



**MESTRADO PROFISSIONAL**  
**“USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS EM REGIÕES TROPICAIS”**

**Geoquímica Ambiental e Recursos Hídricos**

<b>Turma:</b> 2311	<b>Carga horária:</b> 60h	<b>Créditos:</b> 4
<b>Tipo:</b> Optativa	<b>Modalidade:</b> Presencial	

<b>Docentes Responsáveis</b> Roberto Dall’Agnol. Renato Oliveira da Silva Jr.	<b>CV Lattes</b> <a href="http://lattes.cnpq.br/2158196443144675">http://lattes.cnpq.br/2158196443144675</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/9901726764975912">http://lattes.cnpq.br/9901726764975912</a>
<b>Docentes Colaboradores</b> Adayana Maria Queiroz de Melo. Gabriel Negreiros Salomão. José Augusto Bitencourt. Marcio Sousa da Silva. Paulo Rógenes Monteiro Pontes Prafulla Kumar Sahoo. Rosane Lopes Cavalcante. Silvio Junio Ramos. Gabriel Caixeta Martins.	<b>CV Lattes</b> <a href="http://lattes.cnpq.br/7105502106095186">http://lattes.cnpq.br/7105502106095186</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/8111629316834577">http://lattes.cnpq.br/8111629316834577</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/1330312158604944">http://lattes.cnpq.br/1330312158604944</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/0050934020442302">http://lattes.cnpq.br/0050934020442302</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/8571693032057372">http://lattes.cnpq.br/8571693032057372</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/1446331159375363">http://lattes.cnpq.br/1446331159375363</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/4959972571292663">http://lattes.cnpq.br/4959972571292663</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/9652943228276515">http://lattes.cnpq.br/9652943228276515</a> <a href="http://lattes.cnpq.br/3876992233373005">http://lattes.cnpq.br/3876992233373005</a>

**OBJETIVOS, METODOLOGIA E RESULTADOS ESPERADOS**

O curso é dividido em duas partes. A primeira é focada em tópicos relacionados com fundamentos geoquímicos de ambientes da superfície da crosta, envolvendo águas, solos, sedimentos e rochas alteradas, assim como as interações entre soluções aquosas e meio geológico e biológico. Será enfatizada a influência de ambiente geológico, processos geoquímicos e ações antropogênicas em parâmetros físico-químicos e a distribuição de elementos em águas (drenagem e lagos), solos e sedimentos superficiais. Será feita análise com base em anomalias geoquímicas geogênicas e antropogênicas de problemas de contaminação em escalas local, regional e global com destaque para exemplos relacionados com mineração.



A segunda parte, apresenta conceitos e aplicações em recursos hídricos considerando suas interfaces com o meio ambiente, uso do solo e a articulação do planejamento e gerenciamento com os setores usuários, com ênfase na mineração. A disciplina pretende proporcionar ao aluno condições para a análise crítica de métodos de avaliação quantitativa dos recursos hídricos e o conhecimento dos sistemas institucionais de gestão no Brasil e em outros países.

O objetivo do curso é fornecer visão científica das principais questões abordadas em projetos da linha de pesquisa de Geologia ambiental e recursos hídricos do ITV DS. Na parte referente à geoquímica ambiental serão abordados os fundamentos conceituais requeridos para análise e interpretação de dados geoquímicos de processos superficiais na crosta terrestre e será efetuada revisão crítica da literatura sobre a temática. Na parte 2, referente a recursos hídricos, espera-se que ao término da disciplina o aluno seja capaz de entender a água como um recurso natural finito de interesse econômico, social e ambiental que envolve abordagens variadas e usos setoriais bem definidos, bem como absorva conceitos inerentes à Governança da Água no território da bacia hidrográfica.

O curso será apresentado na forma de aulas teóricas, discussões em classe, exercícios dirigidos e poderá envolver a elaboração de projetos e apresentação de seminários pelos estudantes.

## **ESTRUTURA - PARTE 1**

### **1 INTRODUÇÃO A GEOQUÍMICA AMBIENTAL – 6h**

Breve histórico e apresentação dos conceitos e princípios básicos de química e geoquímica; ciclos geoquímicos e influência de processos naturais e antropogênicos na modificação dos compartimentos ambientais; a tabela periódica, pesos e números atômicos; afinidades geoquímicas entre elementos (LILE, HFSE, ETR); ligações químicas.

