



PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO
Pós-Graduação *Lato Sensu*
Engenharia de Barragens e Pilhas

Sumário

1. Nome do Curso e Área do Conhecimento	3
2. Características Técnicas do Curso	3
3. Público-alvo	3
4. Critérios de Seleção	4
5. Justificativa do Curso	4
6. Objetivos do Curso	5
7. Competências e Habilidades do Egresso	5
8. Metodologia de Ensino e Aprendizagem	6
9. Estágio Não Obrigatório	9
10. Matriz Curricular	11
11. Carga Horária	11
12. Conteúdo programático	11
13. Infraestrutura Física e Pedagógica	31

1. Nome do Curso e Área do Conhecimento

Nome do Curso: Engenharia de Barragens e Pilhas

Área de Avaliação (CAPES): Geociências

Grande Área (CAPES): Ciências Exatas e da Terra (10000003)

Área do Conhecimento (CAPES): Geociências (10700005)

Classificação OCDE: Engenharia, produção e construção

2. Características Técnicas do Curso

Modalidade: Educação a Distância

Número máximo de vagas por Polo/Unidade: 1000 alunos

Período de Oferecimento: O curso possui entrada intermitente, respeitadas as datas de início e de fim cadastradas na oferta, bem como observado o período indicado para a sua integralização.

Limitações legais

Resolução CNE/CES Nº 1, de 06 de abril de 2018, que estabelece normas para o funcionamento de cursos de pós-graduação lato sensu.

O candidato deverá ser graduado com diploma devidamente registrado segundo as normas estabelecidas pelo MEC.

3. Público-alvo

O curso de Engenharia de Barragens e Pilhas é direcionado a profissionais responsáveis por projetos de empilhamentos, incluindo engenheiros civis, geotécnicos, ambientais, geógrafos, gestores e demais técnicos de nível

superior, envolvidos nas operações relativas a barragens e pilhas. Além desses profissionais, o curso abarca o interesse de organizações públicas ou civis responsáveis por licenciamento de empreendimentos minerários, bem como a própria inspeção, fiscalização e manutenção. Por fim, o curso também busca fornecer conceitos práticos a profissionais da comunidade acadêmica e estudantes de pós-graduação.

4. Critérios de Seleção

O ingresso na pós-graduação será realizado por meio de inscrição no portal da Instituição e entrega dos documentos solicitados. Em seguida, analisados pela área competente.

5. Justificativa do Curso

A Lei nº 14.066/2020 implicou na proibição da construção de barragens alteadas por montante. Considerando que esse método é um dos praticados em projetos de mineração, houve uma grande mudança de paradigma e preferência pelo empilhamento de rejeitos e estéreis. Esses projetos desafiadores, principalmente considerando as condições climáticas tropicais do Brasil, impõem desafios técnicos aos profissionais da área, quanto a garantia da segurança e estabilidade geotécnica, bem como a viabilidade econômica. Apesar dos projetos de empilhamento estarem em alta no cenário da mineração, as barragens para fins de mineração ainda continuam sendo excelentes opções para recebimento de rejeitos em seu estado saturado, sendo fundamental o entendimento das particularidades envolvidas em seu processo construtivo e condicionantes de projeto.

Dada a grande variabilidade geotécnica dos parâmetros de rejeitos e estéreis, a concepção de estruturas de mineração compostas por materiais antropizados, ou seja, rejeitos e estéreis ou mesmo rejeitos com

características distintas, exigem demasiadamente dos profissionais que desejam atuar nessa área.

6. Objetivos do Curso

6.1. Objetivo Geral

- Fomentar os conceitos correlatos aos condicionantes relacionados a concepção de projetos de empilhamento e barragens de mineração, possibilitando o desenvolvimento de pensamento crítico acerca do comportamento dos materiais (estéreis e rejeitos) que compõem a pilha e são dispostos em barramentos. Assim, o curso promoverá a formação de profissionais interdisciplinares para atuarem como especialistas em projetos de empilhamento e barragens de mineração.

6.2. Objetivos Específicos

- Dar fundamentos para o reconhecimento dos comportamentos dos materiais de fundação e suas características geológico-geotécnicas quanto à influência nos projetos de empilhamento.
- Listar os estudos necessários para que os projetos de empilhamento sejam desenvolvidos de maneira econômica e segura.
- Proporcionar a compreensão das particularidades envolvidas no processo construtivo das pilhas de rejeito e estéril.
- Conceituar a utilização das ferramentas e tecnologias para monitoramento do comportamento dessas estruturas.

7. Competências e Habilidades do Egresso

Competências

Os especialistas em engenharia de barragens e pilhas serão capazes de localizar, avaliar, planejar, gerir e compreender características técnicas acerca dos projetos de empilhamento e barragens de mineração com vista a otimizar essas estruturas, por meio de técnicas, estudos e monitoramento geotécnico, de forma responsável e com consciência de seu papel social.

Habilidades

- Ter pensamento crítico acerca dos projetos de empilhamento e barragens de mineração, bem como sua interdisciplinaridade com outras áreas técnicas;
- Aplicar o entendimento acerca dos materiais naturais e antropizados na compreensão de suas características e propriedades de engenharia para fins de empilhamento e represamento de sedimentos;
- Desenvolver o pensamento crítico com vias às decisões dinâmicas, característica típica de projetos de mineração.

8. Metodologia de Ensino e Aprendizagem

O desenvolvimento das disciplinas do curso se dará no ambiente virtual, onde o aluno cumprirá 40 horas por disciplina.

