

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS – CCAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

OFERECIMENTO DA DISCIPLINA – SILVICULTURA DIGITAL

Docente: Prof. Dr. Samuel de Assis Silva

Semestre: 2026/2

Créditos: 4

Carga horária: 60 h

EMENTA

Fundamentos da Silvicultura Digital e da transformação digital aplicada aos ecossistemas florestais. Conceitos de Silvicultura 4.0 e manejo florestal orientado por dados. Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) e georreferenciamento aplicado às operações florestais. Sensoriamento remoto orbital, aéreo e terrestre. Sensores RGB, multiespectrais, hiperespectrais, LiDAR e termográficos. Fotogrametria digital. Modelagem tridimensional de povoamentos florestais. Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e bancos de dados espaciais. Ciência de dados aplicada à silvicultura. Aprendizado de máquina, Deep Learning e visão computacional para inventário florestal, detecção de plantas daninhas, doenças, pragas, falhas de plantio e estimativas dendrométricas. Internet das Coisas (IoT) aplicada ao monitoramento ambiental e operacional. Robótica e sistemas autônomos na silvicultura. Tecnologia de aplicação terrestre e aérea baseada em sensores. Sistemas de apoio à decisão, gêmeos digitais (Digital Twins) e integração de dados para planejamento, monitoramento e manejo sustentável de florestas plantadas e nativas.

OBJETIVOS

Objetivo Geral: Capacitar o estudante para utilizar ferramentas digitais na aquisição, processamento, integração e análise de dados espaciais e temporais aplicados ao planejamento, monitoramento e manejo de florestas plantadas e nativas, empregando geotecnologias, sensoriamento remoto, inteligência artificial e sistemas inteligentes de apoio à decisão.

Objetivos Específicos: Compreender os fundamentos da Silvicultura Digital; planejar levantamentos com GNSS, satélites, drones e sensores proximais; processar dados RGB, multiespectrais, hiperespectrais, LiDAR e termográficos; aplicar SIG, geoestatística e ciência de dados; desenvolver e avaliar modelos de Machine Learning, Deep Learning e visão computacional; integrar dados multissensores; e avaliar IoT, robótica, automação, tecnologia de aplicação, sistemas de apoio à decisão e gêmeos digitais em silvicultura.

ORGANIZAÇÃO DIDÁTICA E CRONOGRAMA

A disciplina será desenvolvida em 15 encontros de 4 horas, totalizando 60 horas. As aulas combinarão exposição conceitual, discussão de casos, demonstrações, atividades de laboratório e desenvolvimento progressivo de soluções aplicadas ao manejo florestal.

Tabela 1. Conteúdo programático para as atividades da disciplina de Silvicultura Digital – 2026/2.

Período	Conteúdo / atividade	Modalidade
Semana 1	Fundamentos da Silvicultura Digital, Silvicultura 4.0 e transformação digital no setor florestal	Teórica
Semana 2	GNSS, georreferenciamento e aquisição de dados em operações florestais	Teórico-prática
Semana 3	Sensoriamento remoto orbital e aéreo: plataformas, resolução e planejamento de levantamentos	Teórico-prática
Semana 4	Seminário: tecnologias aplicadas ao manejo silvicultural	Avaliação 1
Semana 5	Sensores RGB e multiespectrais: índices, classificação e monitoramento de povoamentos	Teórica
Semana 6	Sensoriamento hiperespectral e termografia aplicados à silvicultura	Teórica
Semana 7	LiDAR, fotogrametria digital e modelagem 3D de povoamentos florestais	Teórica
Semana 8	SIG, bancos de dados espaciais e integração de informações florestais	Laboratório
Semana 9	Geoestatística e ciência de dados aplicadas às variáveis florestais	Teórico-prática
Semana 10	Machine Learning aplicado à classificação, segmentação e predição em silvicultura	Teórico-prática
Semana 11	Deep Learning e visão computacional: inventário, plantas daninhas, pragas, doenças e falhas de plantio	Teórica
Semana 12	IoT, sensores proximais, monitoramento ambiental e operacional	Teórica
Semana 13	Robótica, sistemas autônomos e tecnologia de aplicação terrestre e aérea baseada em sensores	Teórico-prática
Semana 14	Sistemas de apoio à decisão, integração de dados e gêmeos digitais	Teórico-prática
Semana 15	Prova sobre o conteúdo da disciplina + apresentação e defesa do plano de negócio (pitch)	Avaliações 2 e 3