### **2 GEOQUÍMICA DOS PROCESSOS EXÓGENOS – 3h**

Introdução a classificações e geoquímica de diferentes tipos de rochas; Processos de intemperismo e formação de solos; erosão e transporte, deposição e diagênese de sedimentos.

### **3 MAPEAMENTO E BACKGROUND GEOQUÍMICO – 9h**



### 3.1 MAPEAMENTO GEOQUÍMICO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES

- 3.1.1 A escala do mapeamento e densidade de amostragem
- 3.1.2 A escolha do meio amostral (rochas, solos, sedimentos e águas)
- 3.1.3 Critérios de amostragem
- 3.1.4 Métodos analíticos e sua aplicabilidade
- 3.1.5 A escolha da fração a ser analisada
- 3.1.6 Métodos de decomposição e protocolos de preparo de amostras
- 3.1.7 Instrumentação analítica (princípios de análise instrumental, métodos espectroanalíticos, FRX, ICP-AES e ICP-MS)
- 3.1.8 Controle de qualidade dos dados geoquímicos (precisão, acurácia, limite de detecção)

### 3.2 TRATAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS GEOQUÍMICOS

- 3.2.1 Técnicas estatísticas
  - 3.2.1.1 *Técnicas de substituição e imputação para dados censurados*
  - 3.2.1.2 *Transformação dos dados (não lineares, razões logarítmicas para sistemas numericamente fechados)*
  - 3.2.1.3 *Técnicas uni e multivariadas (Análises de correlação, regressões e testes estatísticos, análise de agrupamento, análise fatorial e análise de componentes principais)*
- 3.2.2 Cartografia de dados geoquímicos (escala, mapas e distribuição espacial)
- 3.2.3 *Background e baseline geoquímico*
  - 3.2.3.1 *Um breve histórico e termos relacionados*
  - 3.2.3.2 *Métodos de quantificação do background*

### 3.3. ESTUDOS DE CASO E APLICAÇÕES

- 3.3.1. Aplicações multipropósitos (geomedicina, gestão territorial, avaliação de risco e identificação de fontes de contaminação e estudos forenses)
- 3.3.2 A Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas - PA (águas fluviais, sedimentos de corrente e solos)
- 3.3.3 Quadrilátero Ferrífero – MG

## 4 INTRODUÇÃO À QUÍMICA DOS SOLOS - 6h

Fatores que controlam a formação dos solos; classificação dos solos; Conceitos de contaminação e poluição; diretrizes para a qualidade dos solos; biodisponibilidade de elementos químicos; avaliação de riscos ambientais.



## **5 QUÍMICA DE ÁGUAS E TRATAMENTO DE EFLUENTES – 6h**

Introdução à química de águas; propriedades e disponibilidade da água natural; qualidade e classificação da água; processos de contaminação da água; parâmetros físico-químicos e conteúdo de metais; limnologia, conservação de recursos hídricos, eutrofização, natureza e tipos de poluentes; tratamento de efluentes; interações rocha-água e sua influência na composição química de águas naturais; drenagem ácida de minas; intemperismo sulfetado; microorganismos de maior relevância em águas poluídas; biolixiviação e bioremediação.

## **ESTRUTURA - PARTE 2**

### **6 INTRODUÇÃO - 2h**

Conceitos em recursos hídricos, importância e fatores a serem considerados em sua gestão; Bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento no contexto do ciclo hidrológico.

### **7 USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA – 4h**

Águas pluviais, manejo e importância direta como recurso hídrico. Usos múltiplos da água. Classificação das águas segundo o Código de Mineração e a Resolução Conama 357/05.

### **8 ARCAPOÇO LEGAL E INSTITUCIONAL PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - 4h**

SINGREH, CNRH, Lei Federal 9.433/97, as leis estaduais, as leis ambientais; Instrumentos para a gestão integrada dos recursos hídricos: Planos diretores, Cobrança pelo uso da água, Outorga, Enquadramento, Sistemas de informação.

