



Universidade Federal de Viçosa

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PROJETO PEDAGÓGICO DOS CURSOS DE MESTRADO E DOUTORADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

VIÇOSA, MG  
2021

## Sumário

APRESENTAÇÃO .....	6
1. CONTEXTUALIZAÇÃO INSTITUCIONAL E REGIONAL DOS CURSOS.....	7
1.1. Contexto e Histórico .....	7
1.2. A contribuição do PPGEA-UFV para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.....	8
1.3. Demanda .....	10
1.4. Inserção .....	10
1.5. Objetivos.....	11
1.6. Perfil desejado para o Egresso .....	12
2. ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO, LINHAS DE PESQUISA E PROJETOS DE PESQUISA .....	14
2.1. Áreas de Concentração do PPGEA-UFV .....	14
2.2. Linhas de Pesquisa do PPGEA-UFV .....	15
i. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas. ....	16
ii. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência .....	17
iii. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Energia na Agricultura .....	17
iv. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Mecanização Agrícolas .....	17
v. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais .....	18
2.3. Projetos de Pesquisa do PPGEA-UFV.....	20
3. ESTRUTURA CURRICULAR.....	22
3.1. Disciplinas de Formação dos Estudantes de Mestrado e de Doutorado.....	26
3.2. Disciplinas Aplicadas para os Estudantes de Mestrado e de Doutorado .....	27
3.3. Disciplinas de Aprofundamento .....	28
3.4. Disciplinas Gerais.....	28
3.5. Disciplinas ofertadas em língua inglesa.....	28
4. DOCENTES DO PROGRAMA DE PPGEA-UFV .....	29
i. Docentes da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas .	29
ii. Docentes da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência .....	29
iii. Docentes da Área de Concentração em Energia na Agricultura .....	29
iv. Docentes da Área de Concentração em Mecanização Agrícola.....	29
v. Docentes da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais.....	30
5. INFRAESTRUTURA DOS CURSOS.....	31
5.1. Secretaria e áreas de apoio .....	31
5.2. Salas de pós-graduandos .....	31
5.3. Salas de docentes .....	31
5.4. Salas de aulas e salas de reuniões .....	31
5.5. Laboratórios.....	31

5.6. Recursos de Informática .....	35
5.7. Biblioteca .....	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
ANEXO I – RESUMO DOS PROJETOS DE PESQUISA DESENVOLVIDOS NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA DA UFV .....	40
I.1. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas .....	41
I.1.1. Desenvolvimento de sistemas para o processamento, conservação e armazenamento de plantas medicinais e seus derivados .....	41
I.1.2. Ozônio em processos de descontaminação, detoxificação e remoção de agrotóxicos; controle de insetos-praga de grãos e subprodutos armazenado .....	43
I.1.3. Óleos essenciais no controle de insetos-praga de grãos armazenados .....	46
I.1.4. Propriedades e qualidade dos produtos agrícolas .....	49
I.2. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiente .....	51
I.2.1. Ambiente na produção animal e vegetal em condição de clima tropical .....	51
I.2.2. Ambiente e engenharia na produção animal sustentável para as condições climáticas do Brasil ...	53
I.2.3. Sustentabilidade da produção animal e vegetal segundo a ótica da engenharia de sistemas agrícolas e biológicos .....	55
I.3. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Energia na Agricultura .....	57
I.3.1. Análise e desenvolvimento de sistemas produção de energias renováveis .....	57
I.3.2. Biorrefinaria de biomassa vegetal para a produção de energia e alimentos .....	59
I.3.3. Avaliação do uso de fontes renováveis de energia em processos agrícolas .....	61
I.4. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Mecanização Agrícola .....	62
I.4.1. Desenvolvimento de sistemas para agricultura de precisão .....	62
I.4.2. Sistemas inteligentes com base em dados para agricultura digital .....	65
I.4.3. Sensoriamento remoto para agricultura digital .....	67
I.4.4. Desenvolvimento de mecanismos e máquinas para agricultura .....	70
I.4.5. Processamento e análise de imagens aplicados à agricultura .....	72
I.4.6. Desenvolvimento e avaliação de sistemas de mecanizados para a produção agrícola e florestal ....	74
I.4.7. Desempenho de máquinas agrícolas e qualidade das operações mecanizadas .....	76
I.4.8. Tecnologias para aplicação de defensivos agrícolas .....	77
I.4.9. Desenvolvimento de máquinas para a colheita de café em áreas de montanha .....	78
I.4.10. Desenvolvimento e análise de sistemas de aplicação de defensivos .....	80
I.5. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais .....	81
I.5.1. Qualidade ambiental pelo tratamento de resíduos e recuperação de recursos .....	81
I.5.2. Tecnologias verdes para o tratamento de águas e resíduos .....	82
I.5.3. Irrigação de precisão no manejo de culturas agrícolas .....	83
I.5.4. Modelagem temporal e espacial da qualidade e quantidade da água em bacias hidrográficas utilizando sensoriamento remoto orbital e aprendizado de máquina .....	84

I.5.5. Consumo hídrico em cultivos agrícolas utilizando diferentes técnicas de manejo.....	86
I.5.6. Agricultura irrigada: análise técnica, econômica e ambiental .....	88
I.5.7. Avaliação e aprimoramento de ferramentas para melhoria da eficiência de irrigação.....	90
I.5.8. Manejo de irrigação de culturas agrícolas e pastagens .....	91
I.5.9. Modelagem hidrológica de bacias hidrográficas.....	92
I.5.10. Gestão de recursos hídricos e conservação de solo e água utilizando tecnologias computacionais.....	93
I.5.12. Modelagem aplicada à conservação do solo e da água em bacias hidrográficas .....	94
<b>ANEXO II – EMENTA E BIBLIOGRAFIA DAS DISCIPLINAS DE PÓS-GRADUAÇÃO OFERECIDAS PELO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA PARA O PPGEA-UFV .....</b>	<b>95</b>
II.1 Disciplinas de formação.....	96
II.2. Disciplinas Aplicadas para os Estudantes de Mestrado e de Doutorado .....	119
II.3. Disciplinas de Aprofundamento .....	146
II.4. Disciplinas Gerais.....	159
II.5. Disciplinas ofertadas em língua inglesa.....	170
<b>III – CURRÍCULUM VITAE RESUMIDO DOS ORIENTADORES DO PPGEA-UFV.....</b>	<b>175</b>
III.1. Docentes da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas.....	176
Prof. Evandro de Castro Melo .....	176
Prof. Ernandes Rodrigues de Alencar .....	177
Profa. Lêda Rita D’Antonino Faroni.....	178
Prof. Paulo Cesar Correa.....	179
III.2. Docentes da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiente .....	180
Profa. Fernanda Campos de Sousa .....	180
Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco .....	181
Prof. Richard Stephen Gates.....	182
III.3. Docentes da Área de Concentração em Energia na Agricultura .....	183
Prof. Delly Oliveira Filho .....	183
Prof. Marcio Arêdes Martins .....	184
Profa. Natália dos Santos Renato .....	185
III.4. Docentes da Área de Concentração em Mecanização Agrícola .....	186
Prof. Daniel Marçal de Queiroz .....	186
Prof. Domingos Sárvio Magalhães Valente .....	187
Profa. Flora Maria de Melo Villar .....	188
Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto .....	189
Prof. Haroldo Carlos Fernandes.....	190
Prof. Marconi Ribeiro Furtado Junior .....	191
Prof. Mauri Martins Teixeira .....	192
III.5. Docentes da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais.....	193

Prof. Alisson Carraro Borges.....	193
Prof. Andre Pereira Rosa .....	194
Prof. Aristides Ribeiro.....	195
Profa. Catariny Cabral Aleman .....	196
Prof. Demetrius David Silva .....	197
Prof. Everardo Chartuni Mantovani .....	198
Prof. Fernando Falco Pruski.....	199
Prof. Fernando França da Cunha .....	200
Dr. Lineu Neiva Rodrigues .....	201
Prof. Michel Castro Moreira .....	202
Prof. Ricardo Santos Silva Amorim .....	203
Prof. Rubens Alves de Oliveira.....	204

## APRESENTAÇÃO

Este documento tem como objetivo apresentar o projeto pedagógico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA-UFV). Esse projeto pedagógico reflete na realidade os 51 anos de experiência do PPGEA-UFV no ensino de pós-graduação em Engenharia Agrícola. Ao longo desses anos, o PPGEA-UFV vem se desenvolvendo e aprimorando a sua forma de ensinar.

A Comissão Coordenadora do PPGEA-UFV entende que a definição de um projeto pedagógico de um programa de pós-graduação tem várias finalidades. Primeiro, trata-se de um documento formal que mostra como o Programa atua para formar seus mestres e doutores. No projeto são definidos os objetivos da atuação do Programa e o perfil do egresso que é formado. Além disso, são apresentadas as Áreas de Concentração, as Linhas de Pesquisa, os Projetos de Pesquisa, a Estrutura Curricular, o Corpo Docente e a Infraestrutura do Programa.

A segunda finalidade do projeto pedagógico é ele ser uma fonte de informação para os candidatos à pós-graduação no PPGEA-UFV. Os candidatos poderão ter uma ideia mais clara sobre a atuação do programa, o que é contemplado em cada Área de Concentração e conhecer os docentes que atuam nessas Áreas e assim definir se o PPGEA-UFV é o lugar ideal para realizar seus estudos de pós-graduação.

Uma outra aplicação do projeto pedagógico é que ele estará disponível nas páginas dos Programas de Pós-Graduação com acesso irrestrito, podendo ser acessado, inclusive, por Programas de Pós-Graduação que atuam ofertando o mesmo tipo de formação. Como isso, os Programas acessando os projetos pedagógicos de Programas existentes na sua Área poderão promover um aprimoramento da sua atuação, lançando novas disciplinas, trabalhando em novas linhas de pesquisa e/ou modificando o processo de ensino adotado no programa.

E finalmente, o documento pode servir para os egressos do programa documentarem como foi o curso que realizaram no PPGEA-UFV. É frequente na Coordenação do PPGEA-UFV a procura de documentos, por parte de egressos, que comprovem conteúdo de disciplinas cursadas ou outras informações similares.

Essa é uma primeira versão do documento, a ideia é que ele seja atualizado sempre que mudanças significativas ocorrerem no PPGEA-UFV e seja aprimorado com o passar do tempo.

Comissão Coordenadora do PPGEA-UFV

Abril/2021

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO INSTITUCIONAL E REGIONAL DOS CURSOS

### 1.1. Contexto e Histórico

O Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, inicialmente chamado de Departamento de Engenharia Rural, foi criado em 1927. No seu início, o Departamento visava atender ao Curso de Graduação em Agronomia. Com a evolução da Área de Engenharia Agrícola, passou-se a formar o Engenheiro Agrônomo diversificado em Engenharia Agrícola. O estudante cursava quatro anos de Agronomia e o quinto ano era destinado às disciplinas profissionalizantes de Engenharia Agrícola. O curso de graduação em Engenharia Agrícola, sem ser uma diversificação da Agronomia, começou a ser oferecido pela Universidade Federal de Viçosa a partir de 1975.

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola na UFV (PPGEA-UFV) foi criado em 1970, portanto antes de se criar o Curso de Graduação em Engenharia Agrícola. A criação do PPGEA-UFV é fruto do Convênio estabelecido entre a UFV e a *Purdue University*. Nos anos 1960s, vários professores da *Purdue University* vieram trabalhar na UFV, e alguns deles eram da Área de Engenharia Agrícola. A *Purdue University* sempre foi líder no ensino de Engenharia Agrícola tanto em nível de graduação como de pós-graduação. Esse *know-how* da *Purdue University* em Engenharia Agrícola foi fundamental para a criação do PPGEA-UFV. O Chefe do Departamento em Engenharia Agrícola da *Purdue University* no final dos anos 1960s, Prof. Gerard W. Isaacs, esteve na UFV várias vezes para orientar o Departamento de Engenharia Agrícola na criação do PPGEA-UFV. Esse convênio UFV-*Purdue University* fez com que vários professores do Departamento de Engenharia Agrícola fossem realizar seu doutorado no Departamento de Engenharia Agrícola da *Purdue University* e formaram a primeira geração de professores orientadores do PPGEA-UFV.

De 1970 a 1989, o PPGEA-UFV ofereceu apenas o curso de mestrado em Engenharia Agrícola. O PPGEA-UFV desde que foi criado envolveu as cinco Áreas de Concentração da Engenharia Agrícola: a de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas; a de Construções Rurais e Ambiente; a de Energia na Agricultura; a de Mecanização Agrícola e a de Irrigação e Drenagem (hoje denominada de Recursos Hídricos e Ambientais).

Como a demanda por um curso em nível de doutorado em Engenharia Agrícola era grande e como o Departamento de Engenharia Agrícola contava com um número de professores que haviam realizado o doutorado no exterior, o PPGEA-UFV criou o Curso de Doutorado em Engenharia Agrícola, em 1989. Primeiramente apenas para a Área de Concentração de Irrigação e Drenagem, porque era a Área em que se tinha maior número de docentes e era a que apresentava maior demanda para a formação em nível de doutorado. Em 1995, criou-se o doutorado na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas e em 1998 criou-se o doutorado nas outras três Áreas de Concentração: Construções Rurais e Ambiente; Energia na Agricultura; e Mecanização Agrícola.

O oferecimento do doutorado nas cinco diferentes áreas de concentração fez com que o PPGEA-UFV passasse a contribuir mais intensamente com o desenvolvimento da Engenharia Agrícola no Brasil, não só pelo treinamento de pessoal, mas também pela produção científica e tecnológica associada às 450 teses defendidas no Programa no período de 1989 a 2020.

O PPGEA-UFV sempre foi bem avaliado pela CAPES, de 1976 (ano em que a CAPES implantou o sistema de avaliação) até 1998, em que eram atribuídos conceitos aos programas de pós-graduação, o conceito obtido foi A. Com a implementação do sistema de notas a partir de 1998, o

Programa obteve conceito 5 até 2010. No triênio 2010-2012 e no quadriênio 2013-2016, o PPGEA-UFV obteve o conceito 6.

É importante salientar que o conceito 6 é o maior conceito já atribuído a um Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. A não existência de programas de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola com conceito 7 (a maior nota possível no sistema de Avaliação CAPES) se deve ao fato que a Engenharia Agrícola faz parte da Área de Avaliação de Ciências Agrárias I, da qual fazem parte uma série de programas com forte relação com Áreas Básicas. As pesquisas em Áreas Básicas atingem um público muito maior, por isso os artigos são mais citados e as revistas apresentam maior fator de impacto. É inegável a contribuição que a comunidade de Engenharia Agrícola tem dado para o desenvolvimento da agricultura no mundo inteiro, mesmo sendo uma comunidade pequena quando comparada às outras Áreas das Ciências Agrárias. Além disso, as pesquisas em Engenharia Agrícola são mais caras e mais demoradas o que dificulta a produção de conhecimento. Por isso, é praticamente impossível de se competir em termos de produção com as algumas áreas das Ciências Agrárias I.

### 1.2. A contribuição do PPGEA-UFV para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro

O Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa trouxe e vem trazendo importantes contribuições para o agronegócio brasileiro. A criação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola só foi possível por causa da existência de um grupo de professores com formação em nível de pós-graduação e que exerciam uma liderança na Engenharia Agrícola brasileira. A criação do PPGEA-UFV pelo DEA pode ser considerada como uma importante contribuição, não só formando profissionais para atuar nos departamentos de engenharia agrícola que começaram a ser criados em todo território nacional a partir dos anos 1970 como pelo desenvolvimento científico e tecnológico obtido a partir dos trabalhos de dissertações e teses dos estudantes do Programa.

No ano 1975, destaca-se a criação do CENTREINAR, Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem. Por meio de um trabalho desenvolvido pelos professores do PPGEA-UFV, que atuavam na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, junto ao Ministério da Agricultura e a Companhia Nacional de Armazenagem (CIBRAZEM), hoje Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), criou-se esse Centro que tem tido um papel importante não só treinando pessoal, mas também desenvolvendo trabalhos de pesquisa aplicada para o setor de Pós-Colheita. O trabalho desenvolvido pelo Centro foi fundamental para a implantação do sistema de armazenagem a granel nos anos 1970 e 1980.

Além da criação do CENTREINAR, os trabalhos realizados na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas têm resultado no desenvolvimento de novos sistemas de secagem, de novos sistemas de aquecimento de ar, de novos processos voltados para preservação da qualidade dos produtos agrícolas. Muitos trabalhos foram realizados voltados para o desenvolvimento de sistemas para a pós-colheita do café. Merece destaque o pioneirismo dos trabalhos voltados para o uso do ozônio estudando o seu efeito como fungicida e detoxificante de aflatoxinas, na remoção de resíduos de agrotóxicos e como inseticida.

Na área de irrigação, o corpo docente do PPGEA-UFV tem uma contribuição importante. Vale lembrar que em 1970, o Brasil tinha menos de 1 milhão de hectares irrigados e chega-se em 2021 com mais de 8 milhões de hectares irrigados. Os trabalhos dos professores e estudantes do PPGEA-UFV, sem dúvida contribuíram para esse crescimento. Merece destaque o desenvolvimento do



SISDA (Sistema de Suporte à Decisão Agrícola) durante os anos 1990, que permitiu o aprimoramento do manejo dos sistemas de irrigação e serviu de modelo para as principais empresas brasileiras do setor que atuam no Brasil e no exterior. Merece destaque também a criação do GESAI (Grupo de Estudos e Soluções para a Agricultura Irrigada) fundado nos anos 1990 e que vem contribuindo para o desenvolvimento e difusão de tecnologias para agricultura irrigada.

Ainda na área de irrigação vale destacar o desenvolvimento do Irrigâmetro. Esse aparelho, desenvolvido por docentes e estudantes do PPGEA-UFV, é um aparelho utilizado no manejo da irrigação visando otimizar o uso da água na agricultura irrigada, que indica diretamente para o produtor rural, o momento adequado de irrigar, a quantidade de água necessária à cultura e o tempo de irrigação, sem a necessidade de fazer cálculos. A otimização do uso de recursos hídricos é importante para a sociedade como um todo, tanto do ponto de vista ambiental, economizando água e energia e evitando degradação do meio ambiente, quanto do ponto de vista de geração de renda para o produtor rural, reduzindo custos e aumentando a produtividade das culturas e a disponibilidade de alimentos de melhor qualidade. O Irrigâmetro é um aparelho simples, de fácil utilização e de custo relativamente baixo. Outra vantagem é que, no caso de ocorrência de chuva, a lâmina precipitada é medida e computada facilmente pelo operador do aparelho, sabendo-se em seguida se ela foi suficiente ou não para suprir o déficit hídrico até então existente no solo, também sem necessidade de cálculos.

Na área de Recursos Hídricos merece destaque o trabalho relacionado ao desenvolvimento de nova proposta para os planos de bacia hidrográfica e a criação do Centro de Referência em Recursos Hídricos realizada graças ao esforço do grupo de professores que atuam na Área de Concentração em Recursos Hídricos. Esse Centro fundado 2006, integra profissionais do PPGEA e de outros programas de pós-graduação e departamentos da UFV na busca de soluções para a área de Planejamento e Gestão de Recursos. O Centro conta com um prédio próprio alojando laboratórios, salas de aulas e salas para estudantes de pós-graduação.

A Área de Concentração em Mecanização Agrícola evoluiu muito nesses 50 anos de PPGEA-UFV. Nos anos 1970 e 1980 ficou restrita à apenas um e às vezes dois orientadores. A partir do final dos anos 1980, com o treinamento dos docentes em universidades brasileiras, europeias e americanas, essa Área de Concentração ganhou força no PPGEA-UFV. Merece destaque os trabalhos desenvolvidos em agricultura de precisão, de processamento digital de imagens, de tecnologia de aplicação de defensivos, de plantio direto, e de projeto de máquinas agrícolas. Na área de agricultura de precisão, o PPGEA-UFV foi um dos programas pioneiros no oferecimento de disciplinas e no desenvolvimento de pesquisas.

