

Instituto de Geociências
Departamento de Geodésia

Dados de identificação

Disciplina: Fotogrametria C			
Período Letivo: 2020/2			
Professor Responsável: Mário Luiz Lopes Reiss Professor Ministrante:			
Sigla: GEO05076	Créditos: 7		
Carga Horária: 105h	CH Autônoma: 0h	CH Coletiva: 105h	CH Individual: 0h

Súmula

Fototriangulação; calibração de câmaras; correspondência de imagens; geração de modelos digitais de superfícies; retificação de imagens, ortofotos; mosaicagem de imagens. Determinação dos requisitos do mapeamento; planejamento da cobertura fotogramétrica; pré-sinalização de pontos de apoio e checagem; aquisição de imagens; processamento fotográfico; fototriangulação; geração de produtos fotogramétricos.

Currículos

Currículos	Etapas	Pré-Requisitos	Natureza
ENGENHARIA CARTOGRÁFICA - NOTURNO	8	(GEO05074) FOTOGAMETRIA B OU (GEO05075) FOTOGAMETRIA B - EAD	Obrigatória

Objetivos

Ao término desta disciplina o aluno deverá estar apto a entender os conceitos e executar todos os processos fotogramétricos envolvidos na reconstrução de superfícies terrestres para finalidade de mapeamento, especialmente: Fototriangulação, Calibração de Câmaras, Geração de Modelo Digital de Superfícies, Geração de Ortoretos, Erros em Fotogrametria e Fotogrametria Terrestre.

Conteúdo Programático

Semana	Título	Conteúdo
1	INTRODUÇÃO E REVISÃO	-Plano de Ensino; -Revisão de conceitos tratados em Fotogrametria B; -Fluxo do Processo Fotogramétrico. Exercício 1: - Implementação do ajustamento de uma Orientação Relativa, pelos casos 1 e 2, e Orientação Absoluta pelo Modelo Isogonal 3D. Atividade na modalidade remota.

2 a 3	AEROTRIANGULAÇÃO ANALÍTICA	-Introdução; -Classificação da fototriangulação; -Planejamento de pontos fotogramétricos e Pontos de Apoio; -Identificação e medição de pontos fotogramétricos; -Marcação de transferência de pontos fotogramétricos; -Centro de Projeção. Exercício 2: - Medições sobre fotografias para a realização dos processos de Fototriangulação. Atividade na modalidade remota.
	AEROTRIANGULAÇÃO POR MODELOS INDEPENDENTES	-Introdução; -Métodos de cálculo das coordenadas do CP no referencial do modelo; -Método com formação de faixas; -Método utilizando ajustamento simultâneo em bloco; -Análise de deformações. Exercício 3: - Realização da fototriangulação de uma faixa de cobertura fotogramétrica por meio do método em questão. Atividade na modalidade remota.
4 a 5	AEROTRIANGULAÇÃO POR FEIXES DE RAIOS	-Introdução; -Ajustamento pelo método paramétrico com injunções relativas de parâmetros; -Método utilizando ajustamento simultâneo em bloco; -Análise dos erros envolvidos. Exercício 4: - Realização da fototriangulação de um bloco de cobertura fotogramétrica por meio do método em questão. Atividade na modalidade remota.
	CALIBRAÇÃO DE CÂMARAS	-Introdução; -Objetivos da calibração de câmaras; -Métodos de calibração de laboratório e de campo; -Método de calibração em serviço (on the job). Exercício 5: - Aquisição de imagens de um campo de calibração de câmaras (na UFRGS) e processamento da calibração da câmara utilizada. Atividade na modalidade semipresencial.
6 a 7	AULAS PRÁTICAS EM LABORATÓRIO	-Abrir e processar dados adquiridos; --Dados GNSS; --Dados de imagens; -Fototriangulação por Modelos Independentes e Feixes de Raios; -Calibração de Câmaras em Serviço. Exercício 6: - Realização de processos de fototriangulação a partir de dados previamente adquiridos pelo professor. Atividade na modalidade presencial.
7 ou 8	PRIMEIRA PROVA TEÓRICA (PT1):	AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO ANTERIOR Atividade na modalidade remota síncrona.