### **9 GESTÃO INTEGRADA DE ÁGUA E SOLO – 4h**

A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Princípios econômicos e sociais para a gestão dos recursos hídricos; Valorização Econômica da Água; Gestão Social de Bacias Hidrográficas.



### 10 ÁGUA E MINERAÇÃO – 6h

Água de drenagem de minas, aplicação dos métodos de lavra, vazões de drenagem de minas, evolução de vazão crescente e decrescente no tempo, vazão constante, Outorga sazonal. Água de Mina: Ativo ambiental

### 11 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA – 6h

Reconhecimento do nexos *água – alimentação – energia*, custo total da água, identificação de setores e tecnologias, Gestão da Demanda x Oferta, viabilidade de tecnologias e potencial de mercado; Mapeamento e priorização de tecnologias.

### 12 AVALIAÇÃO PARTE 2 DO CURSO – 4h

Defesa de conteúdos ministrados na forma de Seminários Individuais.

## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

### PARTE 1 DO CURSO

ALBARÈDE, F. **Geochemistry**: an introduction. 2. Edition. New York: Cambridge Un. Press, 2011. (Capítulos 1, 5, 7, 10).

DREVER, J. I. **The geochemistry of natural waters**. Prentice Hall. 1988.

GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães et al. **Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos**. In: TORRADO-VIDAL, P. et al. (Org.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 345–390.

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. Trace elements from soil to human, Springer. 2007.

LICHT, O. A. B. **Prospecção geoquímica**: Princípios, técnicas e métodos. CPRM. Serviço Geológico Nacional. Capítulos 2, 5, 6, 7, 8, 10. 1998.

MANHAN, S. E. **Environmental Chemistry**. Boca Raton London New York Washington, DC.: Lewis Publishers. 2009

SPARKS, D. L. **Environmental Soil Chemistry**, 2nd. 2002.



TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**, 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. (Capítulos 6 [p. 159-164], 7, 8, 9.).

## PARTE 2 DO CURSO

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Brasília: ANA, 334 p.: il.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Agência Nacional de Águas. Brasília: SAG. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA.

MUNÕZ, Héctor Raúl (Coord.). **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 422 p.

ÁGUA e desenvolvimento sustentável: recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. 140 p. (Série estudos estratégicos; 01)

CEBDS. **Gerenciamento de Riscos Hídricos no Brasil e o setor empresarial: desafios e oportunidades**. 2015. Disponível em: [http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/03/CEBDS\\_RiscoHidrico\\_BAIXA.pdf](http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/03/CEBDS_RiscoHidrico_BAIXA.pdf)

CNI. **Água, indústria e sustentabilidade**. 2013. Disponível em: [http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2013/09/23/4967/201310251135118917\\_82i.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4967/201310251135118917_82i.pdf)

CNI. 2013. **Uso de água no setor industrial brasileiro**. 2013. Disponível em: [http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/03/12/6021/201403131136509\\_62172e.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/03/12/6021/201403131136509_62172e.pdf)

NUNES, P. H. F. **Meio ambiente & mineração: o Desenvolvimento Sustentável**/ Paulo Henrique Faria Nunes. 2006. Curitiba: Juruá. 242 p. 2008.

RUBIO, R. F. 2006. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração: visão internacional**. Capítulo 1. In: Domingues, A.F.; Boson, P.H.G.; Alípaz, S. 2006. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Brasília: ANA, p. 17-50.



SITAWI. **Eficiência no uso da água: Oportunidades para Empresas e Instituições Financeiras**. CEBDS e GIZ. SITAWI Finanças do Bem. Coordenação Geral: Câmara Temática de Finanças Sustentáveis – CTFin. 66 p. 2016.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, IIE. 2003.

TUNDISI, J.G. **Novas perspectivas para gestão de recursos hídricos**. Revista USP, 70: 24-35. 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Gestão social de bacias hidrográficas**. Centro Tecnológico, departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; coord. Paulo Belli Filho; Diego Carlos Sousa ... [et al.]. – Florianópolis: [s. n.], 2014. 160 p. 2014.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 1994. Guide to Hydrological Practices, v I, **Data Aquisition and Processing**, nº168, 5.ed. Genebra, Suíça