



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

**Geoquímica Ambiental e Recursos Hídricos**  
**1º Semestre de 2024**

<b>Turma:</b> 2406	<b>Carga horária:</b> 60h	<b>Créditos:</b> 4
<b>Tipo:</b> Optativa	<b>Modalidade:</b>	

**Docentes Responsáveis CV Lattes**

Roberto Dall’Agnol. <http://lattes.cnpq.br/2158196443144675>  
Renato Oliveira da Silva Jr. <http://lattes.cnpq.br/9901726764975912>

**Docentes Colaboradores CV Lattes**

Adayana Maria Queiroz de Melo. <http://lattes.cnpq.br/7105502106095186>  
Gabriel Negreiros Salomão. <http://lattes.cnpq.br/8111629316834577>  
Silvio Junio Ramos. <http://lattes.cnpq.br/9652943228276515>  
José Augusto Bitencourt. <http://lattes.cnpq.br/1330312158604944>  
Marcio Sousa da Silva. <http://lattes.cnpq.br/0050934020442302>  
José Tasso Felix Guimarães. <http://lattes.cnpq.br/9602707802326509>  
Rosane Lopes Cavalcante. <http://lattes.cnpq.br/4959972571292663>

**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 envolva 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 (RD)**

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 (RD)**

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 (GNS)**

#### **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 (SJR – JTG)**

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. Histórico de contaminação de depósitos sedimentares recentes.

**5 QUÍMICA DE ÁGUAS E TRATAMENTO DE EFLUENTES – 6h (RD – JAB)**  
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; Importância da água e os marcos regulatórios (nacionais e internacionais); Tipos de tratamento de efluentes; Tratamento aeróbio por lodo ativado e o uso de micro-organismos; Biodegradação de óleos, gorduras e combustíveis; Wetlands (banhados artificiais); Biodegradação de plásticos e PET; Remoção/ redução de metais; Desinfecção de vírus em sistemas de efluentes.

## **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 ARCABOUÇO 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.

MUNÓZ, 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.; Alípez, 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