Na área de Construções Rurais e Ambiência merece destaque a criação do AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais) em 2001. O AMBIAGRO vem tendo um papel importante no relacionamento dos professores da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência com o setor produtivo. Por meio do AMBIAGRO, muitos dos trabalhos de dissertação e de teses dos estudantes de pós-graduação têm sido desenvolvidos visando resolver problemas enfrentados pelo setor produtivo, principalmente na avicultura. Outro ponto que merece destaque em relação à atuação do AMBIAGRO foi o estabelecimento de parcerias com Universidades Americanas, Europeias e Latino-Americanas.

Na área de Energia na Agricultura merece destaque os trabalhos que culminaram com a implantação do Laboratório de Biocombustíveis no início dos anos 2010 graças ao trabalho dos orientadores dessa Área realizados em parceria com a Petrobrás. Nesse laboratório têm sido

desenvolvidos importantes pesquisas com a produção de microalgas para produção de biocombustíveis. Técnicas de extração e de refino visando a produção de combustíveis a partir da biomassa têm sido desenvolvidas. Para isso, o Laboratório encontra-se equipado com equipamentos de ponta e sistemas pilotos para a análise e produção de biocombustíveis.

### 1.3. Demanda

Como a Engenharia Agrícola é a aplicação das técnicas de engenharia para solução de problemas na agricultura, o PPGEA-UFV atende a uma variada gama de profissionais formados principalmente nas Áreas de Ciências Agrárias e de Ciências Exatas. Por consequência, os profissionais que procuram o Programa para treinamento não são formados apenas em Engenharia Agrícola, mas o PPGEA-UFV atende também profissionais formados em Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Alimentos, Zootecnia, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, entre outras áreas.

Como os cursos das Áreas de Ciências Agrárias e Ciências Exatas, cujos egressos procuram o PPGEA-UFV para realizar a pós-graduação, são numerosos no Brasil, a demanda pelos cursos de mestrado e de doutorado em Engenharia Agrícola é elevada. Num recente levantamento realizado verificou-se que apenas 50 % dos egressos do PPGEA-UFV realizaram a graduação em Engenharia Agrícola ou Engenharia Agrícola e Ambiental. Essa diversidade de formação dos estudantes que buscam o PPGEA-UFV tem sido benéfica, uma vez que a grande maioria dos problemas na agricultura envolve temas multidisciplinares. Além disso, a integração de estudantes de diferentes cursos de graduação é salutar para o aprimoramento da formação acadêmica/profissional que ocorre na pós-graduação.

Além disso, desde a sua criação, o PPGEA-UFV tem sido fundamental para o treinamento e capacitação de pesquisadores, professores e profissionais que se têm graduado nas diferentes regiões brasileiras, sendo a região Sudeste a que tem o maior número de estudantes no Programa. Além de atender a estudantes brasileiros das diferentes regiões do Brasil, o PPGEA-UFV tem atendido estudantes de outros países tanto da América Latina quanto da África. Desde o segundo semestre de 2020, o PPGEA-UFV vem oferecendo o curso de mestrado para estudante do Programa FARA (*Forum for Agriculture Research in Africa*). Por esse Programa, nove estudantes da Nigéria foram selecionados. Para atender a esses estudantes, disciplinas ministradas em inglês estão sendo oferecidas. A tendência é que o número de estudantes estrangeiros cresça num futuro próximo, com essa oferta de disciplinas em idioma inglês.

### 1.4. Inserção

O PPGEA-UFV está inserido na região da Zona da Mata Mineira, que abrange uma área de 35,7 mil quilômetros quadrados e uma população de mais de dois milhões de habitantes. Na produção agropecuária, merece destaque a produção de café, que responde por mais de 80% do valor total da produção agrícola da região. Além disso, a região se destaca pela produção de leite e pela criação de bovinos, suínos e aves. Um outro ponto importante é que a agropecuária da Zona da Mata Mineira é praticada em grande parte por pequenos produtores. Dessa forma, boa parte dos trabalhos de pesquisa de mestrado e de doutorado do PPGEA-UFV é voltada para a solução de problemas associados à realidade da agropecuária e da agroindústria locais.

Além do foco na questão do desenvolvimento de pesquisas para sanar problemas locais, os trabalhos de pesquisa do PPGEA-UFV são feitos visando à solução de problemas de outras regiões produtoras e da indústria. Nos trabalhos de pesquisa, tem-se procurado atuar em áreas estratégicas como agricultura de precisão, agricultura digital, irrigação de precisão, mudanças climáticas, uso de veículos aéreos não tripulados na agricultura, desenvolvimento de novos sensores, automação agrícola, machine learning, redução de impacto ambiental, utilização de ozônio na conservação de produtos agrícolas, dentre outras. Como o PPGEA-UFV trabalha com essas áreas estratégicas, o Programa tem conseguido despertar o interesse do setor agronegócio brasileiro para a realização de pesquisas que venham resolver problemas específicos deste setor.

A publicação dos resultados das pesquisas realizadas no desenvolvimento dos trabalhos de tese e de dissertação é vista pelo corpo docente do Programa como uma fase importante do treinamento do estudante. Se o trabalho de pesquisa é de boa qualidade, os seus resultados podem ser publicados em periódicos mais bem ranqueados. Periódicos melhor ranqueados são mais exigentes, com isso, o processo de publicação também contribui para a formação do estudante. Cabe ressaltar que os estudantes e docentes do PPGEA-UFV têm conseguido publicar os resultados das pesquisas realizadas em revistas de alto fator de impacto. Isso tem contribuído para a colocação no mercado de trabalho de egressos com uma formação técnico e científica sólida, facilitando assim, a absorção desses egressos pelo mercado.

O PPGEA-UFV entende que além de formar pessoal para atender o ensino e a pesquisa, é necessário formar profissionais que possam realizar desenvolvimento tecnológico junto às empresas do setor produtivo. Por isso, esforços têm sido feitos no sentido de aumentar a produção tecnológica do Programa. Essa iniciativa tem feito com que trabalhos de tese e dissertações também tenham resultado em registro de patentes e de softwares junto ao INPI.

### 1.5. Objetivos

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola sempre esteve preocupado com a qualidade de ensino e com a formação de recursos humanos de alto nível. O PPGEA-UFV entende que: a agricultura brasileira só atingiu o atual estágio de desenvolvimento graças à atuação de profissionais altamente qualificados; e os desafios para manter a competitividade do agronegócio brasileiro frente aos mercados mundiais são enormes e só serão vencidos se os programas de pós-graduação em Ciências Agrárias brasileiros colocarem, no mercado, profissionais qualificados a responderem adequadamente a todos esses desafios. Assim, o PPGEA-UFV tem como Missão: “Capacitar profissionais para serem referências no ensino, na pesquisa, e no desenvolvimento tecnológico e inovação em Engenharia Agrícola”.

Dessa forma, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em níveis de Mestrado e Doutorado, tem por objetivo geral capacitar profissionais para o exercício das atividades de ensino, pesquisa, desenvolvimento científico tecnológico e inovação nas Áreas de: (i) Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, (ii) Construções Rurais e Ambiente, (iii) Energia na Agricultura, (iv) Mecanização Agrícola e (v) Recursos Hídricos e Ambientais. Para que o objetivo geral seja alcançado, o Programa estabelece os seguintes objetivos específicos:

- a) Oferecer aos estudantes uma matriz curricular ampla, incluindo disciplinas ministradas em inglês, permitindo-lhes se qualificar nas diferentes áreas de concentração da Engenharia Agrícola;

- b) Treinar os estudantes a elaborar e executar projetos de pesquisas voltados para a solução de problemas enfrentados pela agropecuária e agronegócio brasileiro, buscando trabalhar com temas de elevada relevância e soluções inovadoras;
- c) Estimular e treinar os estudantes a apresentar os resultados de suas pesquisas em eventos técnico-científicos nacionais e internacionais;
- d) Fortalecer a integração dos estudantes de pós-graduação das diferentes áreas de concentração por meio de seminários para lhes proporcionar uma formação mais ampla;
- e) Treinar os estudantes de pós-graduação para desempenhar atividades de ensino para que, quando formados, tenham melhores condições de ensinar;
- f) Desenvolver nos estudantes, principalmente naqueles de doutorado, a capacidade de liderar equipes de pesquisa e de ensino;
- g) Motivar e orientar os estudantes na preparação e submissão de artigos científicos para divulgação das pesquisas realizadas tanto em nível nacional como internacional;
- h) Promover um ambiente interdisciplinar, no qual os problemas de Engenharia Agrícola sejam abordados com uma visão sistêmica e não somente com o método científico;
- i) Oferecer oportunidades em nível de pós-doutorado para egressos e professores de outras instituições nacionais e internacionais; e
- j) Promover uma maior internacionalização do Programa por meio de ações como mobilidade acadêmica e intercâmbio de estudantes (doutorado sanduíche), de professores da pós-graduação (pós-doutorado), publicação de artigos em periódicos no exterior, treinamento de estudantes da América Latina e África.

#### 1.6. Perfil desejado para o Egresso

Considerando que a missão do PPGEA-UFV que é de “Capacitar profissionais para serem referências no ensino, na pesquisa, e no desenvolvimento tecnológico e inovação de Engenharia Agrícola“. O corpo docente do Programa entende que para formar profissionais para serem referência é importante dar a esses profissionais uma formação sólida na Área de Concentração escolhida pelo estudante. Caso contrário, o profissional formado não conseguirá desempenhar bem suas funções ou acabará por ir atuar em áreas diferentes daquelas para as quais foi treinado no PPGEA-UFV. Portanto, assim se define um ponto crucial do perfil do egresso: O egresso do PPGEA-UFV tem uma formação sólida na Área de Concentração em que fez o mestrado e/ou o doutorado.

Uma característica importante que se busca para o egresso do Programa é que ele esteja preparado para resolver os problemas da atualidade. Não se quer um egresso formado com uma concepção dos anos 1970s para atuar nos anos 2020s. Para isso, um cuidado especial vem sendo dado no sentido de oferecer disciplinas que envolvam temas da atualidade, como agricultura digital, agricultura e irrigação de precisão, inteligência artificial, técnicas de ciência dos dados, desenvolvimento de sensores, sensoriamento remoto por VANTs, sistemas de informações geográficas, dentre outras. Além disso, tem-se buscado o desenvolvimento de trabalhos de dissertação e de teses com temas da atualidade.

Outra questão básica no perfil do egresso diz respeito ao porquê da formação de pessoal em nível de pós-graduação. Considerando que a pós-graduação existe principalmente para formar pessoal para o ensino, para a pesquisa e para o desenvolvimento tecnológico e inovação. Busca-se no PPGEA-UFV formar profissionais que possam atuar nessas três vertentes.

Para atuar em ensino, primeiro é importante ter uma boa formação básica na área e segundo é importante desenvolver habilidades para o ensino, por isso, o estudante do PPGEA-UFV, durante a sua permanência no Programa, é exposto a uma série de atividades para que se possa desenvolver essas habilidades associadas ao ensino.

Para que o egresso possa se sobressair como pesquisador, além de ter uma boa base teórica, é preciso saber formular bons projetos de pesquisa, saber executá-los e saber reportar os resultados na forma de bons artigos científicos. O PPGEA-UFV tem buscado orientar os seus estudantes a como realizar bem todas as fases envolvidas em uma pesquisa.

Por último, porém não menos importante, a questão da atuação no desenvolvimento tecnológico e inovação, mais uma vez é importante ter uma boa formação básica na área e ter boa capacidade criativa. Além disso, é importante que o estudante tenha contato com todos os aspectos associados à questão de propriedade intelectual. Embora o PPGEA-UFV venha obtendo sucesso na área de desenvolvimento tecnológico com registros de várias patentes e registros de softwares realizados a partir dos trabalhos de dissertação de mestrado e teses de doutorado, essa é uma questão que merecerá uma atenção especial por parte do PPGEA-UFV nos próximos anos, com a realização de uma série de atividades conforme consta no planejamento estratégico do Programa.

Outra característica do perfil do egresso do PPGEA-UFV é que ele seja um profissional capaz de atuar nas diferentes regiões do Brasil, revolvendo os problemas que afligem do pequeno ao grande produtor. Apesar dos conteúdos sólidos em sua Área de Concentração, estar inserido em um ambiente multidisciplinar, característico do PPGEA-UFV, desenvolve no egresso a habilidade de trabalhar em equipe e do pensamento sistêmico. Além disso, busca-se formar profissionais que possam atuar internacionalmente, para isso, a realização de estágios no exterior, como o doutorado sanduíche tem sido incentivado.

Resumindo, o PPGEA-UFV busca formar um profissional em Engenharia Agrícola com o seguinte perfil: a) sólida formação na área de concentração escolhida; b) preparado para resolver os problemas atuais que envolvem o agronegócio; c) preparado para atuar no ensino, na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico; d) preparado para atuar nas diferentes regiões brasileiras e para resolver problemas de pequenos, médios e grandes produtores; e) preparado para trabalhar em equipe e de forma sistêmica; e f) preparado para atuar internacionalmente.

## 2. ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO, LINHAS DE PESQUISA E PROJETOS DE PESQUISA

### 2.1. Áreas de Concentração do PPGEA-UFV

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola está dividido em cinco áreas de concentração: (i) Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, (ii) Construções Rurais e Ambiente, (iii) Energia na Agricultura, (iv) Mecanização Agrícola e (v) Recursos Hídricos e Ambientais.

#### *i. A Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas*

Na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas busca-se capacitar profissionais para atuarem na Pós-Colheita de Produtos Agrícolas, envolvendo as operações básicas desenvolvidas nas unidades armazenadoras e processadoras de grãos, nos sistemas de conservação de frutas e hortaliças e no processamento e conservação de plantas medicinais e aromáticas. A questão da preservação da qualidade dos produtos agrícolas, bem como o desenvolvimento de técnicas mais eficazes para essa preservação, é estudada. Um exemplo disso, é a utilização de ozônio para o tratamento, a conservação e a detoxificação de produtos agrícolas. Como todos os processos da Pós-Colheita dependem das propriedades físicas, químicas e biológicas dos produtos, a determinação dessas propriedades e o desenvolvimento de métodos para essa determinação é tema que vem merecendo muito estudo nessa Área de Concentração.

#### *ii. A Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiente*

Na Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiente busca-se capacitar profissionais para atuarem em sistemas de produção animal e vegetal. Considerando que um ambiente confortável reduz o estresse sobre animais e vegetais, resultando em ganhos qualitativos e quantitativos, um dos focos dessa área de concentração é estudar o ambiente no qual animais e vegetais se desenvolvem. Para isso, os estudos realizados nessa área visam avaliar e desenvolver métodos e materiais construtivos, buscando construções que produzam um ambiente favorável e que permitam um manejo eficiente.

Outro tema estudado nessa área refere-se ao monitoramento das emissões de poluentes e o desenvolvimento de sistemas que reduzam essas emissões. Pesquisas associadas à análise do ciclo de vida vêm sendo utilizadas para se verificar o quão sustentável são os sistemas de produção.

Por fim, um outro foco das pesquisas está relacionado à agricultura digital na produção animal, o que está sendo chamado de zootecnia digital. As pesquisas nessa área envolvem o desenvolvimento de sistemas de sensoriamento para animais e para o ambiente e de sistemas de monitoramento da produção. Assim, é possível desenvolver sistemas de rastreabilidade com base por exemplo na tecnologia de *Blockchain*.

### *iii. A Área de Concentração em Energia na Agricultura*

Na Área de Concentração em Energia na Agricultura busca-se capacitar profissionais a atuarem na racionalização do uso da energia na agricultura e no desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Os trabalhos vêm sendo concentrados na produção de biocombustíveis a partir de microalgas e de macaúba. Além disso, estuda-se também sistemas com base em energia solar e energia eólica para geração de energia para agricultura. Técnicas de modelagem com base em CFD (*Computational Fluid Dynamics*) são utilizadas para estudar o desempenho dos sistemas de produção de biocombustíveis e de geração de energia.

### *iv. A Área de Concentração em Mecanização Agrícola*

Na Área de Concentração em Mecanização Agrícola busca-se capacitar profissionais para atuarem na análise e no desenvolvimento de sistemas de produção agrícola mecanizados. A mecanização permite aumentar a produtividade da mão-de-obra nas operações de campo, reduzir o esforço necessário para a implantação e o manejo das culturas e melhorar a qualidade das operações de campo. A mecanização agrícola teve e vem tendo um papel importante para garantir a produção de alimentos em quantidades suficientes para atender uma crescente população mundial. O desenvolvimento de modernas e inovadoras técnicas de produção como a agricultura de precisão, a agricultura digital e a robotização da agricultura vem sendo intensamente estudado, visando otimizar o uso de insumos e produzir cada vez mais com uma menor disponibilidade de mão-de-obra no campo. As técnicas de sensoriamento remoto por VANTs e a modelagem com base em inteligência artificial/*machine learning* vêm sendo desenvolvidas para diagnosticar e/ou prescrever insumo para serem aplicados por máquinas de aplicação à taxa variada.

### *v. A Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais*

Na Área Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais busca-se capacitar profissionais para atuarem em três frentes: a primeira diz respeito ao desenvolvimento e ao manejo de sistemas de irrigação para os diferentes tipos de culturas; a segunda é voltada para o planejamento e gestão de recursos hídricos; e a terceira é voltada para o tratamento e utilização de resíduos e águas residuárias no meio rural. Técnicas de análises estatísticas multivariadas, sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica e inteligência artificial vêm sendo utilizadas para obtenção e análise de dados visando resolver os problemas dessa Área de Concentração.

## **2.2. Linhas de Pesquisa do PPGEA-UFV**

O PPGEA-UFV tem ao todo 12 linhas de pesquisa, sendo duas na Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas; uma na Área de Construções Rurais e Ambientais, uma na Área de Energia na Agricultura; quatro na Área de Mecanização Agrícola e quatro na Área de Recursos Hídricos e Ambientais.

## i. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas.

A Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas conta com duas linhas de pesquisa: a) Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas e b) Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas.

Na Linha de Pesquisa Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas são realizadas pesquisas que visam determinar as propriedades físicas dos diferentes produtos agrícola e como essas propriedades são afetadas pelos processos a que os produtos são submetidos. Essas determinações são importantes porque o comportamento dos produtos em todas as etapas da pós-colheita é afetado pelas suas propriedades físicas. Além disso, essas propriedades físicas são parâmetros importantes utilizados para a modelagem matemática e a simulação dos processos que é uma das formas mais eficientes para se estudar as diferentes operações unitárias usadas no armazenamento e processamento dos produtos agrícolas. As mais diferentes técnicas são utilizadas nessas determinações, desde estudos de equilíbrio higroscópico, passando por obtenção de curvas de secagem em camada delgada, testes de compressão e de tração para determinação de propriedades mecânicas, até o uso de técnicas de visão artificial. Dependendo da finalidade e do tipo de produto são definidas as propriedades que necessitam serem caracterizadas para se definir as técnicas de armazenamento e processamento mais adequadas. Um outro foco dessa linha de pesquisa é o estudo das propriedades físicas associadas à avaliação da qualidade dos produtos agrícolas. O mercado consumidor vem exigindo cada vez mais produtos agrícolas de melhor qualidade por isso, trabalhos que levem à disponibilização de produto de melhor qualidade vêm cada vez mais sendo demandados. Ainda nessa linha de pesquisa são realizados trabalhos voltados para o monitoramento e a preservação da qualidade dos produtos agrícolas. Técnicas envolvendo o uso de princípios ativos extraídos de produtos vegetais vêm sendo estudadas para a melhor preservação dos produtos agrícolas sem promover contaminação do produto por defensivos químicos. Uma outra área que vem sendo muito estudada nessa linha de pesquisa é o uso do ozônio. O ozônio é eficaz no controle de pragas e de fungos, e para detoxificar e remover agrotóxicos produtos agrícolas. Entretanto, é preciso desenvolver os métodos mais adequados de emprego do ozônio para cada produto agrícola.