8 a 9	ATIVIDADE DE CAMPO: LEVANTAMENTO FOTOGRAMÉTRICO AÉREA COM AUXÍLIO DE VANT/SARP E FOTOGRAMÉTRICO TERRESTRE (3 DIAS)	- Cálculos de planos de cobertura fotogramétrica; - Estabelecimento e ou ocupação de sistema de referência geodésico na área do levantamento; - Implantação de pontos de apoio pré-sinalizados; - Execução das aquisições fotogramétricas planejadas; - Medição dos pontos de apoio pré-sinalizados e pontos identificáveis nas fotos; - Pré-processamento dos dados em campo; - Recolha dos alvos de pré-sinalização dos pontos de apoio. A seleção da época desta atividade de campo dependerá de condições meteorológicas favoráveis, compreendendo um período entre a 1ª e 5ª semana de aula após a primeira prova (PT1). Esta atividade será feita compreendendo dias entre quinta-feira a domingo, de forma a favorecer que os alunos possam participar da atividade. A não realização da Atividade de Campo pode implicar na reprovação do estudante por falta, considerando que cada dia de campo equivale a 1 crédito nas disciplinas. Esta atividade de campo corresponde a 3 créditos de um total de 7 créditos desta disciplina. Por se tratar de uma proposta pedagógica desta disciplina na qual deve haver 3 créditos destinados à atividade de campo, haverá a necessidade de que esta realização se dê ao término da pandemia. Atividade na modalidade presencial.
9 a 10	CORRESPONDÊNCIA DE RAIOS HOMÓLOGOS	-Introdução -Correspondência baseada de janelas de imagens; -Funções de correlação; -Refinamento da correspondência usando MMQ; -Correspondência baseada em feições; -Métodos de redução do espaço de busca; -Pirâmides de imagens; -Mapa de paralaxes; -Geometria Epipolar; -Outras técnicas. Exercício 7: - Cálculos relativos à correspondência de imagens. Implementação de ferramenta computacional. Uso de softwares Atividade na modalidade remota.
10 a 11	MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIES (MDS)	-Classificação dos tipos de MDS; -Definições; -Técnicas de estruturação e de interpolações; -Nível de intervenção do operador; -Formas de organização dos dados; -Formas de armazenamento de dados; -Geração analítica de MDT utilizando fotografias orientadas; -Geração por perfilamento a LASER e outros métodos. Exercício 8: - Construção de MDS. Implementação de ferramenta computacional. Uso de softwares Atividade na modalidade remota.
	RETIFICAÇÃO DE IMAGENS	-Definição; -Métodos de reamostragem; -Parâmetros necessários; -Métodos de geração: direto, indireto e híbrido; -Fontes de erros; -Resolução;

