aluminum oxides and oxyhydroxides**. In: Dixon & Weed (Cap 7, p.331-378).

Schwertmann & Taylor. **Iron oxides**. In: Dixon & Weed (Cap 8, p.380-438).

Unidade IV: Matéria orgânica do solo

Bases conceituais

Interação com colóides inorgânicos - aspectos físicos

Interação com íons e disponibilidade de elementos – aspectos químicos

Leituras obrigatórias:

KLEBER, M. E JOHNSON, M. G. Chapter 3 – Advances in Understanding the Molecular Structure of Soil Organic Matter: Implications for Interactions in the Environment.

Advances in Agronomy, v. 106, p. 77-142, 2010.

KLEBER, M.; SOLLINS, P.; SUTTON, R. A conceptual model of organo-mineral interactions in soils: self-assembly of organic molecular fragments into zonal structures on mineral surfaces. **Biogeochemistry**, v. 85, p. 9–24, 2007.

Coleman et al. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. (Cap. 1, p.5-31; Cap. 3, p.69-95).

Stevenson. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. (Cap. 16, p.378-404; Cap. 18, p.429-452).

Schlten & Schnitzer. Chemical model structures for soil organic matter and soils. **Soil Sci.**, 162:115-130, 1997.

Unidade V: Solução do solo e especiação química

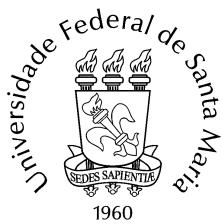
a) Extração da solução do solo e composição química

Leituras obrigatórias:

Wolt. **Soil solution chemistry: applications to environmental science and agriculture**. (Cap. 2, p.6-21; Cap. 3, p.22-73; Cap. 5, p.95-120; Cap. 7, p.144-168).

Sposito. **The chemistry of soils** (Cap. 4, p.94-144)

Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 5, 232-238).



b) Força, atividade iônica e especiação química

Leituras obrigatórias:

Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 5, p. 223 -231)

Sparks. **Environmental soil chemistry**. (Cap. 4, p.115-132).

Sposito **The chemistry of soils** (Cap. 4, p.94-114).

Unidade VI: Introdução à Físico-Química do solo

a) Fenômenos coloidais no solo

Suspensões coloidais

Colóides do solo

Forças inter-partículas

O modelo DLVO

Efeitos de adsorção na estabilidade coloidal

Leituras obrigatórias:

Sposito. **The chemistry of soils** (Cap. 10, p. 244-277).

Bolt et al. **Interactions at the soil colloid-soil solution interface** (Cap. 1, p 1-33).

SHAW, D.J. **Introdução à química dos colóides de superfície**. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. USP, 1975. 318p.

b) A interface sólido-solução e origem das cargas elétricas no solo (Helmoltz, Guy-Chapman e Stern: fundamentos e limitações)

Leituras obrigatórias:

Yu. **Chemistry of variable charge soils**. (Cap. 2, p.17-63).

c) Grupos funcionais e complexos de superfície (esfera interna e esfera externa)

Leituras obrigatórias:

Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 7, p.311-334)

Sparks. **Environmental soil chemistry**. (Cap. 5 e 6, p.133-198).

d) Balanço de cargas superficiais e pontos de carga zero

Leituras obrigatórias:

Fontes et al. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, 58:627-646, 2001.

Anderson & Sposito. Cesium-adsorption method for measuring accessible structural surface charge. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 56:1569-1576, 1991.

Anderson & Sposito. Proton surface-charge density in soils with structural and pH-dependent charge. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 56:1437-1443, 1992.

Schroth & Sposito. Surface charge properties of kaolinite. **Clays and Clay Minerals**, 45:85-91, 1997.

e) Complexos de esfera externa: troca de cátions e de ânions

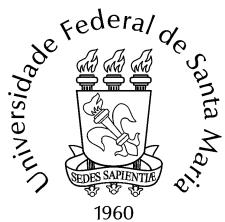
Leituras obrigatórias:

Rheinheimer et al. **Interação das cargas elétricas e a solução do solo** (não publicado).

Yu. **Chemistry of variable charge soils**. (Cap. 3 e 4, p.64-139).

f) Complexos de esfera interna: quimiossorção de cátions e de ânions

Leituras obrigatórias:



Ministério da Educação
Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo

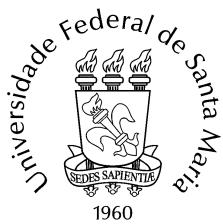
Rheinheimer et al. **Interação das cargas elétricas e a solução do solo** (não publicado).
Yu. **Chemistry of variable charge soils**. (Cap. 5 e 6, p.140-218).

Unidade VII: Oxidação e redução do solo

Reações de ambientes com baixa difusão de oxigênio
Dinâmica dos nutrientes em solo alagado

Leituras obrigatórias:

Kirk. **The biogeochemistry of submerged soils**. (Cap. 4, p. 93-134).
Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 9, p. 445-497)
Krauskopf **Introdução à geoquímica Vol. I** (Cap. 9, p. 196-214)
Sposito. **The chemistry of soils**. (Cap. 6, p.144-171)



PROGRAMA DE AULAS PRÁTICAS

Unidade 1: Conduta em laboratórios de análise de solo, preparo de reagentes e armazenamento de soluções químicas.

Unidade 2: Análise química quantitativa instrumental

- 2.1 - Espectroscopia de emissão atômica
- 2.2 - Espectroscopia absorção atômica de chama
- 2.3 - Espectroscopia de absorção atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP)
- 2.4 - Espectroscopia de absorção molecular (UV-visível).
- 2.5 - Análise de CHOSN por combustão (autoanalizador).
- 2.6 - Determinador de ASE.
- 2.7 - Granulômetro Laser.
- 2.8 - HPLC – ânions por condutividade elétrica
- 2.9 - DRX – Argilominerais e óxidos.

Skoog & West. **Fundamentos de química analítica.** Barcelona, Editora Reverté, 1970.
915p.

Vogel et al. **Análise química quantitativa**, 4^a ed. (Cap. 17, 20 e 21).

Essington. **Soil and water chemistry – an integrative approach** (Cap. 5, p.238- 253)

Unidade 3: Preparo de curva padrão (P, K, Ca, Mg, Zn, S, Al e carbono orgânico).

Unidade 4: Fracionamento físico e químico da matéria orgânica do solo.

Unidade 5: Extração da solução do solo e especiação iônica (cálculo simplificado e análise computacional - Minteq).

Unidade 6: Determinação das cargas do solo e os pontos de carga zero.

Unidade 7: Descrição quantitativa da adsorção/dessorção em solos e sedimentos.

Rheinheimer et al. Heavy metal transport modelling in soil: sorption/desorption phenomena, water fluxes and contaminant fate. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.5, p.135 - 180, 2007.

Unidade 8: Determinação de ânions (solução do solo, águas, etc) por HPLC.

Unidade 9: Fracionamento e disponibilidade do fósforo do solo.

Unidade 10: Execução de experimento ligado a Química do Solo