Na Linha de Pesquisa em Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas são realizadas pesquisas que visam o desenvolvimento de novas técnicas de secagem e armazenamento de produtos agrícolas. Um dos focos dos trabalhos de pesquisa é a questão da qualidade, uma vez que as operações de secagem e armazenagem determinam a qualidade do produto final. Outro foco é a questão do uso de energia, as unidades de armazenamento e processamento de produtos agrícolas demandam grande quantidade de energia. Um exemplo disso é o processo de secagem: a secagem de determinados produtos chega a consumir mais de 50% de toda a energia usada na produção. Por isso, é importante se buscar sistemas que apresentem melhor eficiência energética. Nessa linha também é importante estudar a capacidade operacional dos sistemas, como no Brasil muitas regiões produzem duas safras anuais, o processo de colheita da primeira safra tem que ser feito de forma rápida o que sobrecarrega as unidades de armazenamento e processamento de produtos agrícolas. Assim, é necessário se desenvolver equipamentos com elevada capacidade operacional para atender a essa demanda. Por fim, uma demanda que o setor de pós-colheita apresenta é a de automação das operações unitárias que são utilizadas. A partir da automação é possível ajustar as condições de funcionamento das máquinas utilizadas e com isso garantir uma melhor qualidade para o produto, um uso mais eficiente da energia e uma maior capacidade operacional das máquinas. No processo de automação são utilizados uma série de sensores, que geram dados que podem ser utilizados nos sistemas de agricultura digital, permitindo que as operações e processos



possam ser monitorados auxiliando a tomada de decisão e os processos de rastreabilidade dos produtos agrícolas.

## ii. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência

A Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência conta com uma linha de pesquisa, a de Ambiência, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal. Nessa linha vêm sendo conduzidos projetos de pesquisa sobre ambiência em edificações rurais, incluindo o estudo do ambiente térmico, as características das instalações e sanidade animal e local, além do estudo dos procedimentos construtivos necessários para que os espaços habitados apresentem as condições térmicas exigidas para o máximo desempenho produtivo. Um exemplo desse tipo de trabalho é o estudo de sistemas de produção *Compost Barn* que visam garantir um ambiente de melhor qualidade para os animais resultando em ganhos de produtividade. A análise de ciclo de vida vem sendo utilizada, por exemplo, para se verificar a sustentabilidade da cadeia de produção de ovos. Na área de zootecnia digital, trabalhos vêm sendo realizados visando desenvolver um sistema de *Blockchain* para rastrear a cadeia de produção de leite.

## iii. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Energia na Agricultura

A Área de Concentração em Energia na Agricultura conta com uma linha de pesquisa que é a de Racionalização do Uso de Energia em Processos Agrícolas e Fontes Renováveis de Energia. Merecem destaque as pesquisas que estão sendo desenvolvidas visando à produção de biocombustíveis a partir de microalgas. Os projetos de pesquisas que são desenvolvidos nessa linha têm recebido o apoio da Petrobrás. Tem-se buscado o desenvolvimento de sistemas de produção de microalgas que resultem em maior produtividade de matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Para se desenvolver esses sistemas, técnicas de modelagem com base em CFD têm sido utilizadas para se garantir uma melhor condição para a produção das microalgas. Também, trabalhos têm sido realizados visando o desenvolvimento de métodos de extração de óleo e produção de biocombustível, como o biodiesel. Os resultados dessas pesquisas têm resultado em patentes depositadas junto ao INPI. Uma outra forma de biocombustível que sendo estudado nessa linha de pesquisa é a produção de biogás, seja a partir de resíduos e águas residuárias seja a partir de culturas implantadas especificamente para produção do biogás. Um outro foco das pesquisas realizadas nessa linha tem sido a produção de energia solar a partir de células fotovoltaicas. Novos sistemas de geração de energia vêm sendo investigados. O foco é se conseguir sistemas que apresentem boa eficiência e que tenham custo acessível.

## iv. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Mecanização Agrícolas

A Área de Concentração em Mecanização Agrícola conta com quatro linhas de pesquisa: a) Engenharia de Aplicação de Defensivos Agrícolas; b) Agricultura de Precisão; c) Modelagem, Simulação e Projeto de Máquinas Agrícolas e d) Máquinas Agrícolas.

Na linha de pesquisa em Engenharia de Aplicação de Defensivos Agrícolas são estudados os sistemas utilizados para aplicação de produtos visando o controle de pragas e doenças das culturas.

A aplicação de defensivos é uma importante operação da Mecanização Agrícola. Embora muito questionada devido aos impactos ambientais que provoca, a aplicação de defensivos agrícolas tem tido um papel importante na produção agrícola brasileira. Nessa linha são desenvolvidos projetos visando a aplicação racional de defensivos agrícolas, incluindo desenvolvimento técnicas de aplicação, dimensionamento de componentes e análise dos sistemas de aplicação visando reduzir a contaminação ambiental. Sistemas de aplicação à taxa variada e sistemas de aplicação com base na utilização de veículos aéreos não-tripulados têm sido estudados.

Na linha de pesquisa em Agricultura de Precisão são desenvolvidos sistemas para o manejo e/ou monitoramento das culturas considerando a variabilidade espacial e temporal dos sistemas de produção agrícola. Envolve o desenvolvimento de sensores, de máquinas para aplicação à taxa variada e de sistemas de apoio à decisão. Sensores para o monitoramento de diferentes atributos do solo têm sido desenvolvidos. Sensores para o monitoramento do desenvolvimento das culturas com base em propriedades espectrais também têm sido desenvolvidos. Técnicas de sensoriamento remoto e sensores proximais são desenvolvidas para caracterizar as variabilidades espaciais e temporais das culturas. Como exemplos podem ser citados os trabalhos desenvolvidos na área de uso de veículos aéreos não-tripulados para imageamento de áreas cultivadas. Sensores de posicionamento com base em GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélites) são aplicados para a navegação/orientação de máquinas no campo e para o georreferenciamento de dados coletados. Sistemas para análise da variabilidade espacial e/ou para a delimitação de zonas de manejo foram criados em projetos conduzidos dentro dessa linha de pesquisa.

Na linha de pesquisa em Modelagem, Simulação e Projeto de Máquinas Agrícolas são utilizadas modernas técnicas computacionais visando o projeto e a análise das máquinas utilizadas no meio agrícola. Para aumentar a capacidade operacional, tornando assim possível a redução de custo e de uso de mão-de-obra, as máquinas agrícolas estão se tornando cada vez mais complexas. Só para citar um exemplo, nas décadas de 1970 e de 1980, a velocidade das semeadoras girava em torno de 6 km/h, enquanto hoje já se fala em semeadoras trabalhando em velocidade de 28 km/h. As máquinas de aplicação de defensivos autopropelidas também trabalham hoje em velocidades nunca imaginadas. Tudo isso, só tem sido possível graças a um trabalho intenso de modelagem do comportamento dinâmico das máquinas e ao desenvolvimento dos sistemas de piloto automático que controlam o deslocamento das máquinas. A robotização das operações mecanizadas está trazendo uma nova demanda em projeto de máquinas, que é o desenvolvimento de máquinas de elevada eficiência e que empregam sistemas sofisticados para o seu controle.

A linha de pesquisa em Máquinas Agrícolas busca desenvolver sistemas mecanizados de maior eficiência para a exploração das culturas. São realizados estudos relacionados com a avaliação do desempenho dos conjuntos mecanizados. Um outro aspecto estudado nessa linha de pesquisa diz respeito ao estudo dos fatores humanos e de segurança relacionados à operação das máquinas e implementos agrícolas.

#### v. Linhas de Pesquisa na Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais

A Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais conta com quatro linhas de pesquisa: a) Conservação do Solo e da Água; b) Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada; c) Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos e d) Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos.

Na Linha de Pesquisa em Conservação do Solo e da Água busca-se modelar os processos físicos associados à erosão hídrica; desenvolver e/ou atualizar metodologias capazes de identificar, locar e dimensionar técnicas mais adequadas para a conservação do solo e da água; e caracterizar a variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo e a variabilidade espaço-temporal do uso e cobertura do solo. Os resultados das pesquisas desenvolvidas nessa linha são úteis para: a) identificar e minimizar a ocorrência do processo erosivo em nível de bacia hidrográfica; b) auxiliar na identificação e no dimensionamento de técnicas mais adequadas para a conservação do solo e da água em nível de bacia hidrográfica; c) obter informações de solo, as quais são fundamentais para ampliar a aplicação de modelos hidrológicos e hidrossedimentológicos em bacias hidrográficas com escassez de dados; d) avaliar o impacto das diferentes formas de uso, manejo e ocupação do solo relativo à ocorrência da erosão hídrica e às características quali-quantitativa das águas superficiais; e e) auxiliar a gestão de recursos hídricos e o planejamento de uso e manejo conservacionista do solo e da água em nível de bacia hidrográfica. Para o desenvolvimento das pesquisas dessa linha são utilizadas técnicas avançadas de sensoriamento remoto, processamento de imagens, sistemas de informações geográficas, inteligência artificial (Machine Learning, k-Nearest Neighbors, Random Forest, redes neurais e Regressão Linear Múltipla) e análise multicritérios. A associação dessas técnicas possibilita incluir as variabilidades espacial e temporal das características e dos processos que regem a erosão hídrica do solo nas análises e decisões quanto ao uso e manejo conservacionista do solo em nível de bacia hidrográfica.

Na Linha de Pesquisa em Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada busca-se desenvolver pesquisas que visem aumentar a eficiência do uso da água e demais insumos pelas culturas irrigadas. As pesquisas desenvolvidas estão fundamentadas na premissa de que é possível utilizar os recursos hídricos na agricultura com racionalidade de tal forma a minimizar o desperdício. Para isso, os trabalhos conduzidos envolvem os diferentes métodos e sistemas de irrigação e suas eficiências, análises das diferentes formas de manejo de culturas irrigadas, o estudo das relações água-solo-planta-atmosfera e a otimização dos recursos hídricos perante a crise hídrica. Dependendo do problema a ser resolvido, sensores e sistemas de monitoramento são desenvolvidos e técnicas de modelagem com base em inteligência artificial são utilizadas.

Na Linha de Pesquisa em Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos busca-se desenvolver metodologias, tecnologias e obter subsídios para o planejamento e manejo integrados dos recursos hídricos no âmbito de bacias hidrográficas. Com essas informações, pretende-se: a) otimizar o dimensionamento e manejo de projetos hidroagrícolas, reduzindo o seu custo de implantação e manutenção; b) minimizar os prejuízos decorrentes da exploração agropecuária sobre os recursos naturais, principalmente no que diz respeito à utilização dos solos agrícolas conforme a sua aptidão; c) otimizar o aproveitamento da água, não só para a agricultura, mas também para diversas outras atividades em que esse recurso é fundamental; e d) desenvolver sistemas integrados para o planejamento e a gestão integrada dos recursos hídricos em acordo com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Recursos Hídricos. Busca-se, também, além de desenvolver metodologias e tecnologias aplicáveis à gestão de recurso hídricos e conservação de recursos naturais, a sua fácil disponibilização aos profissionais que atuam na área. Os trabalhos de pesquisa nessa Linha envolvem o uso técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para fins de análises hidrológicas em bacias hidrográficas nos diferentes biomas brasileiros. Além disso, técnicas de inteligência artificial são utilizadas para fins de modelagem hidrológica com o objetivo de suprir a carência de informações pluviométricas e fluviométricas nas distintas bacias hidrográficas brasileiras, visando a regionalização de vazões máximas para fins de mapeamento de áreas inundáveis e dimensionamento de obras hidráulicas, mínimas de referência para fins de outorga de uso de água e médias de longa duração para fins de estudos de regularização de vazões em bacias hidrográficas.

Na Linha de Pesquisa em Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos são desenvolvidos trabalhos com o objetivo de estudar o manejo, o tratamento e o dimensionamento de estruturas e equipamentos adequados à captação, produção e distribuição de resíduos orgânicos. Para isso são utilizadas diferentes técnicas para análise de resíduos e técnicas computacionais para a modelagem do sistema.

### 2.3. Projetos de Pesquisa do PPGEA-UFV

Como apresentado, o PPGEA-UFV têm cinco Áreas de Concentração e 12 Linhas de Pesquisa. Vinculado a cada Linha de Pesquisa estão os Projetos de Pesquisa que estão em execução, ao todo tem-se 31 projetos em execução. Esses projetos estão apresentados na Tabela 1. No anexo I é apresentada uma descrição resumida de cada projeto do PPGEA-UFV.

Tabela 1 – Projetos de Pesquisa do PPGEA-UFV

Linhas de Pesquisa	Projetos de Pesquisa
Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas	a) Desenvolvimento de sistemas para o processamento, conservação e armazenamento de plantas medicinais e seus derivados.
Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas	a) Ozônio em processos de descontaminação, detoxificação e remoção de agrotóxicos; controle de insetos-praga de grãos e subprodutos armazenado; b) Óleos essenciais no controle de insetos-praga de grãos armazenados; c) Propriedades e qualidade dos produtos agrícolas.
Ambiência, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal	a) Ambiência na produção animal e vegetal em condição de clima tropical; b) Ambiência e engenharia na produção animal sustentável para as condições climáticas do Brasil; c) Sustentabilidade da produção animal e vegetal segundo a ótica da engenharia de sistemas agrícolas e biológicos.
Racionalização do Uso de Energia em Processos Agrícolas e Fontes Renováveis de Energia	a) Análise e desenvolvimento de sistemas produção de energias renováveis; b) Biorrefinaria de biomassa vegetal para a produção de energia e alimentos; c) Avaliação do uso de fontes renováveis de energia em processos agrícolas.
Modelagem, Simulação e Projeto de Máquinas Agrícolas	a) Desenvolvimento de sistemas para agricultura de precisão; b) Desenvolvimento de mecanismos e máquinas para agricultura.
Agricultura de Precisão	a) Sistemas inteligentes com base em dados para agricultura digital; b) Sensoriamento remoto para agricultura digital; c) Processamento e análise de imagens aplicados à agricultura.

Tabela 1 – Projetos de Pesquisa do PPGEA-UFV, continuação

Linhas de Pesquisa	Projetos de Pesquisa
Máquinas Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Desenvolvimento e avaliação de sistemas de mecanizados para a produção agrícola e florestal;</li> <li>b) Desempenho de máquinas agrícolas e qualidade das operações mecanizadas;</li> <li>c) Desenvolvimento de máquinas para a colheita de café em áreas de montanha.</li> </ul>
Engenharia e Aplicação de Defensivos Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tecnologias para aplicação de defensivos agrícolas;</li> <li>b) Desenvolvimento e análise de sistemas de aplicação de defensivos.</li> </ul>
Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Qualidade ambiental pelo tratamento de resíduos e recuperação de recursos;</li> <li>b) Tecnologias verdes para o tratamento de águas e resíduos.</li> </ul>
Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Irrigação de precisão no manejo de culturas agrícolas;</li> <li>b) Consumo hídrico em cultivos agrícolas utilizando diferentes técnicas de manejo;</li> <li>c) Agricultura irrigada: análise técnica, econômica e ambiental;</li> <li>d) Avaliação e aprimoramento de ferramentas para melhoria da eficiência de irrigação;</li> <li>e) Manejo de irrigação de culturas agrícolas e pastagens</li> </ul>
Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Modelagem temporal e espacial da qualidade e quantidade da água em bacias hidrográficas utilizando sensoriamento remoto orbital e aprendizado de máquina;</li> <li>b) Modelagem hidrológica de bacias hidrográficas;</li> <li>c) Gestão de recursos hídricos e conservação de solo e água utilizando tecnologias computacionais.</li> </ul>
Conservação do Solo e da Água	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Modelagem aplicada à conservação do solo e da água em bacias hidrográficas</li> </ul>

Estes 31 projetos são financiados com recursos financeiros advindos de diferentes fontes de financiamento. Além de recursos advindos de editais universais lançados pela Fapemig e CNPq, esses projetos contam com recursos de empresas estatais como Petrobrás e CEMIG, recursos da Fundação Renova ligada à Companhia Vale do Rio Doce, recursos do Programa para o Desenvolvimento da Agropecuária do Estado da Bahia (PRODEAGRO) e da Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia (AIBA). Na Área de Construções Rurais e Ambientância conta-se com o apoio de empresas do setor de produção animal. Na Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas conta-se com o apoio da indústria de equipamentos e de empresas ligadas à armazenagem de produtos agrícolas. Vários projetos são executados em parceria com a Embrapa.

Alguns projetos são conduzidos em parceria com universidades no exterior. Merece destaque as parcerias com: University of Illinois Urbana-Champaign, Iowa State University, University of Nebraska, University of Florida, Universidade de Évora, Universidad de Valladolid e Università degli Studi di Firenze.

### 3. ESTRUTURA CURRICULAR

A organização e o funcionamento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola obedecem ao Regimento Geral da Pós-Graduação da UFV disponível no endereço:

<http://www.ppg.ufv.br/wp-content/uploads/2012/08/REGIMENTO-2020-2.pdf>

e ao Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, que é aprovado pela Conselho Técnico de Pós-Graduação da UFV, e que está disponível no endereço:

<http://www.posdea.ufv.br/wp-content/uploads/2017/08/Regimento-Interno-Programa-Aprovado-Orientadores-16-Mai-17-Reuni%C3%A3o-Discentes.pdf>.

De acordo com o regimento de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa, todo programa de pós-graduação deve ter uma Comissão Coordenadora, responsável pela coordenação didático-científica. De acordo com o regimento do PPGEA-UFV, a Comissão Coordenadora é constituída por um coordenador, três professores, e um representante dos Estudantes do PPGEA-UFV, eleito pelos seus pares. O coordenador e os professores deverão ser, obrigatoriamente, orientadores do PPGEA-UFV. Essa Comissão tem papel importante na definição da estrutura curricular do programa.

A unidade básica para avaliação da intensidade e duração das disciplinas na UFV é o crédito acadêmico, sendo que um crédito equivale a 15 horas de atividades acadêmicas em sala de aula para as turmas teóricas ou em laboratório para as turmas práticas. Para obter o título de *Magister Scientiae* e de *Doctor Scientiae*, além de outras exigências, o candidato tem que completar, no mínimo, 24 e 48 créditos, respectivamente, integralizados em no mínimo oito e 16 disciplinas de pós-graduação. Embora o Regimento Geral da Universidade Federal de Viçosa tenha estabelecido recentemente um mínimo de 12 créditos para cada um desses dois níveis de treinamento, o PPGEA-UFV decidiu pela manutenção da exigência de 24 créditos para o mestrado e de 48 créditos para o doutorado. A manutenção do número de créditos se deve ao fato de o PPGEA-UFV receber estudantes oriundos de diferentes cursos de graduação. Com maior número de créditos, é possível desenvolver um plano de estudos específico para cada estudante de tal forma a prepará-lo adequadamente para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa, além de estabelecer um padrão mínimo de formação para os egressos do Programa.

Para os Estudantes de Doutorado portadores do título de Mestre em áreas correlatas ao PPGEA-UFV, são computados 50% do número de créditos exigidos. Caso o título de Mestre tenha sido obtido em área não correlata às de concentração do Doutorado, o Orientador, com a aprovação da Comissão Coordenadora, estabelece o número de créditos e o número de disciplinas a serem cursadas, respeitando, no mínimo, 48 créditos integralizados em, no mínimo, 16 disciplinas de pós-graduação.