Estas 40 horas são compostas pelo estudo dos diversos insumos pedagógicos disponibilizados, como:

- ✓ materiais de leitura;
- ✓ videoaulas;
- ✓ slides;
- ✓ podcasts;
- ✓ indicações de leituras extras como artigos e capítulos de livros.

Como parte do modelo acadêmico, também contabilizamos:

- ✓ a interação com os tutores para esclarecimentos de dúvidas pedagógicas (via Fórum);
- ✓ a realização da avaliação disciplinar pelo aluno.

Vale ressaltar que cada aluno é único e tem seu próprio tempo para aprendizagem. Alguns conseguem assimilar o conteúdo com mais agilidade, outros precisam retomar as leituras e videoaulas para tornar sua aprendizagem efetiva.

O tempo gasto pelo aluno para o entendimento de cada disciplina depende também da sua familiaridade com o tema, ou seja, o conhecimento prévio que o aluno tem em relação a temática abordada.

No ambiente virtual, o aluno encontrará o conteúdo das disciplinas, organizados em temas/webaulas.

Para cada um deles, o aluno realizará um conjunto de atividades baseadas em leitura de textos de fundamentação teórica e acesso a recursos audiovisuais.

Um tutor apoiará as atividades realizadas no ambiente virtual, atendendo o aluno nas suas dúvidas por meio de ferramentas de comunicação.

O aluno, ao iniciar os seus estudos, terá um encontro presencial para acolhida/ambientação; esse encontro terá como objetivos:

- ✓ Integrar o aluno ao curso de Pós-Graduação.
- ✓ Dialogar e esclarecer as dúvidas sobre a proposta pedagógica do curso e as regras acadêmicas.
- ✓ Apresentar ao aluno o Ambiente Virtual de Aprendizagem (o primeiro acesso; o envio de documentos; os serviços de secretaria e financeiro; a disciplina Ambientação; a tutoria online; o boletim acadêmico; as disciplinas e seus conteúdos; a biblioteca virtual; entre outros).
- ✓ Proporcionar um momento de Network aos pós-graduandos.

Avaliação do Desempenho do Aluno

O aluno deverá realizar as atividades propostas no ambiente virtual. A realização das atividades irá compor sua frequência no curso, que será considerada para a sua aprovação.

A atividade avaliativa que o aluno realizará para compor a sua média é a Avaliação Virtual (AV); essa atividade é obrigatória e estará disponível no Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, conforme cronograma de seu curso.

Para a aprovação em cada uma das disciplinas, o aluno deverá obter frequência de, no mínimo, 75% (setenta e cinco por cento) e nota igual ou superior a 7,0 (sete).

As notas devem ser expressas no intervalo de 0 (zero) a 10 (dez).

O aluno que obtiver média inferior a 7,0 (sete) nas disciplinas terá direito ao Programa de Dependência e Recuperação – PDR, mediante a solicitação de requerimento e respeitando o período de júbilamento do curso.

O PDR será realizado no ambiente virtual de aprendizagem, sendo que o aluno terá acesso ao conteúdo da disciplina e realizará uma Avaliação Virtual - AV, e a nota obtida substituirá a média do aluno.

Para a obtenção do **Certificado** de Pós-graduação *Lato Sensu* – especialização, o aluno deverá cumprir todas as condições seguintes:

- ✓ Frequência mínima de 75% (setenta e cinco por cento) em todas as disciplinas;
- ✓ Nota igual ou superior a 7,0 (sete) em todas as disciplinas.

Certificação

O Certificado de conclusão de curso de Especialização será acompanhado por histórico escolar, em cumprimento às exigências da Resolução CNE/CES nº1, de 06 de abril de 2018, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação.

Composição do Corpo Docente

O corpo docente do curso é constituído por profissionais qualificados, com comprovado saber em sua área de atuação, conforme Resolução CNE/CES

nº1, de 06 de abril de 2018, sendo integrado, no mínimo, por 30% (trinta por cento) de portadores de título de pós-graduação *stricto sensu*, isto é, portadores de títulos de Mestrado e Doutorado, obtidos em programas de pós-graduação *stricto sensu* devidamente reconhecidos pelo poder público em território nacional, ou revalidados, conforme legislação vigente. Os demais docentes são certificados em nível de especialização, pós-graduação *lato sensu*, de reconhecida capacidade técnico-profissional.

9. Estágio Não Obrigatório

O estágio curricular não obrigatório tem como finalidade estimular o aluno a desenvolver atividades extracurriculares, para que possa inter-relacionar os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos durante o curso e aplicá-los na solução de problemas reais da profissão, proporcionando o desenvolvimento da análise crítica e reflexiva para os problemas socioeconômicos do país, de acordo com a Resolução de Estágio curricular não obrigatório vigente na Instituição.

Os principais objetivos da prática do estágio curricular não obrigatório são:

- I. proporcionar o exercício do aprendizado comprometido com a realidade socioeconômica-política do país;
- II. propiciar a realização de experiências de ensino e aprendizagem visando à educação profissional continuada, alicerçada no desenvolvimento de competências e habilidades e ao exercício do pensamento reflexivo e criativo; e
- II. incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da cultura.

A carga horária é definida pela concedente de estágio, não podendo ultrapassar a carga horária máxima de 6 (seis) horas diárias e 30 (trinta) horas semanais, as quais podem ser realizadas em empresas públicas ou privadas, instituição de pesquisa, órgãos governamentais e não governamentais, e as próprias unidades da Universidade, desde que sigam às condições adequadas para que o estagiário possa aprofundar os seus conhecimentos teóricos e práticos adquiridos no curso.