		-Ortorretificação; -Aplicações. Exercício 9: -Cálculos de funções de reamostragem. Implementação de ferramenta computacional. Uso de softwares Atividade na modalidade remota.
11 a 12	FOTOGRAMETRIA TERRESTRE	-Conceitos envolvidos; -Planejamento Fotogramétrico; -Fototriangulação; -Restituição; -Aplicações. Exercício 10: - Uso de softwares Atividade na modalidade remota.
12 a 14	AULAS PRÁTICAS EM LABORATÓRIO	-Processamento Fotogramétrico dos Dados Adquiridos em Campo: --Processamento fotográfico; --Processamento dos dados geodésicos (pontos de apoio e centros perspectivos); --Geração de foto-índices; --Determinação de pontos identificáveis nas fotos para pontos de apoio pós-recobrimento fotogramétrico; --Fototriangulação, calibração de câmaras em serviço; --Geração de MDS; --Geração de Ortofotos; --Restituição Fotogramétrica; --Reambulação; --Geração de produtos cartográficos por Fotogrametria; --Controle de qualidade. Exercício 11: - Desenvolvimento dos processos fotogramétricos para a construção de modelos 3D de superfícies fotografadas em um bloco fotogramétrico. Uso de softwares. Atividade na modalidade presencial, podendo ser convertida em remota mediante condições dos estudantes: Acesso a computador compatível com os dos Laboratório Didáticos de Fotogrametria (sala 104, prédio 43136) com capacidade de rodar os aplicativos de processamento fotogramétrico ali presentes, desenvolvidos para sistema operacional Windows. Caso isso não seja possível por parte do estudante, esta atividade deverá ser completada ao final da pandemia.
15	SEGUNDA PROVA TEÓRICA (PT2)	AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE TODO O CONTEÚDO MINISTRADO. Atividade na modalidade remota e síncrona.
16	ATIVIDADE DE RECUPERAÇÃO	Será realizada a atividade de recuperação de acordo com os critérios para ela estabelecidos. Atividade na modalidade remota e síncrona.

OBSERVAÇÕES:

- 1) Todas as atividades síncronas serão gravadas e disponibilizadas em arquivos para acesso aos alunos que tiverem qualquer dificuldade em atender de forma síncrona as aulas. Estas estarão disponíveis no Moodle, Sala Virtual ou outro meio de disponível.
- 2) Para as atividades de avaliação propostas (exercícios disponibilizados após cada aula), será dado um prazo de duas semanas para a entrega, contadas a partir do dia da disponibilidade do exercício. Exemplificando: Após a aula dada no dia é proposto ao aluno a realização de uma atividade referente a mesma, ele terá uma semana para trazer dúvidas ou esclarecimentos sobre o desenrolar da mesma e terá mais uma semana para a entrega.

Metodologia

As aulas serão ministradas de forma síncrona (videoconferência, chats...) e/ou assíncrona (exercícios, tarefas, vídeos, livros...) via Moodle e/ou Sala Virtual e/ou MConf e/ou Microsoft Teams e/ou Google Meet. No caso de aula síncrona, esta deverá ser gravada e disponibilizada para posterior acesso pelo(a) aluno(a).

Informações sobre Direitos Autorais e de Imagem:

Todos os materiais disponibilizados são exclusivamente para fins didáticos, sendo vedada a sua utilização para qualquer outra finalidade, sob as penas legais.

Todos os materiais de terceiros que venham a ser utilizados devem ser referenciados, indicando a autoria, sob pena de plágio.

A liberdade de escolha de exposição da imagem e da voz não isenta o aluno de realizar as atividades originalmente propostas ou alternativas.

Todas as gravações de atividades síncronas devem ser previamente informadas por parte dos professores.

Somente poderão ser gravadas as atividades síncronas propostas mediante concordância prévia dos professores e colegas, sob as penas legais.

É proibido disponibilizar, por quaisquer meios digitais ou físicos, os dados, a imagem e a voz de colegas e do professor, sem autorização específica para a finalidade pretendida.

Os materiais disponibilizados no ambiente virtual possuem licença de uso e distribuição específica, sendo vedada a distribuição do material cuja licença não permita ou sem a autorização prévia dos professores para o material de sua autoria.

Carga Horária

Teórica: 55 horas

Prática: 50 horas

Experiências de Aprendizagem

Além das atividades discentes especificadas na metodologia, também serão desenvolvidas atividades práticas, em forma de trabalho, com o intuito de fixar os conceitos teóricos dados em aula. Estas atividades podem abranger mais dos tópicos do Programa de Ensino, de acordo com a conveniência didática e o desempenho geral da sala. Assim, as práticas devem envolver:

- Realização do processamento de fototriangulação por modelos independentes;
- Realização do processamento de fototriangulação por feixes de raios;

- Calibração de câmaras pelo método em serviço (on job) - fototriangulação por feixes de raios com parâmetros adicionais;
- Implementação e/ou aplicação de métodos de correspondência de imagens digitais e geração de MDS;
- Implementação e/ou aplicação de métodos para geração de imagens retificadas e ortorretificadas;
- Execução da medição fotogramétrica de uma fachada de edificação ou levantamento topográfico de uma área teste usando fotogrametria terrestre, de levantamento topográfico e posicionamento GPS.