Durante o primeiro período letivo no PPGEA-UFV, cada estudante, em conjunto com sua comissão orientadora, define o plano de estudos a ser cumprido. Esse plano de estudos define as disciplinas que serão cursadas, o cumprimento de exigência relacionada à língua estrangeira e a Linha de Pesquisa em que estudante trabalhará dentro da Área de Concentração. O elenco de disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola é suficiente para o estudante poder trabalhar em qualquer das linhas de pesquisa do PPGEA-UFV. Além disso, o estudante pode cursar disciplinas de outros de programas de pós-graduação na UFV, e até fora dela, para atender

necessidades específicas associadas ao seu trabalho de pesquisa. O Plano de Estudos é analisado e aprovado pelo Coordenador do Programa e pelo Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação. Os estudantes, tanto de mestrado como de doutorado, são orientados a concluírem as disciplinas do plano de estudos no primeiro ano de curso para terem tempo suficiente para desenvolver sua pesquisa de tese ou de dissertação.

Todo estudante de mestrado e doutorado obrigatoriamente tem que cursar as disciplinas de Seminário (código ENG 798) e de Estágio em Ensino (código ENG 776 ou ENG 777 ou ENG 778). Essas duas disciplinas entram no cômputo do número de créditos e no número de disciplinas que o estudante tem que cursar para atingir o mínimo requerido do número de disciplinas e de crédito. Na disciplina Seminário, o estudante recebe treinamento sobre a realização de apresentações em público, sendo cada estudante matriculado obrigado a apresentar um seminário nessa disciplina. Na disciplina Estágio em Ensino, o estudante auxilia um professor do Departamento de Engenharia Agrícola no oferecimento de uma disciplina, geralmente de graduação. Esse treinamento visa a dar ao estudante melhores condições de desenvolvimento de atividades de ensino. Nessa disciplina, o estudante pode, inclusive, ministrar aula, desde que esteja acompanhado pelo professor da disciplina. Ao final dessa disciplina, o desempenho do estudante é avaliado pelo professor da disciplina em que o estudante atuou e pelo coordenador da disciplina.

A partir de 2018, a disciplina ENG 780 - Pesquisa em Engenharia Agrícola, passou a ser obrigatória para todos os estudantes do PPGEA-UFV. Os estudantes são orientados a cursar essa disciplina no segundo período letivo do curso. O programa analítico da disciplina contempla tópicos relacionados à elaboração de projetos de pesquisa, redação de artigos científicos e à ética na pesquisa. Além das avaliações, nessa disciplina cada estudante tem que apresentar ao seu final a proposta do projeto de pesquisa que irá desenvolver durante o curso. O objetivo da disciplina é melhorar a qualidade dos projetos de pesquisa e dos artigos científicos redigidos com vistas aos trabalhos de dissertação ou de tese.

Ao término de cada período letivo, o estudante recebe conceito ou nota em cada disciplina, com base nas provas, seminários, trabalhos de campo, entrevistas, testes e demais trabalhos realizados. A disciplina avaliada por conceito segue a simbologia: Satisfatório (S) ou Não Satisfatório (N). Para disciplinas avaliadas por nota, a nota final é representada por um número inteiro, compreendido entre 0 e 100. Para o cálculo da nota final, o valor da primeira casa decimal igual ou superior a 5 é arredondado para o número inteiro imediatamente superior. É aprovado na disciplina o estudante que, atendidas as exigências de frequência, obtiver, no conjunto das avaliações ao longo do período letivo, nota igual ou superior a 60 ou conceito S (Satisfatório). É atribuído o conceito provisório I (Incompleto) ao aluno que interromper, por motivo de força maior, comprovado perante o professor da disciplina, parte dos trabalhos escolares e que, nas avaliações, tiver obtido aproveitamento proporcional suficiente para aprovação. Caso as avaliações não sejam completadas ou a nota não tenha sido enviada ao Registro Escolar no prazo fixado no Calendário Escolar, é lançada a soma das notas das avaliações feitas no período.

O Departamento de Engenharia Agrícola oferta 70 disciplinas para o PPGEA-UFV. Essas disciplinas atendem às cinco áreas de concentração e às 12 linhas de pesquisa do Programa. Além dessas disciplinas, os estudantes podem, de acordo com a especificidade do trabalho de pesquisa a ser desenvolvido durante o curso, cursar disciplinas de outros programas de pós-graduação stricto sensu da UFV. Atualmente, a UFV conta com 44 programas de pós-graduação stricto sensu.

Durante todo o curso, o estudante é obrigado a se matricular semestralmente na disciplina ENG 799, Pesquisa. Essa disciplina não tem crédito, o estudante recebe o conceito S (Satisfatório)

ou N (Não Satisfatório), dependendo do seu desempenho no Programa. Ao final de cada semestre, o estudante tem que apresentar um relatório das atividades desenvolvidas. Esse relatório é avaliado pelo seu orientador e demais membros da comissão orientadora, que recomendam o conceito a ser atribuído ao estudante, e a Comissão Coordenadora do PPGEA-UFV atribui o conceito de cada estudante.

Todo estudante, tanto de mestrado como de doutorado, tem que registrar o projeto de pesquisa relativo ao seu trabalho de dissertação ou de tese junto à Comissão de Pesquisa do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV no segundo período letivo em que está matriculado. O não cumprimento dessa exigência implica conceito N na disciplina ENG 799, Pesquisa.

Ao término de cada período letivo, é calculado o Coeficiente de Rendimento, que é a média ponderada das notas obtidas no período letivo, considerado como peso o número de créditos das respectivas disciplinas, sendo o coeficiente de rendimento calculado pela equação  $CR = \frac{\sum (NF \times C)}{\sum C}$ , em que CR é o Coeficiente de Rendimento,  $\sum$  é o somatório, NF é a nota final da disciplina e C é o número de créditos da disciplina. A disciplina à qual se atribui conceito S ou N não faz parte do cálculo do Coeficiente de Rendimento. O Coeficiente de Rendimento Acumulado é calculado de forma semelhante, levando em consideração todas as disciplinas cursadas pelo estudante até então. O estudante reprovado em uma disciplina, com exceção das disciplinas Problemas Especiais e Tópicos Especiais, deve repeti-la e lhe é atribuído, como resultado final, a última nota obtida.

Somente é conferido título ao estudante que, cumpridas as demais exigências, obtiver aprovação em todas as disciplinas constantes de seu histórico escolar, com exceção das disciplinas Problemas Especiais e Tópicos Especiais, e apresentar um Coeficiente de Rendimento Acumulado igual ou superior a 75.

É desligado do Programa o estudante que se enquadrar em uma ou mais das situações especificadas a seguir, exceto nos casos em que o discente se matricular apenas em disciplinas desconsideradas no cômputo do Coeficiente de Rendimento:

- a) obtiver Coeficiente de Rendimento (CR) no primeiro semestre inferior a 65,0;
- b) obtiver CR Acumulado inferior a 75,0 a partir do segundo semestre letivo;
- c) não integralizar os créditos necessários no prazo estabelecido no Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação;
- d) for reprovado duas vezes na mesma disciplina, exceto no caso de disciplinas específicas para cumprimento das exigências de língua estrangeira;
- e) obtiver dois conceitos N (Não Satisfatório) consecutivos ou não em Pesquisa;
- f) for reprovado no exame de qualificação por duas vezes; e
- g) não completar qualquer um dos requisitos do Programa no prazo estabelecido.

Todo estudante de doutorado, após integralizar os créditos do seu plano de estudos e registrar seu projeto de pesquisa, obrigatoriamente tem que se submeter ao exame de qualificação. O exame deve ser feito até o término do terceiro período letivo em que o estudante está matriculado. Esse exame visa a verificar se o estudante tem formação científica condizente com a de um candidato ao título de *Doctor Scientiae* em Engenharia Agrícola. A banca examinadora do exame é composta por



cinco membros titulares e dois suplentes, sendo um deles o orientador do estudante, que também preside os trabalhos. O exame é dividido em duas etapas, uma escrita e outra oral. O estudante tem que completar as duas fases do exame em um prazo máximo de 45 dias.

Ao término do curso de mestrado, o estudante tem que apresentar uma dissertação. Essa dissertação é defendida perante uma banca examinadora, constituída por, no mínimo três e no máximo cinco membros titulares e dois suplentes, em sessão aberta ao público. Dos membros titulares da banca de dissertação, pelo menos um membro deverá ser externo ao Departamento de Engenharia Agrícola e não pertencer à Comissão Orientadora do Estudante.

O estudante de doutorado tem que apresentar uma tese ao final do curso. A tese é defendida perante uma banca constituída por cinco membros titulares e dois suplentes em sessão aberta ao público. Dos membros titulares da banca de tese, pelo menos um membro deverá ser externo ao Departamento de Engenharia Agrícola e um membro deverá ser externo à UFV, e nenhum desses dois membros pode pertencer à Comissão Orientadora do Estudante.

O Estudante tem que entregar uma cópia impressa da dissertação ou da tese a cada membro da Banca Examinadora, inclusive aos suplentes, com antecedência mínima de 15 dias da data prevista para a defesa. O estudante tem, também, que entregar uma versão em formato digital da tese ou da dissertação na Secretaria do PPGEA-UFV. Além disso, de acordo com as exigências do Art. 73 do Regimento da Pós-Graduação da UFV, somente estará apto a se submeter à defesa de dissertação ou tese o estudante que tiver entregado ao orientador os dados originais obtidos durante a execução do seu projeto de pesquisa, com as anotações e os arquivos editáveis. O estudante deverá entregar à Comissão Coordenadora uma declaração assinada pelo Orientador atestando o cumprimento desta exigência.

Além da dissertação ou da tese, o PPGEA-UFV exige que o estudante apresente comprovante de tramitação, com status "em avaliação", de um artigo para candidatos ao título de mestre e dois artigos para candidatos ao título de doutor, em periódico(s) indexado(s) no ISI Web of Science, com classificação JCR igual ou superior ao periódico Engenharia Agrícola (ISSN: 0100-6916 para a versão impressa ou 1809-4430 para a versão on-line), com a concordância do seu Orientador.

A seguir são apresentadas as disciplinas a que os estudantes podem cursar e que são oferecidas pelo Departamento de Engenharia Agrícola (disciplinas de código ENG) da UFV ou Departamentos afins. Na listagem das disciplinas, após o nome de cada disciplina é colocada da carga-horária, sendo que um crédito corresponde a uma carga-horária de 15 horas de aulas teóricas ou práticas. A última informação dada após o nome da disciplina, é o semestre em que a disciplina é ofertada, I significa que a disciplina é ofertada no primeiro semestre e II que a disciplina é ofertada no segundo semestre. A apresentação das disciplinas foi separada em disciplinas de formação, aplicadas, de aprofundamento, as gerais e as ofertadas em idioma inglês. As disciplinas de formação são aquelas que visam garantir uma formação mínima para o egresso. As disciplinas aplicadas visam dar uma formação dirigida em função do trabalho de pesquisa a ser executado pelo estudante. E as disciplinas de aprofundamento direcionadas aos estudantes de doutorado e visam dar com conhecimento avançado que garantam o pensamento crítico e independente. As disciplinas gerais integram um grupo de disciplinas que não são específicas de uma área de concentração ou que são ofertadas de forma especial para atender à uma demanda específica de treinamento. São listadas também as disciplinas que são ofertadas em inglês. No Anexo II são apresentadas a ementa e bibliografia das disciplinas ofertadas para o PPGEA-UFV pelo Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

### 3.1. Disciplinas de Formação dos Estudantes de Mestrado e de Doutorado

Código	Disciplina	Carga-Horária Total	Semestre
BVE 670	Relações Água-Planta	60	I
ENF 610	Sensoriamento Remoto	60	II
ENF 612	Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas	60	I
ENG 610	Sistema Solo-Planta-Atmosfera	90	I e II
ENG 611	Evapotranspiração	60	II
ENG 613	Radiação Solar	60	II
ENG 616	Meteorologia Agrícola	60	I
ENG 617	Micrometeorologia	60	I
ENG 620	Climatologia Física	60	I
ENG 622	Métodos Quantitativos em Climatologia	60	I
ENG 623	Modelagem Agrometeorológica	60	II
ENG 624	Instrumentação Agrometeorológica	75	I
ENG 627	Modelagem de Sistemas Ambientais	60	II
ENG 636	Máquinas Agrícolas e suas Relações com as Propriedades Mecânicas do Solo	60	II
ENG 640	Hidráulica de Conduitos Livres e Forçados	60	II
ENG 641	Hidrologia	60	I
ENG 642	Irrigação por Superfície e Drenagem Agrícola	60	II
ENG 643	Irrigação por Aspersão e Localizada I	60	I
ENG 644	Drenagem de Terras Agrícolas	60	I
ENG 646	Engenharia de Conservação de Solo e Água	75	II
ENG 660	Sistemas de Medidas e Instrumentação	60	I
ENG 670	Propriedades Físicas dos Produtos Agrícolas	60	II
ENG 672	Termodinâmica	60	I
ENG 688	Digestão Anaeróbia de Resíduos	45	II
ENG 691	Algoritmos Aplicados a Processos Agrícolas	60	I
ENG 780	Pesquisa em Engenharia Agrícola	45	I e II
EST 620	Estatística Aplicada	60	I e II
EST 630	Métodos Estatísticos I	60	I e II
EST 635	Estatística Espacial Aplicada	60	I e II
EST 640	Modelos Lineares I	60	I e II
INF 682	Otimização I	60	I e II
INF 683	Otimização II	60	I e II
QUI 633	Métodos Físicos de Identificação de Compostos Orgânicos	60	II
QUI 750	Termodinâmica no Equilíbrio	60	I
SOL 640	Física do Solo	90	II
SOL 670	Fertilidade do Solo	75	I

### 3.2. Disciplinas Aplicadas para os Estudantes de Mestrado e de Doutorado

Código	Disciplina	Carga-Horária Total	Semestre
CIV 637	Sistemas de Informações Geográficas	60	I
ENF 613	Tópicos Avançados em Sistemas de Informações Geográficas	45	II
ENF 647	Colheita Florestal	60	I
ENG 630	Tratores Agrícolas	75	I
ENG 631	Máquinas Agrícolas	60	II
ENG 632	Agricultura de Precisão	75	II
ENG 634	Engenharia de Sistemas Agrícolas	60	II
ENG 635	Eletrônica Aplicada a Sistemas Agrícolas	60	II
ENG 637	Ensaio de Máquinas Agrícolas e Florestais	60	I
ENG 638	Engenharia da Aplicação de Defensivos Agrícolas	60	II
ENG 647	Irrigação de Precisão	60	I
ENG 650	Manejo e Tratamento de Resíduos Agroindustriais I	75	I
ENG 651	Ventilação em Instalações Rurais	75	II
ENG 652	Instalações e Ambiência para Produção Animal	75	II
ENG 655	Ambiência em Arquitetura Rural	60	II. Anos ímpares
ENG 662	Racionalização de Energia em Processos Agrícolas	60	II
ENG 671	Armazenagem e Processamento de Produtos Vegetais	60	II
ENG 673	Micotoxinas em Produtos Agrícolas	75	I
ENG 674	Pragas de Grãos Armazenados e Formas de Controle	60	II
ENG 675	Energia da Biomassa	60	I
ENG 676	Poluição do Ar	60	II
ENG 679	Sistemas de Armazenagem de Produtos Agrícolas	60	I
ENG 680	Tecnologia para Produção de Ração	60	II
ENG 681	Manejo e Projeto de Sistemas de Irrigação	75	I
ENG 684	Qualidade do Meio Físico	45	I
ENG 685	Técnicas Experimentais em Saneamento Ambiental	45	I
ENG 686	Tecnologias de Saneamento Descentralizado	45	I
ENG 687	Sistemas Naturais para Tratamento e Disposição de Resíduos	45	II
ENG 692	Colheita e Pós-Colheita de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares (PMAC)	60	II
ENG 693	Aeração de Grãos	75	II
ERU 784	Avaliação de Projetos	45	III
FIT 630	Tecnologia de Produção de Sementes	45	II
TAL 660	Análise de Alimentos	90	II
ZOO 623	Tópicos Avançados em Suinocultura	60	I
ZOO 624	Produção Avícola	45	I
ZOO 670	Bioclimatologia Animal	60	I

### 3.3. Disciplinas de Aprofundamento

Código	Disciplina	Carga-Horária Total	Semestre
BVE 770	Fisiologia do Estresse Abiótico em Plantas	45	I
ENG 639	Processamento de Imagens Digitais	75	I
ENG 663	Modelagem de Sistemas de Controle	60	I
ENG 677	Análise por Elementos Finitos	60	II
ENG 678	Transferência de Calor e Dinâmica dos Fluidos Computacional	60	II
ENG 682	Movimento da Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera	60	II
ENG 720	Hidroclimatologia	60	I
ENG 721	Ambientes Climatizados para Produção Vegetal	75	II
ENG 733	Desenvolvimento de Sensores para Agricultura de Precisão	60	II
ENG 734	Aprendizagem de Máquina na Agricultura	60	II
ENG 740	Modelagem da Dinâmica de Água e Solute no Solo	60	I
ENG 741	Hidrologia de Águas Subterrâneas	45	II
ENG 743	Irrigação por Aspersão e Localizada II	45	I
ENG 744	Manejo de Água-Planta em Solos Salinos	45	II
EST 746	Análise Multivariada	60	I e II
FIP 770	Micotoxinas em Produtos Agrícolas	60	I e II

### 3.4. Disciplinas Gerais

Código	Disciplina	Carga-Horária Total	Semestre
ENG 776	Estágio em Ensino I	15	I e II
ENG 777	Estágio em Ensino II	30	e II
ENG 778	Estágio em Ensino III	45	I e II
ENG 790	Tópicos Especiais I	15	I, II e III
ENG 791	Tópicos Especiais II	30	I, II e III
ENG 792	Tópicos Especiais III	45	I, II e III
ENG 794	Problemas Especiais I	15	I, II e III
ENG 795	Problemas Especiais II	30	I, II e III
ENG 796	Problemas Especiais III	45	I, II e III
ENG 797	Seminário	15	I e II
ENG 799	Pesquisa		I e II
LET 610	Inglês Instrumental I	60	I e II

### 3.5. Disciplinas ofertadas em língua inglesa

Código	Disciplina	Carga-Horária Total	Semestre
ENG 673	Mycotoxins in Agricultural Products	75	I
ENG 691	Algorithms Applied to Agricultural Processes	60	I
ENG 792	Special Topics (Geoprocessing applied to agriculture)	45	I
ENG 792	Special Topics (Post-Harvest of Agricultural Products)	45	I
ENG 796	Special Problems (Digital Agriculture)	45	I

#### 4. DOCENTES DO PROGRAMA DE PPGEA-UFV

O corpo de orientadores do PPGEA-UFV é o componente mais importante do PPGEA-UFV. Um programa de pós-graduação forte se faz com cérebros (meio que parafraseando o que disse o Prof. Zeferino Vaz, fundador da UNICAMP, quando foi perguntado sobre os cinco elementos para se construir uma Universidade e ele respondeu: “1. Cérebros, 2. Cérebros, 3. Cérebros, 4. Prédios, 5. Biblioteca”). É com cérebros que se formam excelentes mestres e doutores em Engenharia Agrícola, que se realiza trabalhos de pesquisa que resultam em produção científica e tecnológica de destaque e que se resolve os problemas que a sociedade brasileira enfrenta. Ao todo são 28 orientadores divididos nas cinco áreas de concentração. Esses professores são oriundos de diferentes cursos de graduação (Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola e Ambiental, Agronomia, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Química e Física), essa diversidade na formação torna o grupo forte para a atuação em Engenharia Agrícola. Também na formação em nível de doutorado é ampla a formação desse corpo docente, sendo que uma boa parte obteve o título no exterior. Vários têm pós-doutoramento realizado no exterior.