Para o Curso de Pós-Graduação EAD, a prática do estágio curricular não obrigatório é permitida durante a vigência do curso, não podendo exceder em um mesmo campo de estágio o período de 2 (dois) anos.

Os estágios curriculares não obrigatórios devem estar apoiados em Termo de Compromisso e de comum acordo com a Instituição, devendo explicitar não somente os aspectos legais específicos, como também os aspectos educacionais e de compromisso com a realidade social.

O Planejamento do Estágio Curricular Não Obrigatório é de responsabilidade do coordenador de curso/professor orientador e também do Departamento de Estágios.

10. Matriz Curricular

DISCIPLINAS	CH PRÁTICA	CH TEÓRICA	CH TOTAL
Ambientação	0 h	0 h	0 h
Natureza, estado e comportamento dos solos	0 h	40 h	40 h
Mecânica dos solos aplicada à geotecnia	0 h	40 h	40 h
Geologia de engenharia	0 h	40 h	40 h
Geotecnologias aplicadas à área ambiental	0 h	40 h	40 h
Geotecnia aplicada à estabilidade de encostas e taludes	0 h	40 h	40 h
Hidrologia e drenagem urbana	0 h	40 h	40 h
Hidrogeologia	0 h	40 h	40 h
Projetos de barragens de mineração	0 h	40 h	40 h
Projetos de empilhamento de rejeitos e estéreis	0 h	40 h	40 h

11. Carga Horária

A carga horária de 360 h constitui o conteúdo ministrado em 9 (nove) disciplinas.

12. Conteúdo programático

Disciplina: Ambientação

Ementa: Ensino a distância: características desta modalidade de estudo. A tecnologia e o ensino à distância. Legislação do Ensino a Distância no Brasil. Aspectos relacionados ao perfil no Ensino a Distância.

Competências e Habilidades:

- Compreender a modalidade de ensino a distância.
- Identificar uma relação entre tecnologia e educação no contexto do EAD;
- Discutir elementos da legislação do ensino a distância no Brasil;
- Refletir sobre o perfil do aluno em ensino a distância.

Conteúdo Programático 1: Introdução ao Ensino a Distância.

Conteúdo Programático 2: Tecnologia e educação.

Conteúdo Programático 3: Legislação do Ensino a Distância no Brasil.

Conteúdo Programático 4: Perfil do aluno no Ensino a Distância.

Bibliografia básica:

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei n. 9.394/96.** Brasília, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 6 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP n. 7, de 18 de dezembro de 2018.** Brasília, 2018. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN72018.pdf. Acesso em: 6 dez. 2022.

GIL, H. A passagem da Web 1.0 para a Web 2.0 e... Web 3.0: potenciais consequências para uma ‘humanização’ em contexto educativo. 2014. **Boletim informativo Cybercentro Castelo Branco.** Castelo Branco, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/2404/1/A%20passagem%20da%20Web%20Henrique.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2022.

MEYER, A. I. da S. Conceituando a Educação a Distância. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 590-601, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3835>. Acesso em: 6 dez. 2022.

VAZ, M. L. de L.; RIBEIRO, F.; COSTA, L. A. da. Os desafios da educação a distância on-line e a remotividade na nova engenharia educacional. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 4, p. 79-86. Goiás, 2022. Disponível em: <https://www.brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/79>. Acesso em: 6 dez. 2022.

VIEIRA, D. M. L.; COSTA, L. A.; VAZ, M. L. L. Um novo olhar para a educação a distância. In: MACHADO, G. E.; COSTA, S. C.; SILVA, K. R. P. **Debates contemporâneos: perspectivas e reflexões atuais**. Santa Maria: Arco, 2021.

Bibliografia Complementar:

BAPTISTA, M. M. Internet: auxílio à educação. **BIBLOS - Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação**, v. 16, p. 37- 44, [s. l.], 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/23717>. Acesso em: 6 dez. 2022.

MOORE, M.; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013.

PIVA, D. J.; PUPO, R.; GAMEZ, L. et al. **EAD na prática: planejamento, métodos e ambientes de educação on-line**. São Paulo: Elsevier, 2011.

Disciplina: Natureza, estado e comportamento dos solos

Ementa: Estudo do ciclo das rochas e da origem do solo. Análise do tamanho e forma das partículas constituintes dos solos e identificação dos solos por meios de ensaios granulométricos e de plasticidade. Compreensão e interpretação dos ensaios de campo, e suas aplicações na engenharia geotécnica. Compreensão

da distribuição das tensões nos solos para os estudos das fundações, da estabilidade de taludes e obras de contenção.

Competências e habilidades

- Entender a origem e o estado dos solos e sua relação com o comportamento do maciço nas obras geotécnicas;
- Interpretar os ensaios laboratoriais de solos e mapas geológicos;
- Interpretar criticamente os resultados de ensaios de prospecção de solos e aplicar nos projetos de fundações, taludes e contenções;
- Propor, a partir de análise técnica, os métodos de prospecção de solos mais adequados a cada projeto.

Conteúdo programático 1: Ciclo das rochas, origem, caracterização e classificação dos solos

Conteúdo programático 2: Ensaio de campo para investigação geotécnica

Conteúdo programático 3: Índices físicos e tensões no solo

Conteúdo programático 4: Resistência ao cisalhamento do solo

Bibliografia básica

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13441: Solos e rochas – simbologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6484: Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos: teoria e suas aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

PINTO, C. de S. Curso básico de mecânica dos solos: com exercícios resolvidos em 16 aulas. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SCHNAID, F.; ODEBRECHT, E. Ensaio de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

Bibliografia complementar

BOSZKZOWSKI, R. B. (org.). Laboratório de mecânica dos solos: ensaios especiais. São Paulo: Oficina de Textos, 2023.