Critérios de Avaliação

Serão efetuados exercícios (**EXn**) avaliativos de conhecimento teórico-práticos, com a data de entrega a ser definido pelo professor, e duas provas teóricas de acordo com o cronograma. A entrega dos exercícios avaliativos e realização das provas teóricas são obrigatórias.

Alguns destes **EXn** serão desenvolvidos a partir de recursos computacionais específicos, disponíveis no Laboratório Didáticos de Fotogrametria da UFRGS (Sala 104, Prédio 43.136), portanto, serão **atividades presenciais**. Caso haja acesso domiciliar dos estudantes a sistemas computacionais compatíveis com os disponíveis na UFRGS, estas atividades poderão ser convertidas para a modalidade remota. Caso isso não seja possível, estas atividades deverão ocorrer **presencialmente** em laboratório, **após o término da pandemia**. Caso a pandemia não termine até o final da disciplina, será emitido conceito **NI** para os alunos e, quando possível, serão feitas as atividades em laboratório para o trabalho.

O conceito **NI** também será aplicado em caso das atividades que não puderem ser executadas por demandarem e equipamentos específicos disponíveis somente na UFRGS e aulas presenciais, sendo que estas atividades serão realizadas **após o término da pandemia**.

A recuperação, caso o aluno não consiga o conceito mínimo de aprovação (C) será efetuada no mínimo uma semana após a avaliação final.

O aluno que obtiver **Conceito Final** igual ou superior a C estará APROVADO.

O **Conceito Final (CF)** será elaborado baseado na **Média Geral (MG)**, sendo a relação entre eles dada por:

$CF = A$ se $MG \geq 9,0$ e $MG \leq 10,0$ (APROVADO)
 $CF = B$ se $MG \geq 7,5$ e $MG < 9,0$ (APROVADO)
 $CF = C$ se $MG \geq 6,0$ e $MG < 7,5$ (APROVADO)
 $CF = D$ se $MG < 6,0$ (EM RECUPERAÇÃO)

De acordo com a Resolução do CEPE sobre o ERE, durante o período em que perdurar o ERE, fica inaplicável a atribuição de conceito **FF**, prevista no Parágrafo 2º, do Artigo 44, da Resolução nº 11/2013 do CEPE.

Para os estudantes matriculados até o final do período e que deixaram de participar da Atividade de Ensino, deverá ser atribuído o registro NI (Não Informado) no campo de conceito do sistema acadêmico.

Para os casos previstos no Parágrafo 1º, a justificativa do registro NI deverá conter a referência ao período de excepcionalidade.

Os casos de não informação de conceito durante o ERE, deverão ser resolvidos até o fim do segundo período letivo, após o fim da situação emergencial de saúde.

Para se obter o valor da **MG**, e com ela, avaliar o grau de aprendizado do estudante, serão aplicados os seguintes métodos avaliativos:

-- Duas **provas teóricas** remotas: **PT1** e **PT2**, sendo que a última versará sobre toda a matéria do semestre. **PT1** corresponderá a 30% da nota final e **PT2** a 40% da nota final;

-- Nota dos Exercícios (**EX**) ao longo do semestre, sendo seu valor **EX** calculado pela média aritmética ponderada, com pesos definidos para cada trabalho no momento de sua solicitação. A nota **EX** corresponderá a um total de 30% da nota final.