Uma outra característica desse corpo docente é que ele é composto não só por professores com elevado tempo de docência, mas também por docentes que obtiveram o doutorado a cerca de cinco anos. Essa mescla tem por objetivo garantir uma transição entre gerações, vários docentes já se aposentaram e a ideia é permitir que os novos docentes vão assumindo posições no PPGEA-UFV na medida que os mais experientes vão deixando o Programa. A seguir é apresentada a listagem dos docentes que compõem o corpo de orientadores por Área de Concentração e no Anexo III é apresentado um curriculum resumido de cada orientador.

##### i. Docentes da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

Prof. Evandro de Castro Melo  
Prof. Ernandes Rodrigues de Alencar  
Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni  
Prof. Paulo Cesar Correa

##### ii. Docentes da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência

Profa. Fernanda Campos de Sousa  
Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco  
Prof. Richard Stephen Gates

##### iii. Docentes da Área de Concentração em Energia na Agricultura

Prof. Delly Oliveira Filho  
Prof. Marcio Arêdes Martins  
Profa. Natália dos Santos Renato

##### iv. Docentes da Área de Concentração em Mecanização Agrícola

Prof. Daniel Marçal de Queiroz  
Prof. Domingos Sárvio Magalhães Valente

Profa. Flora Maria de Melo Villar  
Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto  
Prof. Haroldo Carlos Fernandes  
Prof. Marconi Ribeiro Furtado Junior  
Prof. Mauri Martins Teixeira

v. [Docentes da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais](#)

Prof. Alisson Carraro Borges  
Prof. Andre Pereira Rosa  
Prof. Aristides Ribeiro  
Profa. Catariny Cabral Aleman  
Prof. Demetrius David Silva  
Prof. Everardo Chartuni Mantovani  
Prof. Fernando França da Cunha  
Prof. Fernando Falco Pruski  
Dr. Lineu Neiva Rodrigues  
Prof. Michel Castro Moreira  
Prof. Ricardo Santos Silva Amorim  
Prof. Rubens Alves de Oliveira

## 5. INFRAESTRUTURA DOS CURSOS

### 5.1. Secretaria e áreas de apoio

O PPGEA-UFV dispõe de uma secretaria voltada para o atendimento aos estudantes de pós-graduação. Essa secretaria é dotada de dois microcomputadores além de um notebook e tem acesso à internet via wireless e via cabo. Além da sala da secretaria, o PPGEA-UFV utiliza três salas para a realização de exames de qualificação e defesas de tese e de dissertação. Essas três salas são dotadas de projetores multimedias e equipamentos para a participação online de membros externos em bancas examinadoras, uma vez que todas as salas dispõem de internet. Como as defesas de tese e dissertação no PPGEA-UFV são abertas ao público, duas dessas salas são dotadas de cadeiras para que o público possa participar dessas defesas. O PPGEA-UFV tem a disposição também um auditório para a realização de reuniões e palestras, o auditório tem capacidade para 150 pessoas. O PPGEA-UFV tem também uma biblioteca setorial em que os estudantes podem, por exemplo, consultar teses e dissertações já defendidas no Programa.

### 5.2. Salas de pós-graduandos

Cada pós-graduando do PPGEA-UFV tem seu espaço próprio nas dependências do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Os espaços são divididos por Áreas de Concentração e Laboratórios. Cada estudante dispõe de mesa de estudo, computadores e acesso à internet. Os orientadores do PPGEA-UFV estimulam seu orientados a permanecerem no espaço a eles reservados.

### 5.3. Salas de docentes

Cada docente do PPGEA-UFV dispõe de sala individual para o desenvolvimento de suas atividades. Todas as salas dispõem de computador com acesso à internet.

### 5.4. Salas de aulas e salas de reuniões

As salas de aulas utilizadas para ministrar as disciplinas do PPGEA-UFV estão localizadas no prédio principal do Departamento de Engenharia Agrícola e nas instalações pertencentes a cada Área de Concentração ao todo são 15 salas de aulas disponíveis. Cada Área de Concentração do Programa tem salas disponíveis para a realização de reuniões para reunião dos pós-graduandos da Área ou para reunião entre orientador e orientandos.

### 5.5. Laboratórios

O Departamento de Engenharia Agrícola dispõe de uma infraestrutura adequada para atender ao Programa, com laboratórios, áreas experimentais e salas de estudos e gabinetes, recursos de informática e biblioteca para atender aos estudantes.

Estão disponíveis nos laboratórios utilizados pelo PPGEA-UFV os seguintes equipamentos de grande relevância: cromatógrafo a gás (CG1020, Shimadzu, Japão), cromatógrafo a líquido de alta eficiência (Prominence, Shimadzu, Japão), centrífuga refrigerada (Heraeus Multifuge X3R, Thermo Fisher Scientific, Alemanha), destilador a vácuo para combustíveis líquidos e determinação de cetanos (HDV 632, Hertzog, Alemanha), ponto de névoa e fluidez (HCP 852, Hertzog, Alemanha), ponto de fulgor (FP93 5G2, ISL), Espectrofotômetro de varredura (multiskan GO, Thermo scientific, Alemanha), microscópio com câmera (Zeiss, Primo star, Alemanha), prensa de extração de óleo e filtro prensa (Ecirtec), medidor de pH (HI2221, Hanna, USA), sondas multiparâmetros (pH, O<sub>2</sub> dissolvido, turbidez e SST), B.O.D (LS-550FT-2, Logen Scientific, Brasil), incubadora com fotoperíodo e agitação orbital (430-RFPDE, Nova Ética, Brasil), capela biológica (PA 410 Pachane, Brasil), Autoclave Vertical (CS, Primatec, Brasil), estufas de secagem (AL 102/150, American Lab, Brasil), mufla para calcinação e determinação de cinzas (LF2312, Jung, Brasil), balanças analíticas de 4 e 5 casas decimais (AY220, Shimadzu Corporation, Japão), três workstations para simulação computacional (T7500, Dell, Brasil), mesa de agitação orbital (MA140/CF, Marconi, Brasil), reômetro rotacional (RN4.1, Rheotest, Alemanha) e Espectrofotômetro UV-Vis Hach DR6000. Estão disponíveis também um CG-MS SHIMADZU, modelo BR1407304, GCMS-QP2020, e um Analisador de Carbono, modelo BR1407304E, TOC-LCSH.

Os laboratórios utilizados pelos estudantes de pós-graduação em Engenharia Agrícola por linha de pesquisa são apresentados a seguir.

- Na linha de pesquisa Ambiente, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal:

- a) Laboratório de Construções Rurais e Ambiente: estufas, prensas, balanças, medidores de temperatura e umidade do ar etc.
- b) Laboratório de Materiais de Construção: exposição de materiais de construção
- c) Área Experimental de Construções Rurais e Ambiente: abrigos para animais, instrumentos para avaliação de conforto térmico etc.

- Nas linhas de pesquisa de Agricultura de Precisão, de Engenharia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, de Máquinas Agrícolas e de Modelagem, Simulação e Projetos de Máquinas Agrícolas:

- d) Laboratório de Mecanização Agrícola: dinamômetros, células de carga, medidores de torque, sistema de aquisição de dados, GPS etc.
- e) Laboratório de Eletrônica Aplicada à Mecanização Agrícola: osciloscópio, galvanômetros, fonte reguladora de tensão e corrente, gravador de EPROM etc.
- f) Laboratório de Projeto de Máquinas e Visão Artificial: Câmera digital de vídeo RGB de 3 CCD 1/2, colorida-infravermelha próxima, Duncantech, MS3100 (uma); Câmera colorida, Samsung, CCD 1/3, NTSC (duas); Câmera monocromática, Samsung, CCD 1/3, NTSC (duas); Câmera monocromática Infravermelho próximo, CCD 1/2, NTSC (uma); Câmera digital de vídeo RGB de um CCD 1/2, JAI, CV-M7, padrão CameraLink (uma); Placa de aquisição e vídeo digital, National Instruments, PCI1424 (uma); Placa de aquisição de vídeo analógico padrão, ImageNation, PCX20 (uma); Placa de aquisição de vídeo analógico padrão monocromático, ImageNation, CX100 (uma); Placa de aquisição de vídeo digital padrão CameraLink, Coreco, PC-CamLink (uma); DGPS, Trimble, ProXRS (quatro); Medidor portátil de clorofila com datalogger, Minolta, SPAD (um); Vant DJI matrice 100 (um); Vant DJI Phantom 4 (um); Microcomputador (oito); Licença dos



softwares MatLab (Image Processing, Neural Networks, Data Aquisition, Digital Signal Processing, Statistics) e Image-Pro Plus; Sistema de aquisição automática de dados (dois); Sensores de torque (três); Células de carga tipo S (cinco); Aparelho indicador para células de carga e medidores de torque (dois); Sensores de velocidade – radar (dois); Sensores de fluxo de combustível (dois); Balança de precisão com capacidade para 3200 g, precisão 0,01 g (uma); Sistema de radiocomunicação entre operadores de GPS (dois aparelhos); Tacômetro digital (um); Multímetro digital (um). Softwares LabView, ANSYS, ADAMS, Solid-Edge, MSC-Visual Nastran, Microsoft Visual Basic e Microsoft Fortran.

g) Área Experimental de Mecanização Agrícola: tratores, colhedoras, implementos agrícolas, área para testes de máquinas agrícolas com dois hectares etc.

- Nas linhas de pesquisa de Propriedades Físicas e Qualidade de Produtos Agrícolas e de Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas:

h) Laboratório de Grãos: determinadores de umidade, amostradores, estufas, balanças, termohidrógrafo, datalogger, unidade condicionadora de ar, secadores de camada delgada, determinador de velocidade terminal, stein breakage tester, anemômetro de fio quente, manômetro inclinado com tubo de Pitot, microcomputadores, moinho, câmaras do tipo BOD, com controle de umidade relativa interna pelo sistema 1-wire, cinco câmaras climáticas, de 20 metros cúbicos cada, com controle de temperatura e umidade relativa do ar, extrator de óleo do tipo soxhlet, espectrofotômetro, colorímetro, viscosímetro, pHmetro, refratômetro, condutivímetro, germinadores, capela de fluxo laminar, balanças analíticas e de precisão, cromatógrafo para medida de CO<sub>2</sub> e etileno, geradores de ozônio, medidores de ozônio gasoso e dissolvido na água, concentradores de oxigênio, destilador etc. Destaca-se em 2016 a aquisição de um CG-MS SHIMADZU, modelo BR1407304, GCMS-QP2020, e um Analisador de Carbono, modelo BR1407304E, TOC-LCSH.

i) Laboratório de Propriedades Físicas: determinador de umidade, estufas, picnômetro, determinador de velocidade terminal, colorímetro, viscosímetro, pHmetro, refratômetro, condutivímetro, câmaras tipo BOD, câmara com controle de temperatura e umidade relativa do ar etc.

j) Área Experimental de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas: silos metálicos, sistema de controle automático de aeração, secadores, secador de plantas medicinais, fornalhas, transportadores de grãos, máquinas de limpeza etc.

k) Área experimental de pós-colheita de café: terreiros, lavadores, despoldadores, demuciladores, secadores, silos com sistema de refrigeração etc.

- Nas linhas de pesquisa de Desenvolvimento de Sistemas de Controle e Instrumentação para Processos Agrícolas e de Racionalização do Uso de Energia em Processos Agrícolas e Fontes Renováveis de Energia:

l) Laboratório de Biocombustíveis, coordenado pelo Prof. Márcio Arêdes Martins, inaugurado em 21 de agosto de 2015, foi construído em parceria com a ANP/PETROBRAS por meio de convênio para pesquisa em produção de biodiesel a partir de microalgas. Credenciado pela ANP, o Laboratório conta com uma estrutura de produção de biomassa de microalgas para produção de biodiesel (casa de vegetação anexa ao prédio) e vários equipamentos para extração e análises de óleos vegetais e biodiesel. O laboratório tem uma unidade piloto de produção de biodiesel, com capacidade de produção de 20 L h<sup>-1</sup> (Biominas, Brasil), cromatógrafo a gás

(CG1020, Shimadzu, Japão), cromatógrafo a líquido de alta eficiência (Prominence, Shimadzu, Japão), centrífuga refrigerada (Heraeus Multifuge X3R, Thermo Fisher Scientific, Alemanha), destilador a vácuo para combustíveis líquidos e determinação de cetanos (HDV 632, Hertzog, Alemanha), ponto de névoa e fluidez (HCP 852, Hertzog, Alemanha), ponto de fulgor (FP93 5G2, ISL), Espectrofotômetro de varredura (multiskan GO, Thermo scientific, Alemanha), microscópio com câmera (Zeiss, Primo star, Alemanha), prensa de extração de óleo e filtro prensa (Ecirtec), medidor de pH (HI2221, Hanna, USA), sondas multiparâmetros (pH, O2 dissolvido, turbidez e SST), B.O.D (LS-550FT-2, Logen Scientific, Brasil), incubadora com fotoperíodo e agitação orbital (430-RFPDE, Nova Ética, Brasil), capela biológica (PA 410 Pachane, Brasil), Autoclave Vertical (CS, Primatec, Brasil), estufas de secagem (AL 102/150, American Lab, Brasil), mufla para calcinação e determinação de cinzas (LF2312, Jung, Brasil), balanças analíticas de 4 e 5 casas decimais (AY220, Shimadzu Corporation, Japão), três workstations para simulação computacional (T7500, Dell, Brasil), mesa de agitação orbital (MA140/CF, Marconi, Brasil) e reômetro rotacional (RN4.1, Rheotest, Alemanha).

- m) Anexo ao Laboratório de Biocombustíveis, a planta piloto de produção de microalgas da UFV tem capacidade de 18 m<sup>3</sup> de cultivo para lâmina de até 30 cm de profundidade, distribuída em três tanques de 6 m<sup>3</sup> cada. A unidade piloto de produção de microalgas tem ainda dois decantadores de 1,5 m<sup>3</sup>, um gerador ozônio (O&L 10.0RM, Ozone & Life, Brasil), dois tanques de armazenamento de água de 20 m<sup>2</sup> cada, dois compressores de 2 hp (CV100, Motomil, Brasil) e fotobiorreatores para produção de inóculo de 20 e 300 L de capacidade.
- n) Laboratório de Eletrotécnica: painéis de ligação de motores, aparelhos e instrumentos elétricos em geral etc.
- o) Laboratório de Eletrificação Rural: aparelhos e instrumentos de medição elétrica, painéis de ligação de motores etc.
- p) Laboratório de Instrumentação: instrumentação científica básica (galvanômetros, pontes de wheatstone etc.), instrumentos registradores etc.

- Nas linhas de pesquisa de Conservação de Solo e Água, Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada, Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos e de Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos:

- q) Laboratório de Água e Solos contendo extrator de Richards, permeômetros de carga constante, bomba de vácuo, estufas, balanças eletrônicas, viscosímetros etc.
- r) Laboratório de Qualidade de Água contendo aparelhos para análise de qualidade de água, realização de análise de resíduos de produtos químicos no solo e na água por cromatografia gasosa etc.
- s) Laboratório de Hidráulica: análise de escoamento em condutos livres, análise de escoamento em condutos forçados, instalação de recalque, carneiros hidráulicos etc.
- t) Laboratório de Computação/Geoprocessamento: estação de trabalho, plotter, mesa digitalizadora etc.
- u) Área Experimental de Irrigação e Drenagem: sistemas de irrigação, casa de vegetação, estrutura para estudo de bombeamento de fluidos não newtonianos, bateria de lisímetros de percolação

para estudos de drenagem de solo, salinização e demanda de água pelas culturas, estrutura para estudos sobre disposição de águas residuárias etc.

- v) Área Experimental com lisímetros de percolação e estação climatológica automatizada para fins de estudo evapotranspirométrico.

## 5.6. Recursos de Informática

Todos os estudantes, tanto de graduação como de Pós-Graduação da Engenharia Agrícola, têm acesso a computadores conectados à internet em todos os laboratórios e salas de estudo. Além disso, o prédio da Engenharia Agrícola dispõe de uma rede wireless, além da rede cabeada, ambas disponíveis para todos os segmentos. A UFV conta com um sistema de rede de computadores interligados por fibra ótica, permitindo excelente comunicação entre a Universidade e as redes nacionais e internacionais.

No PPGEA-UFV, há mais de 200 microcomputadores; plotters (dois profissionais), mesa digitalizadora (duas), scanners, impressoras (jato de tinta e laser), projetor multimídia em todas as salas de aula e, recentemente, um quadro inteligente para a sala de aulas da Pós-Graduação. A relação supera um computador por Professor e discente do Programa, ou seja, todos os Professores, estudantes de pós-graduação e bolsistas de iniciação científica têm acesso a um computador para uso individual, além de poder contar com impressoras multifuncionais. Os computadores estão conectados localmente em rede entre si, à rede de fibra ótica e à rede sem fio da UFV, o que agrega facilidade e comodidade a seus usuários. A UFV tem boa estrutura para manutenção de software e hardware, mantendo os equipamentos sempre em boas condições de operação.

O PPGEA-UFV tem acesso ao cluster da UFV, principalmente os alunos ligados a pesquisas na Área de modelagem hidrológica, que utilizam o cluster em seus trabalhos de pesquisa. O cluster da UFV tem as seguintes configurações de hardware:

- Head Node (jupiter) com um processador AMD Opteron(tm) Processor 6376 (16M Cache, 2.3 GHz, 32 cores), 64 GB de RAM, 100 TB de capacidade de armazenamento;
- Um Storage (urano) com dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU X5650 (12M Cache, 2.66 GHz, 6.40 GT/s Intel(R) QPI, 6 cores, 12 threads), 48 GB de RAM DDR3 1333 MHz, 98.2 TB de capacidade disponível de armazenamento em RAID 6;

Nós de cálculo:

- 15 nós de cálculo (compute-0-0, compute-0-1 até compute-0-14) com a seguinte configuração: dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU X5650 (12M Cache, 2.66 GHz, 6.40 GT/s Intel(R) QPI, 6 cores, 12 threads), 24 GB de RAM DDR3 1333 MHz, 512 GB de capacidade de armazenamento, uma porta QDR infiniband de 40 Gbs;
- Um nó de cálculo (compute-0-15) com a seguinte configuração: dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU X5650 (12M Cache, 2.66 GHz, 6.40 GT/s Intel(R) QPI, 6 cores, 12 threads), 24 GB de RAM DDR3 1333 MHz, 512 GB de capacidade de armazenamento, dois GPUs Tesla C2050. Cada GPU tem 448 núcleos CUDA, 1,15 GHz de frequência dos núcleos CUDA, três GB de memória dedicada GDDR5, Interface de memória de 384-bit;
- Um nó de cálculo (compute-0-16) com a seguinte configuração: dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU X5650 (12M Cache, 2.66 GHz, 6.40 GT/s Intel(R) QPI, 6 cores, 12 threads), 48 GB de

RAM DDR3 1333 MHz, 8 TB de capacidade de armazenamento, uma porta QDR infiniband de 40 Gbs;

- Um nó de cálculo (compute-0-17) com a seguinte configuração: dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5630 (12M Cache, 2.53 GHz, 5.86 GT/s Intel(R) QPI, 4 cores, 8 threads), 12 GB de RAM DDR3 1333 MHz, 1 TB de capacidade de armazenamento;
- Um nó de cálculo (compute-0-18) com a seguinte configuração: dois processadores Intel(R) Xeon(R) CPU E5504 (4M Cache, 2.00 GHz, 4.8 GT/s Intel(R) QPI, 4 cores), 24 GB de RAM DDR3 1333 MHz;
- Dois nós de cálculo (compute-0-19, compute-0-20) com a seguinte configuração: dois processadores AMD Opteron(tm) Processor 6376 (16M Cache, 2.3 GHz, 32 cores), 512 GB de RAM.