CRAIG, R. F.: Mecânica dos solos. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

FIORI, A. P. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MASSAD, F. Mecânica dos solos experimental. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (org.). Decifrando a terra. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008. viii, 557p.

Disciplina: Mecânica dos solos aplicada à geotecnia

Ementa: Estudo da origem e formação dos solos, aplicação de sistemas de classificação, determinação dos índices físicos e de parâmetros de compactação dos solos, além da interpretação de perfis geológicos-geotécnicos. Hidráulica dos solos e determinação da resistência ao cisalhamento dos solos e do comportamento drenado e não drenado das argilas. Obtenção das tensões no solo e efeito de sobrecarga associados ao estudo das deformações. Análise de recalque imediato das areias e da compressibilidade dos solos argilosos a longo prazo.

Competências e Habilidades:

- Saber analisar perfis geotécnicos e através deles indicar soluções para obras geotécnicas;
- Entender a origem e formação de solos e sua relação com as obras geotécnicas usuais;
- Entender o mecanismo de tensão e deformação nos solos;
- Conhecer o comportamento da água nas obras geotécnicas e adotar soluções adequadas;
- Saber calcular o recalque e adensamento dos solos.

Conteúdo Programático 1: Origem e formação dos solos. Classificação dos solos. Densidade relativa das areias.

Conteúdo Programático 2: Perfis geotécnicos. Interpretação de ensaios.

Conteúdo Programático 3: Tensão x deformação nos solos. Tensões iniciais nos solos. Tensão devido a sobrecargas. Compressibilidade e recalques. Adensamento.

Conteúdo Programático 4: Hidráulica nos solos. Comportamento das areias. Comportamento drenado e não drenado dos solos.

Bibliografia Básica:

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira NBR 6484:2020 – Solo: sondagens de simples reconhecimento com SPT - método de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira NBR 6457:2016 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

CRAIG, R. F. **Mecânica dos Solos.** 8ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 365p.

DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica.** 8ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PINTO, C. de S. **Curso básico de mecânica dos solos: com exercícios resolvidos em 16 aulas.** 3ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 355p.

Bibliografia Complementar:

QUEIROZ, R. C. **Geologia e Geotecnia Básica para Engenharia Civil.** São Paulo: Blucher, 2016. 416p.

MASSAD, F. **Mecânica dos Solos Experimental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos: e suas aplicações.** Volume 1. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos: e suas aplicações.** Volume 2. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

Disciplina: Geologia de engenharia

Ementa: Considerando a complexidade do meio geológico, a disciplina foi formulada para que os alunos avaliem, apliquem e analisem os princípios geológicos e de mecânica de rocha relevantes em projetos de engenharia de rocha seguras e econômicas. Em geologia, os tópicos relacionados sobre tipos / classificações de rochas, estruturas geológicas e processos geológicos são abordados. Tendo adquirido esse conhecimento, os princípios da mecânica das rochas e solos são então introduzidos principalmente para destacar a relevância das propriedades de engenharia de materiais geológicos na concepção de projetos de engenharia de rochas. No final do curso, os alunos devem adquirir os conhecimentos e princípios relacionados em Geologia de engenharia, sendo capazes de aplicar esses conhecimentos e princípios no projeto de estruturas de engenharia econômicas e seguras em maciços rochosos e de solo.

Competências e Habilidades:

- Conhecer sobre as características e propriedades dos materiais geológicos, bem como sua aplicação.
- Utilizar o conhecimento acerca dos materiais geológicos para determinação das propriedades de engenharia, além da influência de agentes externos sobre essas.
- Elencar as propriedades e comportamento de materiais geológicos em meio a obras de engenharia.
- Solucionar problemas de engenharia a partir de conceitos aplicados aos materiais geológicos

Conteúdo Programático 1: Comportamento de materiais geológicos frente às solicitações;

Conteúdo Programático 2: Propriedades de engenharia de materiais geológicos e ação de agentes externos;

Conteúdo Programático 3: Obras de engenharia no meio geológico;

Conteúdo Programático 4: Geologia de engenharia aplicada

Bibliografia Básica:

BRADY, B. H. G.; BROWN, E. T. **Rock Mechanics for Underground Mining**. Chapman & Hall, 1985. 527p.

CHIOSSI, N.J. **Geologia Aplicada à Engenharia**, Oficina de Textos, 2013.

SANTOS OLIVEIRA, A.M.; Brito, S.N.A. (editores). **Geologia de Engenharia**. 3 volumes, ABGE, 2020.

Bibliografia Complementar:

BLYTH, F.G; FREITAS, M.H. **Geology for Engineers**, 7th edition, Hodder Headline Group, 1993.

FRANKLIN, J. A.; DUSSEAU, M. B. **Rock Engineering**. McGraw Hill, 1989. 600p.

GOODMAN, R.E. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley & Sons. New York, 1980. 562p.

GOODMAN, R. E. **Methods of Geological Engineering**, West Publishing Co, 1976.

MACIEL FILHO, C. L. **Introdução à Geologia da Engenharia**, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 1993.

Disciplina: Geotecnologias aplicadas à área ambiental

Ementa: Conceitos básicos. Noções de cartografia. Coordenadas geográficas. Sistema de referência. Escalas. Satélites. GPS. Geoprocessamento. Sensoriamento remoto. Sistema de informação geográfica (SIG).