A média geral (MG) será obtida por meio da seguinte formulação:

$$MG = [pPT1*PT1+pPT2*PT2+pEX*EX] / [pPT1 +pPT2 +pEX]$$

O aluno que deixar de entregar **DOIS (2)** ou mais trabalho prático de campo ou de laboratório (exercícios), independente do conceito da Avaliação Final, deverá realizar Prova de Recuperação de toda a matéria vista no semestre, e se aprovado seu **CF** será de no máximo "**C**".

Atividades de Recuperação Previstas

Será realizada uma atividade de recuperação para os conceitos insatisfatórios.

Terá direito a fazer o **Exame Final de Recuperação**, que será realizada assíncrona, o aluno que:

- Tiver nota **MG** menor do que 6,00 (seis).

A nota mínima de aprovação em recuperação é 6,00 (seis), o discente que realizar prova de recuperação terá conceito máximo igual a C (se aprovado com qualquer nota igual ou superior a 6,00), e conceito D (para qualquer nota inferior a 6,00).

Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações

Os resultados das avaliações serão divulgados, no máximo, duas semanas após a sua realização.

Bibliografia

<i>Básica Essencial</i>
Edward M. Mikhail;James S. Bethel;J. Chris McGlone. Introduction to Modern Photogrammetry. s.inf.: Wiley, sinf. ISBN 0471309249.
J. Chris McGlone, Edward M. Mikhail, James S. Bethel, Roy Mullen. Manual of Photogrammetry. Fifth Edition. s.inf: ASPRS, sinf. ISBN 1570830711.
Paul Wolf; Bon DeWitt;Benjamin Wilkinson. Elements of Photogrammetry with Application in GIS 4/E. s.inf.: McGraw-Hill Professional;; sinf. ISBN 0071761128.
Wilfried Linder, Digital Photogrammetry: A Practical Course < https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-50463-5 > < https://books.google.com.br/books?id=Y8OUNVOFFNoC&pg=PA7&dq=photogrammetry&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwj6vqb3_4DrAhVqILkGHWaiAWQQ6AEwAXoECAYQAg#v=onepage&q=photogrammetry&f=false >
Disponível no Sistema SAbi UFRGS.

<i>Básica</i>

American Society of Photogrammetry. Manual of Photogrammetry. New York: Morriz-Tompson, 1980.
Andrade, J.B. Fotogrametria. s.inf.: Universidade Federal do Paraná, 1998.
Thomas Luhmann (Author), Stuart Robson (Author), Stephen Kyle (Author), Ian Harley (Author). Close Range Photogrammetry: Principles, Techniques and Applications. s.inf.: Whittles Publishing, 2006. ISBN 0-470-10633-6. < http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=8fad2060-e9cb-4d1e-8e7b-6c3cf4c98a83%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9cHQtYnImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZS5y29wZT1zaXRI#db=nlebk&AN=674390 > Disponível no sistema SAbi da UFRGS.
Wolf, Paul R.. Elements of photogrammetry:Wuth air photo interpretation and remote sensing. New York: Mcgraw-Hill Book Company, 1983. ISBN 70713456.
Wolf, Paul R.; Dewitt, Bon A.. Elements of photogrammetry :With applications in GIS. Boston: McGraw-Hill, 2000. ISBN 0072924543; 9780072924541.

Complementar
Kraus; Karl. Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans. s.inf.: Editora Walter de Gruyter, sinf. ISBN 3110190079. < https://books.google.com.br/books?id=tTf8MUhY29IC&pg=PR5&dq=photogrammetry&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwj6vqb3_4DrAhVqILkGHWAiAWQQuwUwAHoECAIQCQ#v=onepage&q=photogrammetry&f=false >

Outras Referências

Digital
Cópia de apresentações das aulas
Vídeos de cada encontro coletivo virtual, via sistema de ensino à distância disponibilizado pela UFRGS (moodle, mconf e ou similar)
Endereços de internet relativos aos conteúdos ministrados

Observações

A disciplina prevê a realização de Estágio de Docência de alunos de Pós-Graduação Stricto Sensu, conforme a RESOLUÇÃO Nº 02/2009 do CEPE/UFRGS