Para o gerenciamento de dados da Pós-Graduação, há um sistema on-line denominado ACADEMICOPG – Sistema Acadêmico da Pós-Graduação. Este sistema permite um monitoramento de todos os dados dos estudantes do Programa de Pós-Graduação, tanto pelo Coordenador como pelo Orientador de cada estudante. Com este sistema, é possível agilizar o trâmite burocrático e dar eficiência no processo de titulação dos estudantes e maior rigor nas estatísticas do Programa. O endereço é [www.cpd.ufv/sgppg](http://www.cpd.ufv/sgppg).

A UFV conta ainda com sistemas informatizados de tecnologia da informação aplicados academicamente. Para o controle acadêmico do estudante de pós-graduação e de graduação, a UFV conta com o SAPIENS (Sistema de Apoio ao Ensino), cujo endereço é [sapiens.dti.ufv.br/sapiens\\_redireciona/index.asp](http://sapiens.dti.ufv.br/sapiens_redireciona/index.asp). A UFV conta ainda com o sistema SEI (Sistema Eletrônico de Informações), que é um sistema de gestão de processos e documentos eletrônicos, com interface amigável ([www.sei.ufv.br](http://www.sei.ufv.br)). A comunidade acadêmica da UFV tem plataforma de apoio ao ensino denominada PVANET, ambiente virtual de aprendizagem, aos moldes de plataformas semelhantes, como, por exemplo, o MOODLE. O endereço de acesso é:

<https://www2.cead.ufv.br/sistemas/pvanet/geral/login.php>.

Os programas SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) e GENES, ambos desenvolvidos na UFV, são utilizados para análises estatísticas. A UFV é também assinante do software SAS (Statistical Analysis System), padrão global para análise estatística em pesquisas científicas. Regularmente, têm sido oferecidos na UFV cursos sobre o uso do SAS para que os pós-graduandos possam utilizar os recursos desse programa nas análises de dados das dissertações e teses.

## 5.7. Biblioteca

A Biblioteca Central, órgão suplementar da Universidade Federal de Viçosa, vinculado administrativamente à Pró-Reitoria de Ensino, foi criada em 1969, sendo regimentada pela Resolução nº 05/93 do Conselho Universitário da UFV.

Tem como missão contribuir efetivamente para as atividades de ensino, pesquisa e extensão, propiciando acesso aos serviços informacionais nas diversas áreas do conhecimento, de forma qualificada, rápida e atualizada, visando a contribuir para a formação do profissional e do cidadão e para o desenvolvimento científico, tecnológico e cultural da sociedade.

Suas atribuições são de seleção, aquisição, classificação, catalogação, organização, armazenamento, conservação, restauração, disponibilização, treinamentos e disseminação das mais diversas fontes de informação aos seus usuários. Presta serviços de assistência às bibliotecas setoriais do campus de Viçosa, bem como às bibliotecas dos campi de Florestal e Rio Paranaíba.

Além da comunidade universitária, a Biblioteca Central é também aberta à comunidade viçosense e a demais pessoas que possam necessitar de seus serviços, um exemplo disso é o empenho de professores das escolas da região, que trazem seus alunos para visitas orientadas e promovem a utilização do espaço PROLER como parte das ações de incentivo à alfabetização e à leitura. O PROLER também abriga iniciativas de outros grupos, entre alunos e servidores da UFV que usam o espaço para reuniões e debates sobre questões ligadas à literatura, aos livros e aos leitores.

A Biblioteca Central está localizada no centro do campus universitário de Viçosa e ocupa um edifício moderno e funcional de quatro andares, com área total de 12.816,59 m<sup>2</sup>. Disponibiliza aos usuários mais de 2.050 postos de estudos, que incluem salas de uso individual e em grupo, além de sala de videoconferência, coleções especiais, coleções de obras raras, multimídia, mapoteca, sala de vídeo, espaço para leitura de lazer, espaço para pesquisa às bases de dados e periódicos eletrônicos, hall para exposições diversas e um auditório.

Foi construída em conformidade com as normas de segurança e acessibilidade de prédios públicos e tanto a entrada principal como a entrada secundária permitem acesso aos deficientes físicos, com amplas áreas de circulação e dois elevadores.

No andar térreo, funcionam setores administrativos como a Diretoria, a Diretoria assistente, o Apoio administrativo, a Secretaria de expediente, o Setor de Restauração de obras e setores de atendimento como a sala de Reservas, o Serviço de Referência e Atendimento ao Público, os terminais de consulta ao acervo através do sistema PERGAMUM, com auxílio ao usuário, (<http://www.bbt.ufv.br>), o serviço COMUT e terminais para acesso ao portal da CAPES. Tem ainda amplas áreas de estudo, sala de videoconferência com 60 lugares, auditório de 170 lugares e hall de exposições.

No 1º andar, estão localizadas três salas com revestimento acústico para estudo em grupo, 12 salas de estudo individual, sala de acervo multimídia, mapoteca, coleção das Nações Unidas (Biblioteca da ONU), Serviço de Processamentos Internos, Seção de Seleção e Aquisição, Seção de Catalogação e Classificação e de assistência às Bibliotecas Setoriais, Seção de Acervos Digitais, coleção de Obras Raras, o Sistema Brasileiro de Informação do Café - SBICafé, Mapoteca e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFV. No 2º andar, estão localizadas a coleção de livros, teses, dissertações e boletins, a Seção de Circulação e Empréstimos e a área de leitura, com mesas para estudos em grupo e individuais. No 3º andar, estão localizadas a Coleção de periódicos e amplas áreas de estudos.

A UFV conta ainda com 11 bibliotecas setoriais, que somam uma área total construída de mais de 1000 m<sup>2</sup>, à disposição dos estudantes nos diversos departamentos, além de duas bibliotecas nos campi de Florestal e Rio Paranaíba.

O sistema atual de gerenciamento do acervo é o PERGAMUM, que possibilita pôr à disposição dos usuários o catálogo e a movimentação de sua conta, como reservas e renovações via internet, e também a administração das rotinas de circulação de materiais, garantindo a relação entre usuários e a Biblioteca. O sistema facilita, ainda, a troca de informações e o compartilhamento de registros bibliográficos com outras bibliotecas, de outras instituições, do país e do exterior.

O acervo bibliográfico, localizado na Biblioteca Central e nas bibliotecas setoriais do campus de Viçosa, atingiu, em dezembro de 2018, os seguintes quantitativos: **188.041** livros, **37.850** teses e dissertações, **426.439** periódicos. O acervo inclui ainda 4.935 materiais especiais (mapas, slides,

fitas de vídeo, “CD-ROM”, DVDs, disquetes e outros), além de 11.624 boletins, 140 normas técnicas e 1.185 obras de referência.

A Biblioteca Central é depositária da ONU – Organização das Nações Unidas e tem, entre seus principais usuários, os alunos do Colégio da Universidade, o Coluni e graduação. Oferece também acesso ao Sistema Brasileiro de Informação do Café – SBICafé (disponível em [www.sbicafe.ufv.br](http://www.sbicafe.ufv.br)), ao portal Periódicos da Capes (títulos de periódicos), bem como a bases de dados de referenciais. É biblioteca base do COMUT (Programa de Comutação Bibliográfica) que, em 2018, recebeu 60 pedidos e enviou 54, entre anais de congresso, partes de documentos, artigos de periódicos e teses. Integra a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do IBICT/CNPq, tendo cadastrado, em 2018, 11.365 títulos, que podem ser acessadas integralmente em formato PDF pela internet. O repositório conta também com 9.682 artigos científicos, disponibilizados na íntegra. Participa dos sistemas nacionais e internacionais de informação e documentação na área agrícola, bem como do Catálogo Coletivo Nacional de Periódicos. Faculta o empréstimo entre bibliotecas, importante recurso no compartilhamento de acervos pelo qual as instituições procuram atender ao usuário por meio de convênios de intercâmbio.

Entre os serviços oferecidos, destacam-se: comutação bibliográfica, levantamento bibliográficos de assuntos específicos, catalogação na fonte, normalização de publicações, permuta e doação com mais de 1.700 instituições nacionais e estrangeiras cadastradas, empréstimos de publicações, treinamentos, cursos e orientações individuais aos usuários. O horário de funcionamento é de acordo com setores. O acesso ao acervo físico, aos empréstimos e devoluções na Seção de Circulação e à sala de Reservas funciona de segunda a sexta-feira, das 6:30 às 22:00 horas, e aos sábados, das 7:00 às 13:00 horas. Para atendimento ao público, a Biblioteca da ONU funciona das 08:00 às 17:00 horas, e o setor de Fichas Catalográficas funciona das 8:00 às 18:00, ambos de segunda a sexta-feira, sendo que as fichas catalográficas podem ser solicitadas via internet 24 horas por dia. Durante o recesso escolar, a Biblioteca é aberta ao público das 6:30 às 18:30 horas de segunda a sexta-feira.

A atual estrutura organizacional da Biblioteca Central, implementada desde setembro de 2013, compreende: Direção, Direção Assistente, Conselho de Biblioteca, Seção de Expediente, Seção de Apoio Administrativo, Serviço de Processamento Interno, Seção de Seleção e Aquisição, Seção de Catalogação e Classificação, Seção de Acervo Digital, Serviço de Referência e Atendimento ao Público, Seção de Circulação e Empréstimo I - manhã, Seção de Circulação e Empréstimo II - tarde, Seção de Circulação e Empréstimo III - noite, Encarregado do controle noturno. Conta com 11 servidores entre bibliotecários e documentalistas, aproximadamente 60 servidores técnico-administrativos efetivos (diversos cargos), que são responsáveis pelo seu funcionamento bem como pelo atendimento aos usuários. O serviço de limpeza e higienização é terceirizado e conta com 14 funcionários.

A proteção, a segurança e o controle do acervo são feitos por meio do controle de acesso dos usuários com catracas biométricas de identificação, leitoras de código de barras e teclado, um sistema de monitoramento através de 32 câmeras e um sistema com portões eletrônicos de detecção magnética que permite o controle de entrada e saída de materiais do interior do prédio.

Para mais informações, consulte o regimento em <http://www.bbt.ufv.br>.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto pedagógico foi elaborado pela Comissão Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa com a cooperação dos orientadores do Programa e foi submetido ao Colegiado de Orientadores do Programa. Com as sugestões apresentadas pelo Colegiado de Orientadores foi produzido esse documento.

ANEXO I – RESUMO DOS PROJETOS DE PESQUISA DESENVOLVIDOS NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA DA UFV



## I.1. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

### I.1.1. Desenvolvimento de sistemas para o processamento, conservação e armazenamento de plantas medicinais e seus derivados

Linha de Pesquisa: Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Responsável: Prof. Evandro de Castro Melo

#### Descrição

Cada vez mais, o consumidor vem buscando utilizar produtos de origem vegetal para ser usado como medicamentos e para melhorar o sabor dos alimentos que consome. Isso se observa na significativa expansão do comércio de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. A produção desses produtos tem se constituído numa importante fonte de renda para os agricultores, especialmente para os pequenos produtores.

Estudos demonstram que essas plantas oferecem derivados mais saudáveis do que aqueles de origem química. Entretanto, cada planta, seja ela voltada para a área medicinal ou para a área de condimentos ou de cosméticos, tem suas particularidades. É importante que as técnicas de processamento e de conservação lhes preserve ao máximo seus princípios ativos. Por isso, é cada vez maior o interesse por parte da sociedade de sistemas dedicados à produção desses produtos.

O alto teor de água presente nestas plantas é o principal responsável pela má conservação do produto. Nesse contexto, é essencial que as plantas tenham seu teor de água reduzido após a colheita. Assim sendo, a secagem é um processo fundamental para assegurar a preservação dos princípios ativos e, conseqüentemente, a sua qualidade e estabilidade após a colheita.

Portanto, esse projeto tem como objetivo geral desenvolver sistemas para o processamento e a conservação de produtos oriundos de plantas medicinais. O objetivo geral no estudo da secagem e do armazenamento de plantas medicinais é a maximização dos princípios ativos presentes na planta com minimização do consumo energético. Os objetivos específicos a serem atingidos ao se estudar uma planta específica são:

- 1)** Avaliar o efeito de pré-tratamentos na quantidade e qualidade dos princípios ativos, a saber: aplicação de ultrassom em meio aquoso, aplicação de banho alcóolico;
- 2)** Avaliar o efeito de períodos de descanso durante o processo de secagem na qualidade e quantidade dos princípios ativos, no tempo de secagem e no consumo específico de energia;
- 3)** Otimizar o processo de secagem e desenvolver projetos de novos secadores usando modelagem matemática, visando produção comercial;
- 4)** Avaliar aspectos quantitativos e qualitativos do óleo de partes específicas de frutos para produção de biodiesel;
- 5)** Avaliar aspectos quantitativos e qualitativos do óleo essencial e extrato vegetal de folhas para produção de cosméticos e medicamentos fitoterápicos;

- 6) Avaliar aspectos quantitativos e qualitativos de sementes com finalidade culinária e produção de medicamentos fitoterápicos;

Para atingir esses objetivos realiza-se a análise do processo de secagem de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, avaliando-se temperatura e umidade relativa do ar ambiente; velocidade, temperatura e umidade relativa do ar de secagem; e medição do consumo energético envolvido no processo. As plantas após a secagem, são processadas para a extração dos princípios ativos de interesse da indústria (marcador), e assim avaliar o efeito das condições de secagem na quantidade e qualidade desses princípios. Para a identificação e determinação das quantidades de princípios ativos se utilizam modernas técnicas de cromatografia líquida e gasosa. E na avaliação do extrato vegetal, utiliza-se a espectrofotometria. Para a avaliação do efeito das variáveis da secagem na quantidade e na qualidade do marcador industrial, são utilizadas técnicas de computação científica presentes no pacote Anaconda, como *pandas*, *statsmodels*, *seaborn*, *scikit-learn* e *scikit-image*.

### I.1.2. Ozônio em processos de descontaminação, detoxificação e remoção de agrotóxicos; controle de insetos-praga de grãos e subprodutos armazenado

Linha de Pesquisa: Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas

Responsável: Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni

#### Descrição

O panorama de busca de novas tecnologias para tratamento de produtos alimentares, bem como insumos e afins, constantemente leva a pesquisas científicas para desenvolvimento de novos processos e/ou produtos. O ozônio, embora tenha sido descoberto ainda em 1839, apenas começou a ser reconhecido como potencial desinfetante no final do século XIX. Observou-se, inclusive, que após a sua degradação, o resíduo do ozônio ( $O_3$ ) é o gás oxigênio ( $O_2$ ). Os primeiros avanços no uso de ozônio ocorreram para aplicação em água. Apenas no início do século XX iniciaram-se trabalhos para aplicação de ozônio em produtos alimentícios.

Acompanhando a evolução das aplicações de ozônio para água e, posteriormente, para produtos alimentícios, os órgãos regulamentadores foram avaliando a segurança dessas aplicações. O reconhecimento legal para aplicação direta do ozônio em alimentos pela agência reguladora dos Estados Unidos (*Food and Drug Administration – FDA*) ocorreu apenas em 2001.

A regulamentação e o reconhecimento do ozônio como seguro para aplicação em alimentos possibilitaram a expansão de aplicações e estudos para sua utilização no armazenamento e processamento de grãos. O ozônio, em geral, já é reconhecido como agente inseticida, antifúngico e detoxificante, antimicrobiano e para remoção de resíduos de agrotóxicos.

Devido à aplicação relativamente recente no processamento de alimentos, o uso do ozônio pela indústria alimentícia gera discussões e ainda carece de regulamentações. Diversos países veem discutindo a aplicação do ozônio e a necessidade de informar ao consumidor o uso do ozônio no processamento de alimentos. No Brasil, embora o uso do ozônio para tratamento de água seja regulamentado pelo Ministério da Saúde, não há regulamentação específica quanto à aplicação em alimentos. Entretanto, o Ministério do Trabalho, através da Norma Regulamentadora Nº 15, já regulamenta o trabalho de profissionais expostos à ambiente com ozônio.

O ozônio é formado por três átomos de oxigênio (O) ligados a partir da adição de um radical livre de oxigênio à molécula de oxigênio ( $O_2$ ). O primeiro relato do odor característico do ozônio ocorreu em 1781, sendo nomeado como ozônio (do grego, *ozein* = cheiro) apenas em 1840.

Em condições ambientais de temperatura e pressão, o ozônio é instável, decompondo-se rapidamente em oxigênio molecular ( $O_2$ ). Advém dessa propriedade, o fato de que o  $O_3$  não deixa resíduos tóxicos no ambiente/produto, uma vez que seu produto de degradação é o oxigênio. A decomposição, seja em estado gasoso ou aplicado em água, do ozônio é influenciada pela sua concentração, temperatura e pelos outros compostos presentes no ar ou água.

O ozônio, além de apresentar alto potencial oxidativo (2,07 V), ainda é capaz de formar radicais que apresentam potenciais oxidativos ainda maiores. Por esse motivo, as reações que envolvem o  $O_3$  podem ocorrer devido à reação direta entre o ozônio e a molécula de interesse ou através da formação de radicais intermediários que reagem com a molécula. Diversos mecanismos da reação entre ozônio e alguns agrotóxicos e micotoxinas foram propostos nos últimos anos.

Devido à instabilidade do ozônio nas condições de aplicação, não é possível armazenar o gás ozônio para ser aplicado posteriormente e o gás deve ser gerado no próprio local de aplicação.

Em geral, para fins de aplicação industrial, o ozônio é gerado a partir de dois métodos: fotoquímico com radiação ultravioleta (UV) ou efeito corona. Para fins de aplicação industrial, os geradores baseados no efeito corona são os mais utilizados.

Os geradores baseados no efeito corona geram ozônio a partir da passagem de oxigênio através de um campo elétrico entre dois eletrodos. Devido à energia do campo elétrico, a molécula de oxigênio ( $O_2$ ) produz radicais de oxigênio (O) que, em contato com o  $O_2$ , formarão as moléculas de ozônio ( $O_3$ ). Em geral, os geradores de ozônio devem ser alimentados com fluxo de gás oxigênio com pureza, em geral, superior a 90%, livre de umidade, óleo e material particulado.

#### EFEITO FUNGICIDA E DETOXIFICANTE

Os grãos armazenados estão sujeitos ao ataque de mais de 50 espécies de fungos, com destaque para os microrganismos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Além de perdas qualitativas e quantitativas, os fungos produzem micotoxinas, produtos do seu metabolismo que podem ser prejudiciais à saúde humana e animal. Diferentes fungos produzem diferentes metabólitos que se diferenciam na sua estrutura química e nos seus efeitos para o grão e para o homem e/ou animal. Dentre as micotoxinas mais estudadas, devido ao seu risco para a saúde humana e animal, estão as aflatoxinas, ocratoxinas, tricotecenos (desoxinivalenol e nivalenol), zearalenona e fumonisinas. A maior parte das micotoxinas prejudiciais à saúde humana e animal está associada à pós-colheita de grãos, cereais e forrageias.