Representações cartográficas. Mapas temáticos. Dados geográficos. Softwares. Aplicações e estudos ambientais.

Competências e Habilidades:

- Conhecer sobre cartografia, sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica.
- Utilizar geotecnologias no mapeamento de áreas, projetos e estudos ambientais.
- Diferenciar cartas e mapas, elaborar mapas temáticos, produzir conteúdo com enfoque ambiental.
- Solucionar problemas ambientais a partir do uso de geotecnologias.

Conteúdo Programático 1: Noções básicas. Fundamentos da cartografia. Cartogramas. Banco de dados. Sistemas geodésicos de referência. Coordenadas geográficas. UTM. Escalas.

Conteúdo Programático 2: Conceitos gerais de geoprocessamento. Geoprocessamento. Sistema de informação geográfica. Dados espaciais e geográficos. Mapas temáticos. Softwares e ferramentas de geoprocessamento.

Conteúdo Programático 3: Sensoriamento remoto. Sensores remotos. Imagens de satélites. GPS.

Conteúdo Programático 4: Uso e aplicações do SIG. Arquivos e diretórios de dados. Análises ambientais. Importância para meio ambiente e desenvolvimento sustentável. Geotecnologias e processo decisório.

Bibliografia Básica:

DOMINGOS, T. A.; PIRES, E. O. **Técnicas de geoprocessamento em estudos ambientais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. Ebook.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GARCIA, M. C. P. **A aplicação do sistema de informações geográficas em estudos ambientais**. 1.ed. Curitiba: InterSaberes, 2014. 136p. Ebook.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 321p. Ebook.

Bibliografia Complementar:

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. Ebook.

MENEZES, P. M. L. de; FERNANDES, M.C. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Ebook.

RIBEIRO, H. **Geoprocessamento e saúde**: muito além de mapas. Barueri: Manole, 2017. Ebook.

Disciplina: Geotecnia aplicada à estabilidade de encostas e taludes

Ementa: Estudo dos principais tipos de movimentos de massa. Análise dos parâmetros de resistência dos solos, associado aos métodos de estabilidade de taludes por equilíbrio limite, com e sem a influência de superfície freática, resultando na interpretação do conceito de fator de segurança. Proposta de soluções para estabilização de taludes através de reperfilamento e conceito de empuxo de terra aplicado a estruturas de arrimo.

Competências e Habilidades:

- Definir a segurança à ruptura de taludes existentes.
- Definir geometrias que garantam condições de segurança satisfatórias em movimentações de terra.
- Avaliar, diagnosticar e recuperar taludes.
- Acompanhar obras de taludes.

Conteúdo Programático 1: Movimentos de massa. Causas dos movimentos de massa. Definição do fator de segurança.

Conteúdo Programático 2: Método de equilíbrio limite. Superfície plana e curva de ruptura. Método do círculo de atrito. Método das cunhas.

Conteúdo Programático 3: Análise tensão x deformação. Drenagem superficial. Drenagem profunda. Retaludamento.

Conteúdo Programático 4: Principais tipos de obras de contenção. Empuxo. Muros de arrimo.

Bibliografia Básica:

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira NBR 11862:2009 – Estabilidade de Taludes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

DAS, B. M. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. 9.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

GERSCOVICH, D.; SARAMAGO, R.; DANZIGER, B. R. **Contenções: teoria e aplicações em obras**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. 2.ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2016 192 p.

Bibliografia Complementar:

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos: e suas aplicações**. Volume 1. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos: e suas aplicações**. Volume 2. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos: e suas aplicações**. Volume 3. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

EHRLICH, M.; BECKER, L. **Muros e taludes de solo reforçado**. São Paulo: Editora Oficina de Textos. Coleção Huesker, 2020. 128p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher, 1984.

MASSAD, F. **Obras de terra – curso básico de geotecnia**. 2.ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos. 2010. 216 p.

Disciplina: Hidrologia e drenagem urbana

Ementa: Ciclo hidrológico. Classificação da água. Água superficial e subterrânea. Usos múltiplos da água. Balanço hídrico. Bacias hidrográficas superficiais e subterrâneas. Hidrogramas. Precipitações e vazões. Enchentes e cheias. Drenagem urbana. Gerenciamento de recursos hídricos. Crise hídrica.

Competências e Habilidades:

- Compreender a importância da gestão dos recursos hídricos.
- Interpretar hidrogramas e calcular balanço hídrico.
- Aplicar conceitos de hidrologia e drenagem no saneamento urbano.
- Compreender cenários hídricos e inferir sobre disponibilidade hídrica para demandas futuras.
- Solucionar e quantificar parâmetros do sistema hidrológico.

Conteúdo Programático 1: Água. Classificação da água e enquadramento dos corpos hídricos superficiais. Usos múltiplos da água e hierarquização de interesses sociais. Água superficial.

Conteúdo Programático 2: Lençol freático e enquadramento dos recursos hídricos subterrâneos. Área permeável. Importância dos Aquíferos: Domínio Poroso e Fraturado.

Conteúdo Programático 3: Hidrologia e Drenagem. Bacias hidrográficas. Delimitação e caracterização das bacias hidrográficas. Escoamento Superficial. Curso d' água. Precipitação. Evaporação. Infiltração.

Conteúdo Programático 4: Métodos de medição e coleta de dados. Hidrogramas. Vazão e cálculos. Balanço hídrico. Gestão hídrica. Enchentes. Crise hídrica.

