

**Instituto de Geociências  
Departamento de Geodésia**

**Dados de identificação**

Disciplina: Geodesia Espacial Aplicada (GPS/GNSS)			
Período Letivo: <b>2021/1</b>			
Professor Responsável: Felipe Geremia Nievinski			
Sigla: GEO05060	Créditos:03		
Carga Horária:45 h	CH Autônoma:05 h	CH Coletiva:40 h	CH Individual:0 h

**Súmula**

Introdução ao GPS e outros GNSS. Princípios da geodésia espacial aplicada. Formas de posicionamento por satélites. Coordenadas e estatísticas. Aspectos geocientíficos. Integração com Sistemas de informação Geográficos.

**Currículos**

<b>Currículos</b>	<b>Etapa</b>	<b>Pré-Requisitos</b>	<b>Natureza</b>
Geologia	05	(GEO05501) Topografia I E (MAT02219) Probabilidade e Estatística	Obrigatória

**Objetivos**

Capacitar os alunos a usar o GPS/GNSS na determinação de posições. Exercitar a geodésia espacial aplicada, através de atividades práticas (em campo e em laboratório), para obtenção de precisões métricas, decimétricas e centimétricas. Familiarizar os alunos a respeito dos requisitos e limitações de cada modalidade de posicionamento por satélites.

**Conteúdo Programático**

<b>Semana</b>	<b>Título</b>	<b>Conteúdo</b>
1 a 3	INTRODUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"><li>- GPS e outros GNSS (GLONASS, GALILEO, BEIDOU).</li><li>- Histórico de desenvolvimento</li><li>- Segmentos<ul style="list-style-type: none"><li>-- Segmento espacial: órbitas (período, planos, altitude), satélites (componentes, tempo de vida, constelação completa).</li><li>-- Segmento de controle: estações de rastreo, cálculo, atualização;</li><li>-- Segmento de usuários: tipos de receptores: recreacional, profissional (navegação, topográfico), científico (geodésico, especializado), militar (robusto a interferência); exemplos de aplicação: posicionamento (levantamentos, etc.), navegação (aviação, agricultura de precisão, etc.), sincronização (telefonia, etc), outros (monitoramento ambiental, etc.).</li></ul></li><li>- Ondas de rádio:</li></ul>

		<p>transmissão, propagação, recepção; caminho, obstruções, visada, direção.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medições: coordenadas, precisões, atributos (não-espaciais), caderneta (leituras brutas não processadas).</li> </ul> <p>Entrega dos relatórios 1 a 3.</p>
4 a 5	PRINCÍPIOS DA GEODÉSIA ESPACIAL APLICADA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcionamento: simplificado (trilateração), realista (falta de sincronia).</li> <li>- Número de incógnitas e de observações; redundância e superabundância.</li> <li>- Órbitas e efemérides; visibilidade; número de satélites visíveis.</li> <li>- Ondas portadoras (frequências): única, dupla, tripla. Modulações: civis e militares.</li> <li>- Observáveis: contraste com topografia (ângulos e distâncias); pseudo-distância, fase da portadora, razão sinal/ruído, Doppler.</li> <li>- Precisão e ambiguidade das observáveis.</li> </ul> <p>Entrega dos relatórios 4 a 5.</p>
6 a 10	FORMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITES:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes de erro: relógios, relatividade, atmosfera neutra e ionizada, multicaminho, antena, ruído.</li> <li>- Cancelamento e correção de erros</li> <li>- Modalidades de posicionamento: relativo (por linha-base) e absoluto (por ponto); estático, cinemático, stop-and-go; pós-processado e em tempo-real; posicionamento por ponto simples e preciso.</li> <li>- Sistemas de apoio em tempo real: RTK (por rádio ou ree), DGPS, SBAS.</li> <li>- Planejamento de campo: precisão vs. equipamento e tempo de coleta; visibilidade ao céu e máscara de elevação; obstruções (árvores, prédios); tempo de inicialização,</li> </ul>

		<p>distância à base, número de satélites, número de frequências.</p> <p>Entrega dos relatórios 6 a 10.</p> <p>Os trabalhos envolverão dados coletados em anos anteriores, contemplando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posicionamento por ponto simples</li> <li>- posicionamento por ponto preciso (PPP)</li> <li>- posicionamento relativo pós-processado (estático, cinemático, stop-and-go)</li> <li>- posicionamento relativo em tempo-real (estático, cinemático, e stop-and-go)</li> </ul>
11 a 12	COORDENADAS E ESTATÍSTICAS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordenada vertical da antena: altitude, altura, e offset.</li> <li>- Coordenadas tri-dimensionais: Cartesianas locais (topocêntricas, NEU); Cartesianas globais (geocêntricas, XYZ), esféricas locais (azimute, elevação, distância), esféricas globais (latitude geográfica, longitude, raio), elipsoidais (latitude geodésica, longitude, altitude), UTM.</li> <li>- Referenciais: sistemas: WGS84, ITRF, SIRGAS, SAD69; redes: RBMC, IGS.</li> <li>- Estatísticas: posição observada, verdadeira, esperada; desvio, resíduo, erro; dispersão (desvio padrão), viés (erro médio), combinado (exatidão, RMS); incerteza expandida (normal); incerteza propagada: médias, diferenças; incerteza horizontal (elipse e círculo); diluição da precisão (DOP); incerteza prevista (formal) vs. demonstrada (repetibilidade); leituras repetidas não viciadas (a trena e com GPS).</li> </ul> <p>Entrega dos relatórios 11 a 12.</p>
13 a 14	ASPECTOS GEOCIENTÍFICOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variações temporais: tectônica, marés terrestres.</li> <li>- Regularização de posições: época de referência; rotação da placa por casca esférica (polo de Euler); campo de</li> </ul>

		velocidade residual para a América do Sul (VEMOS). - Séries temporais longas: componentes linear e sazonal; deformações; sismos. - Monitoramento da atmosfera. Entrega dos relatórios 13 a 14.
(suprimido)	INTEGRAÇÃO COM SIG:	- Levantamento de atributos. - Locação em campo de coordenadas pré-determinadas. - Determinação de pontos de controle.
15		Recuperação

O conteúdo pode ser redistribuído.