As aflatoxinas, com destaque para AFB1, AFB2, AFG1, AFG2, AFM1 e AFM2, são as micotoxinas mais estudadas e estão associadas aos fungos do gênero *Aspergillus*. Vários estudos epidemiológicos têm relacionado a exposição humana às aflatoxinas com a ocorrência de sérios problemas hepáticos, inclusive câncer. As micotoxinas produzidas pelos fungos dos gêneros *Penicillium* são relativamente variadas, como citrinina, patulina, ácido penicílico, roquefortina C, entre outras. Embora, a patulina e o ácido penicílico tenham sido associados a alterações celulares, novos estudos indicam que a patulina possa ser uma alternativa para o tratamento de câncer colorretal. A ocorrência de fumonisinas está associada aos fungos do gênero *Fusarium* e, entre outros riscos à saúde, tem sido relacionada ao câncer de esôfago em humanos.

Devido ao seu potencial oxidativo, o ozônio vem sendo avaliado para tratamento como agente fungicida e a sua capacidade em degradar as micotoxinas eventualmente presentes nos grãos. Devido ao seu mecanismo de ação por lise celular, o ozônio não leva à seleção de microrganismos resistentes.

#### REMOÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS

Os insetos-praga e os fungos são responsáveis por consideráveis perdas, tanto qualitativas como econômicas, no setor de armazenamento. Em decorrência disto, o controle destas pragas nas unidades armazenadoras tem sido intensificado nas últimas décadas, sendo prioritário o uso de agrotóxicos com ação residual.

Os inseticidas dos grupos piretróides e organofosforados vêm sendo empregados desde a década de 1960 em programas de manejo de insetos-praga em produtos armazenados, em todo o mundo. No Brasil, são indicados para o tratamento de grãos armazenados produtos formulados contendo os piretróides bifentrina, deltametrina, esfenvalerato e permetrina e os organofosforados

fenitrotiona e pirimifós-metílico. Esses agrotóxicos são ocasionalmente utilizados nos grãos, e assim, surgiu a preocupação com a possibilidade de que alguns desses agrotóxicos possam se adsorver à superfície dos grãos e os riscos oferecidos por estes à saúde dos consumidores.

Na expectativa de conciliar a proteção residual dos grãos com sua utilização subsequente, órgãos nacionais e internacionais têm estabelecido limites e tolerâncias destes resíduos por meio de parâmetros toxicológicos como Intervalo de Segurança (IS), Limite Máximo de Resíduos (LMR) e Ingestão Diária Aceitável (IDA), os quais quando atendidos podem anular os riscos oferecidos pelos resíduos dos inseticidas à saúde dos consumidores. Internacionalmente, o LMR e o IDA são estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, porém cada país pode ter um órgão que fiscaliza e estabelece tais parâmetros para o seu mercado interno.

O desenvolvimento de tecnologias capazes de degradar os resíduos dos agrotóxicos nos alimentos antes do consumo são, atualmente, o principal desafio. O uso do ozônio vem se destacando, graças ao elevado poder oxidativo e facilidade de obtenção deste gás.

#### EFEITO INSETICIDA

Uma das potencialidades do ozônio em grãos é a sua aplicação como inseticida. O ataque de insetos-praga em grãos armazenados é um importante problema que ocorre em nível nacional e internacional. Nos últimos anos, o ozônio surgiu como uma alternativa para o tratamento como fumigante de grãos armazenados.

Por ser um gás, o ozônio penetra no organismo dos insetos principalmente via espiráculos. Não existem estudos disponíveis na literatura sobre os mecanismos de ação deste fumigante sobre os insetos. Porém, pesquisas com outros organismos indicam que o ozônio pode oxidar uma variedade de biomoléculas. Basicamente, o ozônio atua promovendo danos às membranas celulares ou desencadeando a morte celular mediante estresse oxidativo. O termo estresse oxidativo pode ser definido como a prevalência de espécies oxidantes dentro das células vivas ou como a atividade destas sobre as defesas antioxidantes celulares.

O ozônio é capaz de oxidar macromoléculas como lipídeos insaturados, proteínas, ácidos nucléicos, enzimas respiratórias das membranas celulares e enzimas do citoplasma, ocasionando a morte celular e conseqüentemente a morte do organismo. O ozônio pode oxidar os componentes do envelope celular incluindo ácidos graxos insaturados, enzimas ligadas à membrana, glicoproteínas e glicolipídeos, causando a lise das células e a morte das mesmas.

### I.1.3. Óleos essenciais no controle de insetos-praga de grãos armazenados

Linha de Pesquisa: Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas

Responsável: Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni

#### Descrição

No armazenamento de grãos muito se tem feito no sentido de redução das perdas e conservação adequada dos produtos agrícolas. Para evitar essas perdas pelo ataque de insetos-praga se faz uso do controle químico, que é o tratamento mais utilizado. Os métodos mais comuns de controle dos insetos-praga de grãos são feitos por meio do uso de inseticidas protetores (piretroides e organofosforados) e fumigantes em que o princípio ativo é a fosfina (cujo precursor é o fosfeto de alumínio). Porém, o uso excessivo de inseticidas sintéticos causa riscos e implicações toxicológicas para a saúde humana e o aumento da contaminação do meio ambiente.

Diante desta situação, uma série de investigações têm sido desenvolvidas no intuito de obter métodos alternativos para o controle de insetos em grãos armazenados, entre os quais se destacam, os inseticidas de origem vegetal. A procura por espécies vegetais com propriedades inseticidas às pragas de grãos armazenados tornou-se uma linha de pesquisa promissora. Nesse sentido, muitas espécies de plantas que são utilizadas para o tratamento homeopático de doenças na saúde humana e animal têm contribuído na obtenção de compostos com atividade inseticidas.

Inseticidas botânicos são métodos alternativos que apresentam redução de risco de resistência cruzada dos insetos, pois estes podem atuar em sítios de ação diferenciados, estes métodos degradam-se rapidamente e reduzem os prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, a maioria oferece o benefício da especificidade, o que reduz generosamente qualquer dano a outros organismos. Além disso, plantas com atividade inseticida podem ser utilizadas como pós secos, extratos aquosos e orgânicos e óleos, constituindo uma alternativa aos inseticidas químicos sintéticos, principalmente pela sua eficiência, facilidade de aplicação e obtenção, rápida degradação e baixa toxicidade para os aplicadores.

Seu modo de ação vai desde a morte por contato, repelência, inibição da oviposição, redução no desenvolvimento larval e até redução na fecundidade e fertilidade de adultos, podendo ser tóxicos por via tópica ou fumigante. Assim, é mais fácil adequar-se aos anseios da sociedade moderna na busca de alimentos saudáveis, bem como aos programas de Manejo Integrado de Pragas, além de serem uma alternativa barata que não causa danos relevantes ao ambiente. Os óleos essenciais (OEs) são comumente constituídos por terpenóides voláteis, como os monoterpenos e sesquiterpenos, apresentando grande potencial a ser explorado no controle de pragas agrícolas e urbanas, como uma alternativa barata e ecológica aos inseticidas sintéticos.

Os óleos essenciais são misturas complexas de compostos orgânicos constituídos por hidrocarbonetos (terpenos e sesquiterpenos) e outros compostos orgânicos (álcoois, ésteres, éteres, aldeídos, cetonas, lactonas, fenóis éteres óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas, enxofre). Geralmente são substâncias voláteis, solúveis em solventes orgânicos, apresentam-se na forma líquida, com coloração amarela ou incolor, sabor ácido e picante. Constituem matéria-prima de grande importância para a indústria cosmética, farmacêutica e alimentícia. São produzidos pelas plantas como compostos secundários, encontrados em maior quantidade na casca, flores, folhas, rizomas e sementes e estocados em células secretoras, cavidades, canais, células epidérmicas ou tricomas glandulares.

Quase 3000 diferentes óleos essenciais são conhecidos, e 300 são usados comercialmente no mercado de aromas e fragrâncias. Os óleos essenciais desempenham um papel importante na defesa das plantas, já que possuem metabólitos secundários e propriedades antimicrobianas. Os OEs ou seus componentes demonstraram possuir não apenas atividades antibacterianas, mas também antiparasitárias, propriedades antivirais, antifúngicas, antioxidantes e inseticidas. A atividade inseticida de alguns OEs está associada ao neuromodulador octopamina, encontrado em todos os invertebrados, mas não em mamíferos. Por esse motivo apresentam menor toxicidade para o homem. Os OEs e seus compostos apresentam uma maior barreira à resistência de pragas e um menor risco à saúde humana e à contaminação do meio ambiente quando comparados aos inseticidas convencionais.

Óleos essenciais são bons penetrantes que aumentam sua própria biodisponibilidade e a de produtos co-administrados. Estas propriedades estão relacionadas com a interrupção das bicamadas lipídicas das células. Além disso, um número de componentes presentes nos óleos essenciais são inibidores dos citocromos P450 em insetos, responsáveis para o metabolismo de fase I de xenobióticos, incluindo inseticidas.

Em decorrência de os óleos essenciais serem derivados das plantas ou extratos vegetais, estes possuem múltiplos modos de ação. Sendo eles totais ou fitoquímicos purificados, nos insetos, apresentam-se de diferentes formas, incluindo a toxicidade, o retardamento no desenvolvimento, a inibição da alimentação, a deterrência à oviposição, a redução na fecundidade e na fertilidade, destruição da cutícula; e atividade na via octopamínica no sistema nervoso central.

Vários componentes dos óleos essenciais podem atuar como neurotóxicos nos insetos, e já foram descritos vários tipos de receptores, incluindo os neuronais (GABA), os quais são os sítios de destino dos compostos. Em vista do grande potencial dos óleos essenciais como agentes inseticidas, vários óleos vêm sendo estudados no sentido de controlar pragas de grãos armazenados

Os óleos essenciais são definidos como produtos extraídos de plantas naturais por meios físicos tais como destilação, prensagem a frio e destilação seca. Contudo, a perda de alguns componentes e a degradação de alguns compostos insaturados por efeitos térmicos ou por hidrólise podem ser gerados por estas técnicas de extrações convencionais, surgindo assim a necessidade do desenvolvimento de novas técnicas de extração que preservem a qualidade do óleo essencial. Além da degradação ocasionada pelos métodos de extração tradicionais, os óleos essenciais e seus compostos podem ser desestabilizados pela exposição a luz, ao oxigênio e à altas temperaturas.

Para que os OEs sejam usados com segurança no controle de pragas em grãos armazenados, a avaliação de sua persistência na massa de grãos após o tratamento é de essencial importância. A análise da persistência de inseticidas é importante para garantir a sua segurança alimentar e para determinar o seu período de carência. Devido à ausência de pesquisas direcionadas a avaliação da persistência de inseticidas botânicos em grãos armazenados, o desenvolvimento de métodos para quantificar a persistência de óleos essenciais e seus componentes em alimentos se torna necessário para garantir a segurança do seu uso.

Os óleos essenciais são aplicados de forma semelhante a outros inseticidas, e sua atividade biológica se manifesta tanto por exposição aos vapores quanto por aplicação tópica.

Apesar dos recentes estudos sobre a ação inseticida dos óleos essenciais e seus componentes majoritários e seu uso em produtos armazenados, as informações sobre sua

estabilidade, persistência em grãos e os seus efeitos comportamentais sobre os insetos são escassos.



#### I.1.4. Propriedades e qualidade dos produtos agrícolas

Linha de Pesquisa: Propriedades Físicas e Qualidade dos Produtos Agrícolas

Responsável: Prof. Paulo Cesar Corrêa

##### Descrição

A crescente importância econômica dos materiais agrícolas, juntamente com a complexidade da tecnologia moderna para a sua produção, manuseio, armazenamento, processamento, preservação, avaliação da qualidade, distribuição, comercialização e utilização, exigem um conhecimento preciso das propriedades físicas, térmicas e aerodinâmicas desses materiais. Desde o plantio até o consumidor final, os produtos agrícolas são submetidos à diversos tratamentos físicos envolvendo técnicas e dispositivos mecânicos, térmicos, elétricos, ópticos e sônicos. É essencial compreender de maneira profunda as leis que regem a resposta desses materiais biológicos a esses tratamentos, para que as máquinas, processos e operações de manuseio possam ser projetados para a máxima eficiência e a mais alta qualidade dos produtos finais.

Como consequência da crescente conscientização sobre qualidade dos produtos alimentícios, um aumento na demanda por dados referentes às suas propriedades é observado. Durante o processamento e armazenamento dos produtos agrícolas, várias variáveis são responsáveis por alterar suas propriedades e a qualidade. Neste contexto, diversas pesquisas vêm buscando avaliar as mudanças nas propriedades e qualidade dos produtos agrícolas dependentes do teor de água do produto, da temperatura de secagem, das condições de armazenamento e de diferentes tipos de tratamentos e técnicas. E devido às características próprias, a determinação das propriedades e qualidade para cada produto é essencial e particularmente importante.

A utilidade prática das propriedades físicas dos produtos agrícolas é comumente verificada nos projetos de máquinas, projetos estruturais, engenharia de processos e controle, dentre outros. No entanto, o conhecimento das propriedades físicas dos produtos agrícolas não tem uso restrito à engenharia, podendo as informações serem de grande utilidade em outros ramos da ciência ou tecnologia relacionadas com o comportamento físico e processamento de frutos e vegetais, de um modo geral.

Juntamente com o conhecimento das propriedades físicas “clássicas” como, higroscopia, cinética de dessecamento, uso alternativo de secagem como o uso de espumas, difusão líquida, encolhimento e expansão, forma e tamanho, índices de qualidade, escoamento, dentre outras, a determinação das propriedades aerodinâmicas é essencial para melhorar todo e qualquer processo que envolva o fluxo de ar. As forças aerodinâmicas que existem durante o movimento relativo entre o ar e os materiais atuam de forma diferente em diferentes partículas. Nesse sentido, as propriedades aerodinâmicas têm grande escopo de aplicabilidade no processo de separação de produtos indesejáveis, como impurezas e materiais inferiores, principalmente nas operações de colheita, seleção, limpeza, secagem, processamento e classificação. Além disso, as informações sobre essas propriedades permitem a separação de produtos com diferentes teores de umidade e massa específica e podem ser utilizadas para o uso correto de transportadores pneumáticos.

A determinação das propriedades térmicas é essencial também para o transporte e armazenamento dos grãos e produtos alimentícios. Além do processamento e preservação, as propriedades térmicas também podem afetar a qualidade sensorial dos alimentos, bem como permitem a avaliação dos processos para economia de energia durante o processamento. O

conhecimento das propriedades térmicas dos alimentos é, portanto, crucial não apenas para o projeto de equipamentos, mas também para a previsão e o controle de várias mudanças que ocorrem nos alimentos durante os processos de transferência de calor associados ao armazenamento e processamento. No entanto, a aplicação dos princípios de engenharia pode ser frequentemente dificultada por dados inadequados ou escassos sobre determinados produtos, já que estas propriedades podem ser diferentes para um mesmo tipo de produto de diferentes espécies e/ou cultivares.

Mudanças genéticas e a busca por maior rendimento em campo resultam em diversas alterações estruturais, químicas e fisiológicas nos produtos agrícolas. Dessa forma, apesar dos inúmeros esforços para determinação das propriedades e qualidade dos produtos agrícolas nas últimas décadas, vários fatores intrínsecos ao produto levam à necessidade constante de obtenção de novos dados. Diante o exposto, o objetivo geral desse projeto é avaliar e modelar as propriedades físicas, aerodinâmicas e térmicas dos produtos agrícolas, em função de variáveis como o teor de água do produto e temperatura de secagem, além de avaliar e otimizar os processos pós-colheita dos produtos agrícolas para garantir a qualidade do produto final.

Para o cumprimento de tal objetivo, dados de propriedades físicas, aerodinâmicas e térmicas e para avaliação da qualidade dos produtos agrícolas utilizando metodologias consistentes aceitas à nível internacional são obtidos. Análises estatísticas e modelagem matemática são utilizadas para garantir uma representação fiel do fenômeno avaliado. Dentre as principais propriedades avaliadas pode-se citar: tamanho e forma (obtidos por métodos padrões e por análise de imagens digitais), cor, textura, teor de água, massa específica, ângulo de repouso, ângulo de atrito, cor, teor de água de equilíbrio, respiração, velocidade terminal, coeficiente de arrasto, condutividade térmica, calor específico e difusividade térmica, além de análises sensoriais para verificação da qualidade final do produto.

## I.2. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiência

### I.2.1. Ambiência na produção animal e vegetal em condição de clima tropical

Linha de Pesquisa: Ambiência, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal

Responsável: Profa. Fernanda Campos Sousa

#### Descrição

O Brasil possui destaque mundial na produção de alimentos de origem animal e vegetal. Há muitos anos o país ocupa posições de destaque no cenário mundial em produção e exportação de alimentos. O país possui um clima predominantemente tropical com altos níveis de radiação solar, o que favorece o uso de energia solar fotovoltaica. Ademais, diante da perspectiva de crescimento populacional e do conseqüente aumento da demanda por alimentos, o desenvolvimento de pesquisas voltadas a ambiência na produção animal e vegetal em condições de clima quente tem ganhado cada vez mais relevância. Porém grande parte das metodologias utilizadas e das pesquisas desenvolvidas relacionadas a ambiência nas instalações de produção animal e vegetal se concentram em países de clima temperado. Por isso ainda existe uma carência de estudos e metodologias relacionados a ambiência, aplicáveis à realidade das condições climáticas e das tipologias das construções adotadas na agroindústria dos países localizados em clima tropical.

Assim, o objetivo desse projeto é aperfeiçoar e desenvolver metodologias aplicáveis à realidade das instalações localizadas em clima tropical, para atender a ambiência animal e vegetal, com sustentabilidade econômica, energética e ambiental. Objetiva-se especificamente: a) Testar e desenvolver materiais de construção convencionais e alternativos, associados a técnicas construtivas e uso de fontes alternativas de energia visando o conforto térmico nas instalações; b) Aperfeiçoar metodologias para planejamento e projetos de instalações destinadas à agroindústria com eficiência produtiva aliada às normas de bem-estar animal; c) Aperfeiçoar e desenvolver metodologias para monitoramento e controle da qualidade do ar e emissão de poluentes atmosféricos nos ambientes de produção, a nível local e global; d) Testar e desenvolver tecnologias para manejo, destinação e aproveitamento energético de resíduos agroindustriais nas próprias instalações; e) Caracterizar a qualidade do ar nas instalações abertas e híbridas utilizadas na indústria de produção animal em clima tropical; f) Caracterizar sistemas produtivos de fontes alternativas de proteína de origem animal, desde o planejamento e projeto da construção até a ambiência mais adequada para atender ao manejo e as exigências ambientais do animal alojado, além de formas de tratamento e aproveitamento de resíduos gerados e caracterização da qualidade do ar dessas instalações.

Os experimentos que são conduzidos nessas pesquisas são realizados em parceria com instituições públicas e empresas privadas. Pretende-se aprimorar metodologias padronizadas em países desenvolvidos, de clima temperado, até então inéditas nos países de clima tropical.

O aperfeiçoamento das metodologias existentes é realizado visando buscar formas de melhorar a adaptação delas às condições climáticas e tipológicas das construções predominantemente utilizadas nos países de clima tropical, sabidamente abertas e híbridas. Pretende-se desenvolver metodologias que utilizem tecnologias e equipamentos de baixo custo para facilitar o acesso e a aplicação das mesmas não só a nível científico, mas ao nível tanto do grande quanto do pequeno produtor. São aprimoradas metodologias existentes e consideradas de

baixo custo, porém até então aplicáveis as tipologias das instalações de países de clima temperado, como por exemplo a Unidade Portátil de Monitoramento (PMU), que é utilizada para mensuração das emissões atmosféricas e da qualidade do ar nas instalações de produção animal. A PMU já é considerada uma metodologia de baixo custo quando comparada a outras com a mesma finalidade. Portanto são necessárias adaptações para sua utilização na realidade das instalações abertas e híbridas do Brasil e América do Sul.