Bibliografia Básica:

ALMEIDA, G. H. T. D.; MASINI, L.S.; MALTA, L.R.S. **Hidrologia e Drenagem**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 200p. Ebook.

OLIVEIRA, D. B. de. **Hidrologia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. Ebook.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328p. Ebook.

Bibliografia Complementar:

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Brasília: ANA, 2013. 68p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 1997, 14p.

RICHTER, B. D. **Em busca da água**: um guia para passar da escassez à sustentabilidade. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Ebook.

SOUZA PINTO, N. L.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Blücher, 1978. Ebook

Disciplina: Hidrogeologia

Ementa: A hidrogeologia é o estudo das águas subterrâneas, sendo um dos mais importantes recursos naturais. A água subterrânea representa de longe o maior volume de água doce da Terra em qualquer momento. Ele desempenha um papel vital no meio ambiente, fornecendo um importante - muitas vezes o único - recurso hídrico para uma proporção significativa da população mundial. É, muitas vezes, o fator condicionante de engenharia. Portanto, a água subterrânea é um componente essencial para a infraestrutura nacional em todo o mundo. Todos os principais projetos de engenharia civil e ambientais requerem a colaboração de hidrogeólogos. Também está se tornando cada vez mais importante no contexto da geoenergia. Este recurso vital requer gerenciamento e proteção, não apenas de superexploração, contaminação e problemas emergentes, incluindo mudanças climáticas.

Competências e Habilidades:

- Definir o papel da água subterrânea no contexto do ciclo hidrológico.
- Visualizar o movimento e direção das águas subterrâneas no meio natural.
- Diferenciar meios hidrogeológicos com base em suas características e propriedades intrínsecas e extrínsecas.
- Aplicar os métodos para determinação dos parâmetros hidráulicos dos aquíferos.

Conteúdo Programático 1: Introdução a hidrogeologia.

Conteúdo Programático 2: Determinação do movimento da água subterrânea e relação com ciclo hidrológico.

Conteúdo Programático 3: Movimento da água no meio poroso – mapeamento da direção e quantidades.

Conteúdo Programático 4: Métodos de determinação no campo de parâmetros hidráulicos dos aquíferos.

Bibliografia Básica:

FEITOSA. F.A.C.; MANOEL FILHO, J. (Coordenado por) **Hidrogeologia – Conceitos e aplicação**. 2a Edição, CPRM, 2000, Brasil.

FETTER. C.W. **Contaminant hydrogeology**. 2a Edição, Waveland Pr, 2008, EUA.

Bibliografia Complementar:

DOMENICO, P.A.; SCHWARTZ, F.W. **Physical and chemical hydrogeology**, 2º Edição, Ed. Wiley, 2008, EUA.

FETTER. C.W. **Applied hydrogeology**. 4a Edição, Prentice Hall, 2000, EUA. [3]
WEIGHT, W.D.; SONDEREGGER, J.L. **Manual of applied field hydrogeology**. McGraw-Hill Professional, 2001, EUA.

Disciplina: Projetos de barragens de mineração

Ementa: Sistemas Convencionais de Disposição de Rejeitos em Polpa. Caracterização Tecnológica e Propriedades de Engenharia de Rejeitos em Polpa. Barragens de Contenção de Rejeitos: conceitos gerais, metodologias construtivas, critérios de projeto; controle e monitoramento geotécnico de barragens de contenção e rejeitos. Definição do tipo de barragem, seção transversal, requisitos básicos de concepção e projeto, acidentes. Estabilidade: Métodos de verificação de segurança contra ruptura; Condições de Análise; Fatores de Segurança por Equilíbrio Limite; Parâmetros de resistência ao cisalhamento de materiais de aterro e de fundação, Condições Sísmicas.

Competências e Habilidades:

- Compreender as características dos processos de disposição de rejeito em polpa;
- Avaliar os condicionantes construtivos e pós-construtivos dos distintos métodos de barragens de rejeito;
- Listar a influência das características dos rejeitos no comportamento geotécnico e performance da estrutura de contenção;
- Verificar os procedimentos e técnicas aplicados ao monitoramento geotécnico das estruturas.

Conteúdo Programático 1: Sistemas convencionais de disposição de rejeito em polpa

Conteúdo Programático 2: Estudos geológicos, geotécnicos e hidrológicos aplicados aos projetos de barragens de mineração

Conteúdo Programático 3: Metodologia construtiva de barragens de mineração

Conteúdo Programático 4: Monitoramento geotécnico e Manual de Operações em barragens de mineração

Bibliografia básica:

CRYSTAL, C.; CHORE, C.; EZAMA, I. Filter-pressed dry stacking: design consideration based on practical experience. In: Proceedings Tailings and Mine Waste. Keystone, Colorado, EUA, 2018. Anais.

CUCCOVILLO, T.; COOP, M.R. On the mechanics of structured sands. *Géotechnique* 1999, 49, 741–760.

DAVIES, M. P. Filtered Dry Stacked Tailings - The Fundamentals. 2011.

DIAMBRA, A.; FESTUGATO, L.; IBRAIM, E.; da Silva, A.P.; CONSOLI, N.C. Modelling tensile/compressive strength ratio of artificially cemented clean sand. *Soils Found.* 2018, 58, 199–211.

DIAMBRA, A.; IBRAIM, E.; PECCIN, A.; CONSOLI, N.C.; FESTUGATO, L. Theoretical derivation of artificially cemented granular soil strength. *J. Geotech. Geoenvironmental Eng.* 2017, 143, 04017003.