AVALIAÇÕES

A avaliação da aprendizagem será composta por três instrumentos, articulando domínio técnico, capacidade de análise, proposição de soluções e comunicação profissional:

Avaliação 1 – Seminário sobre tecnologia aplicada ao manejo silvicultural (30%): Realizado na 4ª semana. O estudante deverá selecionar uma tecnologia digital ou de automação com aplicação direta ao manejo silvicultural, apresentar seus fundamentos, aplicações, limitações, evidências de uso e potencial de geração de valor no setor florestal.

Avaliação 2 – Plano de negócio e defesa de pitch (35%): Entregue e defendido ao final do semestre. O trabalho deverá propor uma solução, produto ou serviço de base tecnológica relacionado à Silvicultura Digital, demonstrando problema, proposta de valor, usuário/cliente, viabilidade técnica, modelo de negócio, mercado e estratégia de implementação.

Avaliação 3 – Prova sobre o conteúdo da disciplina (35%): Aplicada ao final do semestre, abrangendo os conteúdos conceituais e aplicados desenvolvidos nas aulas teóricas e práticas.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Seminário: domínio técnico (30%), qualidade e atualidade da fundamentação (20%), aplicação ao manejo silvicultural (20%), análise crítica (15%) e clareza da apresentação (15%).

Plano de negócio e pitch: definição do problema (15%), solução e proposta de valor (20%), viabilidade técnica (20%), modelo de negócio (15%), mercado e potencial de adoção (10%), uso de dados/evidências (10%) e qualidade da defesa do pitch (10%).

Prova: domínio conceitual, capacidade de integração dos conteúdos, interpretação de situações-problema e aplicação dos conhecimentos de Silvicultura Digital.

TEMPO DE DEDICAÇÃO ESPERADO À DISCIPLINA

Mínimo de 5 horas/semana de estudos e desenvolvimento de atividades extraclasse.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

QUEIROZ, D. M.; VALENTE, D. S. M.; PINTO, F. A. C.; BORÉM, A. Agricultura Digital. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 224 p.

SILVA, S. A.; MEDAUAR, C. C.; MORAES, W. B.; SEBOK, F. G. O.; MASSON, M. V.; FURTADO, E. L. Silvicultura de Precisão. Jaboticabal: FUNEP, 2023. 403 p.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. Remote Sensing and Image Interpretation. 8. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2023. 848 p.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Digital Image Processing. 4. ed. Harlow: Pearson Education, 2018. 1168 p.

GÉRON, A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. 3. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2023. 851 p.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep Learning. Cambridge: MIT Press, 2016. 800 p.

ZHANG, D.; WEI, B. Robotics and Mechatronics for Agriculture. Boca Raton: CRC Press, 2017. 222 p.

PANTAZI, X.; MOSHOU, D.; BOCHTS, D. Intelligent Data Mining and Fusion Systems in Agriculture. Cambridge: Academic Press, 2019. 330 p.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A.; LLOYD, C. D. Principles of Geographical Information Systems. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2015.

CAMPBELL, J. B.; WYNNE, R. H. Introduction to Remote Sensing. 6. ed. New York: Guilford Press, 2019.

JENSEN, J. R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2007.

SOARES, A. Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente. Lisboa: IST Press, 2006. 214 p.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. An Introduction to Applied Geostatistics. New York: Oxford University Press, 1989. 561 p.

GRUS, J. Data Science do Zero: Noções Fundamentais com Python. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021. 416 p.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4. ed. Hoboken: Pearson, 2021.