## Metodologia

- A Sala de Aula Virtual da UFRGS será utilizada para comunicação, a qual utiliza os e-mails de contato cadastrados pelos próprios alunos junto ao Portal a UFRGS
- O ambiente virtual de aprendizagem (AVA) institucional adotado é o Moodle.
- As aulas síncronas serão intermediadas pela plataforma Google Meet, ocorrerão no horário regular da disciplina e ficarão gravadas para acesso assíncrono posterior.
- As atividades práticas, que seriam desenvolvidas presencialmente em laboratório de informática e no pátio do campus, serão adaptadas para desenvolvimento remoto. Os alunos poderão vir a ser solicitados que desenvolvam atividades autônomas no exterior de suas residências.
- Poderá haver a participação de pós-graduandos (mestrandos e doutorandos) em estágio de docência, de acordo com a Resolução 02/2009 do CEPE, com plano de atividades a ser submetido oportunamente às instâncias competentes.

## 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 pelos alunos 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 a licença não permita ou sem a autorização prévia dos professores para o material de sua autoria.

## Carga Horária

Teórica: 45 horas

Prática: 00 horas

## Experiências de Aprendizagem

Os encontros incluirão, além de aulas expositiva pelo docente, também atividades de aprendizado ativo pelos discentes, tais como: discussão em pares, mini-exercícios, testes

conceituais (sem atribuição de nota), etc. As atividades práticas remotas serão individuais ou em grupos pequenos, para incentivar o aprendizado de todos e evitar evitar a má distribuição das tarefas. As práticas remotas contemplarão o processamento, análise, interpretação e apresentação dos dados coletados em campo em outros anos. Trabalhos adicionais poderão vir a incluir leituras e sumários, discussões online, etc.

### **Critérios de Avaliação**

O grau de aprendizado dos alunos será avaliado predominantemente através dos relatórios de trabalhos semanais (R1, R2, etc.). As tarefas semanais terão os seguintes descontos por atraso:

- até 1 dia de atraso: sem desconto
- até 1 semana: 25%
- até 1 mês: 50%
- após 1 mês: 75%

É obrigatória a entrega de no mínimo 75% deles. Os trabalhos ditos especiais também tem entrega obrigatória. A média dos relatórios,  $MR = (R1 + R2 + \text{etc.})/n$ , será calculada atribuindo zero aos relatórios não entregues e mantendo inalterado o número total de relatórios, n.

Haverá até duas provas escritas (P), com nota mínima de 5,0. A nota total do aluno (NT) será calculada por média ponderada dos relatórios (MR) e das provas escritas (MP):

$$NT = (0,75 \times MR) + (0,25 \times MP)$$

O aluno que obtiver nota total igual ou superior a seis (6,0) estará aprovado com os seguintes conceitos:

A:  $9,0 \leq N \leq 10,0$

B:  $7,5 \leq N < 9,0$

C:  $6,0 \leq N < 7,5$

O aluno que exceder o limite de 25% de faltas receberá o conceito FF, independente de sua nota total.

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 §2º, do Art. 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 §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.

### **Atividades de Recuperação Previstas**

Caso o aluno não alcance a nota mínima final, a prova escrita poderá ser recuperada em nova aplicação e os relatórios dos trabalhos práticos faltantes poderão ser entregues, com penalidade de conforme prazos acima.

### **Prazo para Divulgação dos Resultados das Avaliações**

Duas semanas.

### **Bibliografia**

A Bibliografia Básica Essencial deve estar disponível de forma digital.

<b>Básica Essencial</b>
Observação: trechos da bibliografia relevante serão disponibilizados via Moodle.
Freymueller J. (2017) "Geodynamics." Capítulo em: Teunissen P.J., Montenbruck O. (eds) Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. Springer Handbooks. Springer. < <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-42928-1_37">https://doi.org/10.1007/978-3-319-42928-1_37</a> >

Frey Mueller, J.T. (2011), "GPS, Tectonic Geodesy". Capítulo em: H.K. Gupta (Ed.) Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, pp. 431-449, Springer. < <a href="https://doi.org/10.1007/978-90-481-8702-7_77">https://doi.org/10.1007/978-90-481-8702-7_77</a> >
Leick, A.; Rapoport, L.; Tatarnikov, D.. GPS Satellite Surveying. New York: Wiley, 2015. ISBN 978-1-118-67557-1.
Monico, J.F.G.. Posicionamento pelo GNSS - Descrição, Fundamentos e Aplicações. São Paulo: UNESP, 2008. ISBN 9788571397880.

<b>Básica</b>
McCormac, J. C.; Sarasua, W.; Davis, W.. Topografia. São Paulo: LTC, 2016. ISBN 9788521627883.
Silva, I.; Segantine, P.C.L.. Topografia para Engenharia - Teoria e Prática de Geomática. São Paulo: Elsevier, 2015. ISBN 9788535277487.

<b>Complementar</b>
Hofmann-Wellenhof, B.; Lichtenegger, H.; Wasle, E.. GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. New York, EUA: Springer, 2008. ISBN 978-3-211-73017-1.
Misra, P.; Enge, P.. Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance. Boston, EUA: Ganga-Jamuna Press, 2010. ISBN 0970954425

## Outras Referências

N/A

## Observações

N/A