HU, L.; WU, H.; ZHANG, L.; ZHANG, P.; WEN, Q. Geotechnical properties of mine tailings. *J. Mater. Civ. Eng.* 2017, 29, 04016220.

ISLAM, K.; MURAKAMI, S. Global-scale impact analysis of mine tailings dam failures: 1915–2020. *Glob. Environ. Chang.* 2021, 70, 102361.

VAN ZYL, D. J. A.; VICK, S. G. Hydraulic Fill Structures, ASCE Geotechnical Special Publication No. 21, 1988.

VICK, S. G. Planning, Design and Analysis of Tailings Dams, John Wiley & Sons, N. York, 1983.

Bibliografia Complementar:

ADIANSYAH, J.S.; ROSANO, M.; VINK, S.; KEIR, G. A framework for a sustainable approach to mine tailings management: disposal strategies. *J. Clean. Prod.* 108, 1050–1062, 2015.

AIRES, U. R. V.; SANTOS, B. S. M.; COELHO, C. D.; DA SILVA, D. D.; CALIJURI, M. L. Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. *Land Use Policy* 70, 63–70, 2018.

- BOTTINO, F.; MILAN, J. A. M.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI, I. Influence of the residue from an iron mining dam in the growth of two macrophyte species. *Chemosphere* 186, 488–494, 2017.
- CANO, N. A.; HASENSTAB, C.; VELASQUEZ, H. I. Exergy life cycle assessment indicators in Colombian gold mining sector. *J. Sustain. Min.* 19, 150–165, 2020.
- CHOI, Y.; BAEK, J.; PARK, S. Review of GIS-based applications for mining: planning, operation, and environmental management. *Appl. Sci.* 10 (7), 2266, 2020.
- HAO, L.; ZHANG, Z.; YANG, X. Mine tailing extraction indexes and model using remote-sensing images in southeast Hubei Province. *Environ. Earth Sci.* 78, 493, 2019.
- ISLAM, K.; MURAKAMI, S. Accounting for water footprint of an open-pit copper mine. *Sustainability* 12, 9660, 2020.
- ISLAM, K.; VILAYSOUK, X.; MURAKAMI, S. Integrating remote sensing and life cycle assessment to quantify the environmental impacts of copper-silver-gold mining: a case study from Laos. *Resour. Conserv. Recycl.* 154, 104630, 2020.
- KOSAI, S.; TAKATA, U.; YAMASUE, E. Natural resource use of a traction lithium-ion battery production based on land disturbances through mining activities. *J. Clean. Prod.* 280, 124871, 2020.
- LI, Q.; CHEN, Z.; ZHANG, B.; LI, B.; LU, K.; LU, L.; GUO, H. Detection of tailings dams using high-resolution satellite imagery and a single shot multibox detector in the Jing-Jin-Ji Region, China. *Remote Sens.* 12 (16), 2626, 2020.
- LUMBROSO, D.; MCELROY, C.; GOFF, C.; COLLELL, M. R.; PETKOVSEK, G.; WETTON, M. The potential to reduce the risks posed by tailings dams using satellite-based information. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 38, 101209, 2019.
- LYU, Z.; CHAI, J.; XU, Z.; QIN, Y.; CAO, J. A comprehensive review on reasons for tailings dam failures based on case history. *Adv. Civ. Eng.* 2019, 1–18, 2019.
- MURAKAMI, S.; TAKASU, T.; ISLAM, K.; YAMASUE, E.; ADACHI, T. Ecological footprint and total material requirement as environmental indicators of mining activities: case studies of copper mines. *Environ. Sustain. Indic.* 8, 100082, 2020.

OWEN, J. R.; KEMP, D.; L'EBRE, E.; SVOBODOVA, K.; PEREZ MURILLO, G. Catastrophic tailings dam failures and disaster risk disclosure. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 42, 101361, 2020.

WERNER, T. T.; MUDD, G. M.; SCHIPPER, A. M.; HUIJBREGTS, M. A. J.; TANEJA, L.; NORTHEY, S. A. Global-scale remote sensing of mine areas and analysis of factors explaining their extent. *Glob. Environ. Chang.* 60, 102007, 2020.

WATARI, T.; YOKOI, R. International inequality in in-use metal stocks: what it portends for the future. *Resour. Policy* 70, 101968, 2021.

Disciplina: Projetos de empilhamento de rejeitos e estéreis

Ementa: sistemas alternativos de disposição de rejeitos em polpa; condicionantes técnicos e critérios de projeto. Co-disposição de rejeitos em polpa com estéreis. Sistemas de disposição de rejeitos espessados; sistemas de disposição de rejeitos em pasta: condicionantes geotécnicos, limitações e vantagens das técnicas, critérios de descaracterização. Sistemas de disposição de rejeitos filtrados: técnicas de filtragem e formação da torta. Verificações de segurança para liquefação estática e dinâmica.

Competências e Habilidades:

- Compreender as características dos processos de disposição não convencional de rejeito e estéril;
- Avaliar os condicionantes construtivos e pós-construtivos das pilhas de rejeito, estéril e rejeito-estéril;
- Listar a influência das características dos rejeitos e estéreis no comportamento geotécnico e performance da estrutura de contenção;
- Verificar os procedimentos e técnicas aplicados ao monitoramento geotécnico das estruturas.

Conteúdo Programático 1: Métodos alternativos de disposição de rejeito.

Conteúdo Programático 2: Estudos geológicos, geotécnicos e hidrológicos aplicados aos projetos de empilhamento.

Conteúdo Programático 3: Metodologia construtiva de pilhas de rejeito e estéril.

Conteúdo Programático 4: Monitoramento geotécnico e Manual de Operações em projetos de empilhamento.

Bibliografia básica:

CRYSTAL, C.; CHORE, C.; EZAMA, I. Filter-pressed dry stacking: design consideration based on practical experience. In: Proceedings Tailings and Mine Waste. Keystone, Colorado, EUA, 2018. Anais.

CUCCOVILLO, T.; COOP, M. R. On the mechanics of structured sands. *Géotechnique* 1999, 49, 741–760.

DAVIES, M. P. Filtered Dry Stacked Tailings - The Fundamentals. Proceedings Tailings and Mine Waste. Vancouver, BC, November 6 to 9, 2011.

DIAMBRA, A.; FESTUGATO, L.; IBRAIM, E.; da Silva, A.P.; CONSOLI, N.C. Modelling tensile/compressive strength ratio of artificially cemented clean sand. *Soils Found.* 2018, 58, 199–211.

DIAMBRA, A.; IBRAIM, E.; PECCIN, A.; CONSOLI, N.C.; FESTUGATO, L. Theoretical derivation of artificially cemented granular soil strength. *J. Geotech. Geoenvironmental Eng.* 2017, 143, 04017003.

HU, L.; WU, H.; ZHANG, L.; ZHANG, P.; WEN, Q. Geotechnical properties of mine tailings. *J. Mater. Civ. Eng.* 2017, 29, 04016220.

ISLAM, K.; MURAKAMI, S. Global-scale impact analysis of mine tailings dam failures: 1915–2020. *Glob. Environ. Chang.* 2021, 70, 102361.

VAN ZYL, D. J. A.; VICK, S. G. Hydraulic Fill Structures, ASCE Geotechnical Special Publication No. 21, 1988.

VICK, S. G. Planning, Design and Analysis of Tailings Dams, John Wiley & Sons, N. York, 1983.

Bibliografia Complementar:

ARMSTRONG, M.; LANGRENÉ, N.; PETTER, R.; CHEN, W.; PETTER, C. Accounting for tailings dam failures in the valuation of mining projects. *Resour. Policy* 2019, 63, 101461.

ASTM C150; Standard specification for Portland cement; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.

ASTM C39; Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens; American Society of Civil Engineers: West Conshohocken, PA, USA, 2018.

ASTM D2487; Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System); American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA, 2017.

ASTM D2845; Standard test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rock; American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA, 2008.

ASTM D559; Standard test methods for wetting and drying compacted soil-cement mixtures; American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA, 2015.

ASTM D7263; Standard test methods for laboratory determination of density and unit weight of soil specimens; American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA, 2021.

CONSOLI, N.C.; MORALES, D.P.; SALDANHA, R.B. A new approach for stabilization of lateritic soil with Portland cement and sand: Strength and durability. *Acta Geotechnica* 2021, 16, 1473–1486.

FELL, R.; MACGREGOR, P.; & STAPLEDON, D. – *Geotechnical Engineering of Embankment Dams*, A. A. Balkema, 1992.

FITTON, T. G.; ROSHDIEH A. Filtered tailings versus thickened slurry: four case studies. In: *PASTE*, 2013, Belo Horizonte. *Anais. Australian Centre for Geomechanics*, Perth, 2013. p. 275 – 288.

GOMES, M. A. Caracterização tecnológica no aproveitamento do rejeito de minério de ferro. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, Brasil, 2009. 220 p.

GUIMARÃES, N. C. Filtragem de rejeitos de minério de ferro visando sua disposição em pilhas. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.

GUIMARÃES, N. C.; VALADAO, G. E.S.; PERES, A.E.C. Filtragem de rejeitos de minério de ferro visando à sua disposição em pilhas. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 65, n. 4, p. 543-548, 2012.

HUSTRULID, M. K. MCCARTER D.J.A. VAN ZYL (Eds.) Society of Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton, CO, pp. 391-398.

ULRICH, B.; EAST, D. R.; AND GORMAN, J. (2000) Subaerial Tailing Deposition - Design, Construction and Operation for Facility Closure and Reclamation, Tailings and Mine waste, Balkema, Rotterdam, pp. 29-37, 2000.

|

13. Infraestrutura Física e Pedagógica

O aluno encontrará todo o conteúdo do curso e assistirá às aulas gravadas no ambiente virtual. Para assistir às aulas é fundamental que as especificações abaixo sejam obedecidas, possibilitando, assim, uma recepção de maior qualidade dos vídeos.

Hardware:

- Processador Intel Core 2 Duo ou superior.
- 2Gb de Memória RAM.
- Placa de vídeo com resolução 1024x768, qualidade de cor 32 bits e compatível com Microsoft DirectShow.

- Microsoft DirectX 9.0c ou posterior.

Software:

- Navegador: Firefox, Google Chrome, Internet Explorer (sempre atualizado).
- Sistema Operacional: Windows XP ou posterior.
- Adobe Flash Player (atualizado).
- *Plugin* de vídeos SilverLigth (atualizado)

Rede:

- Conexão com a Internet banda larga de no mínimo 2 MB.
- Em caso de acesso em ambientes corporativos além da velocidade, é necessário verificar as condições de segurança de rede de sua empresa e se certificar que o site não estará bloqueado.

Adicionalmente, é prevista a utilização da biblioteca virtual para consultas bibliográficas e pesquisa de assuntos referentes às disciplinas ministradas.