Além disso, pretende-se desenvolver equipamentos e aprimorar metodologias utilizando sensores de baixo custo, plataformas e softwares de acesso livre. São testados e desenvolvidos materiais de construção que possam funcionar como materiais construtivos e ao mesmo tempo com possibilidade de aproveitamento energético em formas mais sustentáveis, como a energia solar fotovoltaica. São testadas possibilidade de disposição de painéis solares fotovoltaicos utilizados como elemento arquitetônico nas instalações e materiais de cobertura com aproveitamento de energia solar fotovoltaica, como as telhas fotovoltaicas. São utilizados os índices do ambiente térmico, já preconizados na literatura, como: Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura e Umidade de Globo (ITGU), Carga Térmica de Radiação (CTR), entre outros, para avaliação dos efeitos desses materiais na ambiência interna das instalações.

No desenvolvimento das pesquisas sempre que possível são utilizadas todas as estruturas da área experimental de Construções Rurais e Ambiência, como os laboratórios, os protótipos de instalações e as câmaras climáticas. Além disso, no desenvolvimento dos projetos são respeitadas as especificações de normas e diretrizes, nacionais e internacionais, relacionadas as construções rurais, ao bem-estar animal, à qualidade do ar na produção animal e à emissão de gases de efeito estufa.

## 1.2.2. Ambiência e engenharia na produção animal sustentável para as condições climáticas do Brasil

Linha de Pesquisa: Ambiência, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal

Responsável: Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

### Descrição

Este projeto encontra-se inserido em linha de pesquisa já consolidada pelo grupo de Construções Rurais e Ambiência, sediado no AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. As pesquisas realizadas vêm produzindo avanços neste tema desde 2001 e geraram mais de uma centena de dissertações de mestrado, teses de doutorado e iniciações científicas, fornecendo resultados importantes para todo o Brasil.

Quanto ao tema de investigação, deve-se considerar que a imperativa necessidade de sustentabilidade na atividade humana é hoje a palavra de ordem das comunidades científicas em geral. Essa tônica é fundamental para o Brasil que possui uma das maiores agroindústrias do mundo, sendo o maior exportador e o terceiro maior produtor de carne de frango, quarto maior produtor de carne suína, maior exportador de carne bovina e quinto maior produtor de ovos de todo o mundo. Entretanto, o diferencial para o caso do Brasil e de outros países de clima quente, é que as instalações para produção animal dos climas tropicais e subtropicais são maciçamente concebidas abertas e sem isolamento térmico, constituindo-se sistemas termodinâmicos com barreiras muito débeis. Por isso, os projetos brasileiros para a produção animal demandam um tratamento totalmente diferenciado do que se faz em climas temperados e frios, gerando soluções técnicas próprias. Desta forma, medidas de engenharia de controle assumem importância capital para o setor agrícola e para a economia nacional. É preciso levar em conta os sistemas de acondicionamento ambiente e seus efeitos na melhoria do ambiente dos abrigos de animais, em consonância com as exigências dos animais e padrões de qualidade do ar. É necessário estudar as implicações da atividade ao meio ambiente e geração de gases e os materiais de construção dos envoltórios dos alojamentos como galpões criatórios, entre outros aspectos.

Com base nas premissas anteriores, os projetos de pesquisa ora em andamento buscam definir de técnicas e dispositivos de construções eficientes e que possibilitem a melhoria do ambiente de criação animal. Como consequência aumenta-se sua produtividade e melhora o bem-estar nas diferentes regiões climáticas do vasto território brasileiro. Como isso, atende-se às exigências cada vez mais acirradas dos mercados consumidores pela qualidade do produto associada a bem-estar animal. O objetivo geral é o de buscar uma nova leitura sobre a ambientação e acondicionamento e alojamento animal, com vistas à sustentabilidade e ao bem-estar animal e dos trabalhadores, servindo como mais uma ferramenta de apoio à decisão para concepção de projetos arquitetônicos e definição de sistemas de climatização de ambientes para o Brasil.

Neste momento, os projetos em andamento estão mais voltados para sistemas intensivos de produção de leite, com destaque aos sistemas "Compost Barn" e aos sistemas relacionados a avicultura de corte e postura. Objetiva-se direcionar as investigações científicas no sentido de se buscar atender níveis ideais de bem-estar animal, relacionado ao comportamento dos mesmos, para que a produção seja maximizada, levando-se em consideração a complexidade com que os fatores de produção estão relacionados e a segurança alimentar. Busca-se obter um modo rápido

e preciso de monitorar constantemente o comportamento dos animais (neste momento bovinos e aves) criados sob diferentes sistemas de acondicionamento e manejos ambientais. Busca-se obter informações suficientes para uma tomada de decisão rápida e eficiente, visando evitar prejuízos econômicos, à luz das condições climáticas de cada região do país. Isto, sem perder de vista que o atendimento às questões ambientais e preservação da vida de qualidade sobre o planeta constituem obrigação das empresas de produção de alimentos, e que o estudo das soluções constitui um dever das universidades e centros de pesquisa, e que as parcerias em investigações desta natureza constituem atividade estratégica prioritária e que deve ser mantida sempre.

Por estas razões, os experimentos relacionados ao projeto geral estão sendo conduzidos em parceria com empresas do setor privado do país, tais como: Pif-Paf- Alimentos S/A, Nogueira Rivelli Alimentos S/A, Granja Mantiqueira, Granja Iana, entre outras e com a participação técnico-científica de centros de pesquisa e universidades do Brasil e do exterior, tais como: UFV, UFLA, Universidade Federal da Paraíba, Universidade de Florença, INRA– França, Universidade Nacional da Colômbia, Egg Industry Center- USA, Universidade de Évora e Iowa State University.

### 1.2.3. Sustentabilidade da produção animal e vegetal segundo a ótica da engenharia de sistemas agrícolas e biológicos

Linha de Pesquisa: Ambiência, Engenharia e Arquitetura de Sistemas Agrícolas e Agroindustriais na Produção Animal e Vegetal

Responsável: Prof. Richard Stephen Gates

#### Descrição

O Brasil está entre os maiores produtores de alimentos do mundo. Os produtos de origem animal, como carnes, ovos e leite geram emprego e renda aos produtores e fazem a roda da economia do país girar. Após décadas de investimentos em tecnologia, os setores de produção de carne bovina e de frango resultaram em elevados índices produtivos e elevada qualidade dos produtos. Assim, a cada ano a produção nacional de carne de frango ganha destaque mundial tanto em produção quanto em exportação. O país é um dos mais importantes produtores de carne bovina, com o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, cerca de 214 milhões de cabeças de gado. A produção de leite brasileira coloca o país dentre os cinco maiores produtores mundiais, com cerca de 9% do total de leite produzido no mundo. A produção de ovos de galinhas poedeiras chegou à marca de 1,01 bilhão de dúzias no terceiro trimestre de 2020. O país é o maior exportador mundial de carne de frango e um dos principais exportadores de carne de porco. Contudo, todos os setores de produção animal ainda apresentam desafios para o conforto e bem-estar animal. O impacto dos diferentes sistemas de produção animal, incluindo os tipos de alojamento, a saúde e o bem-estar no comportamento dos animais ainda é considerado um problema significativo. No entanto, além do bem-estar animal, existem outros aspectos envolvendo a sustentabilidade, como as questões econômicas, os fatores ambientais, a saúde humana dos trabalhadores envolvidos na atividade, a segurança alimentar e os valores sociais.

Um dos focos da pesquisa neste projeto é o estudo da sustentabilidade na produção de alimentos de origem animal com base na avaliação do ciclo de vida (LCA). Os trabalhos visam desenvolver uma abordagem ecoeficiente para a produção com base na metodologia de avaliação do ciclo de vida (LCA) e no mapeamento do fluxo de valor; caracterizar os fluxos de materiais, gastos energéticos e emissões ao longo da cadeia produtiva; avaliar os impactos do ciclo de vida (LCIA) na produção, por meio dos dados obtidos pelo software openLCA; quantificar as emissões das principais etapas da cadeia de abastecimento, prevendo o quão impactante ao meio ambiente a produção está relacionada. Por meio dos resultados, espera-se realizar o monitoramento dos sistemas de produção animal, mantendo atualizado um banco de dados, como forma de auxiliar a logística e o custo de todo o processo produtivo, bem como atender ao programa de automonitoramento das condicionantes ambientais, que se mantêm durante toda a vigência da licença de operação das granjas. Outras pesquisas que estão sendo desenvolvidas no projeto visam melhorar a produtividade e a qualidade dos alimentos de origem animal. Estão sendo realizadas avaliações a partir de análises termográficas das condições de conforto térmico animal e da eficiência energética das instalações do Brasil e da América do Sul. São avaliadas as condições atuais de conforto térmico animal e a eficiência energética das construções utilizadas, além da relação com a atividade energética dos animais vistos como um sistema produtivo, como a vaca leiteira. Também são analisadas as necessidades de selecionar e propor alternativas para a melhoria do conforto animal e conseqüentemente da produtividade e da qualidade dos produtos. Como é importante avaliar o comportamento animal de forma não invasiva, estão sendo realizadas as avaliações térmicas por meio de análise de imagens termográficas da construção e dos animais, com base em índices de conforto animal. Nesses experimentos são realizadas avaliações térmicas da estrutura de

produção e dos animais alojados a nível agroindustrial nas instalações adotadas no setor comercial do Brasil e da América do Sul.

Todos os experimentos que são conduzidos nessas pesquisas são realizados por meio de parcerias com instituições públicas e empresas privadas do setor de produção animal do Brasil e de outros países da América do Sul. Dentro do possível são utilizadas todas as estruturas, bem como laboratórios, da área de Construções Rurais e Ambiente. Além disso, no desenvolvimento dos projetos são respeitadas as especificações de normas e diretrizes, nacionais e internacionais, relacionadas à produção animal, a sustentabilidade e ao bem-estar animal e dos trabalhadores vinculados à agroindústria de produção animal.



### I.3. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Energia na Agricultura

#### I.3.1. Análise e desenvolvimento de sistemas produção de energias renováveis

Linha de Pesquisa: Racionalização do Uso de Energia em Processos Agrícolas e Fontes Renováveis de Energia

Responsável: Prof. Delly Oliveira Filho

#### Descrição

Um dos grandes desafios que a humanidade vem enfrentando é o suprimento de energia em quantidade e qualidade para atender a uma população mundial que cresce a elevadas taxas e que vem apresentando melhorias em termos socioeconômicos. Esses dois fatores aumentam a demanda por energia. Outro problema está associado ao impacto ambiental associado à produção de energia. A cada dia que passa a preocupação com a sustentabilidade da produção de energia aumenta.

Um dos focos do projeto envolve a análise de externalidade da geração de energia. Um exemplo disso são os estudos que estão sendo conduzidos na área de geração de energia solar fotovoltaica que tem como objetivo estudar a influência das externalidades na análise da viabilidade da energia fotovoltaica no Brasil em face do marco regulatório da geração distribuída do setor elétrico brasileiro, Resolução da ANEEL RN 482 /12. Especificamente esse estudo visa a) avaliar a influência na independência energética da Geração Distribuída com energia solar fotovoltaica; b) avaliar fatores ambientais, créditos de carbono e custos evitados com saúde pública relacionados com o uso da tecnologia fotovoltaica; c) estudar a tendência de participação da geração distribuída, com energia solar fotovoltaica, no mercado da concessionária de distribuição de energia elétrica; d) avaliar a influência da instalação de sistemas geração distribuída com energia solar fotovoltaica na comercialização compra e venda e aluguel de imóveis residenciais e comerciais; e) avaliar a atratividade econômica de se investir em geração distribuída com energia solar fotovoltaica para adiar o investimento no sistema elétrico de potência de geração, transmissão e de distribuição tendo em vista a modularidade de sistemas fotovoltaicos, em sistema conectado à rede e no ilhamento intencional para atendimento de cargas isoladas; f) avaliar benefícios complementares do uso de painéis como material construtivo de impermeabilização e aproveitamento simultâneo de energia elétrica e de calor; g) estudar o uso de sistemas fotovoltaicos com e sem armazenamento de energia para suprimento de demanda de ponta; h) monitorar o uso de energia elétrica de consumidores que representem as diferentes categorias tarifárias que possuam micro e mini geração distribuída de energia elétrica, e que sejam beneficiários da resolução da ANEEL 482; e i) avaliar a influência de fatores técnicos e qualidade de energia pela instalação de sistemas geração distribuída com sistemas fotovoltaicos como variação do perfil de tensão de redes de distribuição, melhoria da confiabilidade de sistemas de distribuição de energia elétrica e a redução das perdas no sistema elétrico de transmissão e distribuição.

Ainda na área de geração de energia fotovoltaica tem-se buscado o desenvolvimento de novos sistemas de produção de energia elétrica. Um deles é o desenvolvimento de árvore solar fotovoltaica que tem como objetivo geral maximizar a geração de energia elétrica com árvore solar fotovoltaica. Os objetivos específicos desses trabalhos são a) realizar um estudo do estado da arte sobre árvore solar fotovoltaica por meio de pesquisas em revistas científicas; b) modelar, simular e validar diferentes estruturas de árvores, alterando sua filotaxia, tamanho, distância entre árvores, orientação e número de folhas, de forma a maximizar a radiação incidente nas folhas.

Outro foco do projeto é no planejamento integrado do recurso energético do biogás. Os trabalhos conduzidos têm como objetivo geral avaliar o potencial energético, econômico e de emissões atmosféricas da produção de biogás e de suas externalidades em função do nível de controle e automação e da utilização de cogeração e/ou trigeração. Especificamente as pesquisas visam a) avaliar o potencial energético e de emissões de gases de efeito estufa da produção de biogás em biodigestores com e sem controle para otimização da produção; b) estimar o potencial da utilização do biometano na integração às redes de gás natural; c) avaliar o potencial técnico e econômico de utilização do biogás em processos agroindustriais com cogeração e trigeração em frigoríficos e laticínios; e d) avaliar o efeito econômico das externalidades da digestão anaeróbia na viabilidade da utilização do biogás.

### I.3.2. Biorrefinaria de biomassa vegetal para a produção de energia e alimentos

Linha de Pesquisa: Racionalização do uso de energia em processos agrícolas e fontes renováveis de energia

Responsável: Prof. Marcio Arêdes Martins

#### Descrição

O Brasil se destaca no setor agrícola e florestal com grande disponibilidade de área plantada, sendo esse setor de grande impacto na composição do produto interno bruto do país. Além da produção de alimentos, o Brasil tem grande expertise na produção de biocombustíveis em grande escala, iniciada com a produção de etanol, e incluindo também a produção de biodiesel, pellets, briquetes e carvão vegetal. A viabilidade da produção em grande escala desses insumos energéticos se deve as técnicas de biorrefinaria, por meio da qual toda a biomassa é explorada e valorizada como coprodutos, minimizando a geração de resíduos.

No setor florestal, o Brasil é exemplo mundial na produção do aço verde, em que as florestas plantadas são utilizadas para a produção de bio-redutor (carvão vegetal) para a redução do minério de ferro ao ferro gusa e aço. O carbono emitido na forma de dióxido de carbono durante a produção do carvão e no processo siderúrgico é fixado pela fotossíntese nas florestas plantadas. A viabilidade desse sistema produtivo depende da exploração de terras não adequadas para a produção de alimentos, sendo realizada em regiões de baixa disponibilidade hídrica, além da redução do custo de produção do carvão em nível de fazenda. Nesse sentido, as pesquisas se concentram no desenvolvimento de sistemas de carbonização mais eficientes e com menor geração de resíduos, pelo aproveitamento das frações líquidas (bio-óleo) e gasosas (gás de pirólise), seja na forma de coprodutos ou do reaproveitamento térmico pela queima dessas frações.

A viabilidade da produção de biodiesel também foi alcançada graças ao aproveitamento integral da biomassa. Notavelmente, as duas fontes principais de lipídios utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil são fontes primárias de proteína: a soja e o gado de corte. A soja é fonte de farelo rico em proteína, e o coproduto gerado em sua obtenção é o óleo de soja, que após seu refino é destinado a produção de alimentos e combustíveis. Da mesma forma, o setor de proteína animal destina as gorduras de baixo valor alimentício, como o sebo bovino, para a produção de biodiesel. Assim, a produção de alimentos contribui, e não compete, com o setor de biocombustíveis por terem consonância em suas escalas.

Nesse contexto, outras fontes de biomassa têm sido exploradas para a produção de alimentos biocombustíveis e outros insumos. No entanto, devido ao crescimento da população essas fontes devem apresentar potencial de atendimento a escala característica dos setores de alimentos e biocombustíveis. Assim, pesquisas envolvendo cultivo microalgas têm sido desenvolvidas devido à grande capacidade de produção de biomassa em águas residuárias, salinas e salobras, e em regiões não adequadas para a agricultura convencional. Além da caracterização dessa biomassa como fonte de alimentos e biocombustíveis, o estudo das técnicas de cultivos em grande escala, colheita, armazenamento e processamento de biomassa têm sido estudada em nível de fazenda. Adicionalmente, a produção de microalgas colabora na recuperação de recursos pois atuam com grande potencial da recuperação de cursos hídricos e águas residuárias.

Face ao exposto, o projeto “biorrefinaria de biomassa vegetal para a produção de energia e alimentos” está alinhado ao setor agrícola brasileiro tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento tecnológico, contando com fomento de órgãos públicos e da iniciativa privada dos setores de biocombustíveis e siderurgia. O objetivo geral do projeto é avaliar, em laboratório, escala piloto e em unidades demonstrativas, as diversas técnicas de produção e conversão de biomassa como fontes de insumos energéticos e de alimentos. Especificamente, o projeto se desenvolve em duas frentes: engenharia de sistemas térmicos e biocombustíveis. Na engenharia de sistemas térmicos, objetiva-se pesquisar e desenvolver tecnologias de sistemas de processamento termoquímico de biomassa vegetal para a produção de carvão para uso siderúrgico, bio-óleo e gás de síntese, assim como o aproveitamento térmico visando racionalizar a energia desses processos. No setor de biocombustíveis, objetiva-se pesquisar e desenvolver sistemas de cultivo de biomassa para fazendas de microalgas visando aumentar a sua produtividade, incluindo também os sistemas de colheita, armazenamento e processamento no contexto de biorrefinaria para a produção de óleo para biodiesel, pigmentos como fonte de antioxidantes para alimentos e combustíveis, e proteínas para alimentação humana e animal. No desenvolvimento de processos agroindustriais e operações unitárias, objetiva-se também utilizar a técnica de dinâmica dos fluidos computacional (CFD) como ferramenta para estudos de concepção, otimização e racionalização de energia de novos processos, visando reduzir o ciclo de desenvolvimento de novas tecnologias.

### I.3.3. Avaliação do uso de fontes renováveis de energia em processos agrícolas

Linha de Pesquisa: Racionalização do Uso de Energia em Processos Agrícolas e Fontes Renováveis de Energia

Responsável: Profa. Natalia dos Santos Renato

#### Descrição

Atualmente, a crescente demanda pela substituição de fontes de combustíveis fósseis para a geração de energia é uma das principais questões de agendas internacionais de políticas públicas. Assim, a inserção de componentes renováveis nas matrizes energéticas e elétricas dos países é uma alternativa interessante para solucionar crises energéticas e problemas ambientais.

Dada a importância estratégica do setor agrícola, o uso de fontes renováveis de energias, como a solar, a eólica e a oriunda da biomassa, representa uma oportunidade promissora com benefícios, como diminuição da dependência do agricultor da energia proveniente da rede e a redução da emissão de gases de efeito estufa.

O objetivo deste projeto é estudar diferentes metodologias para avaliação e proposição de soluções energéticas em diferentes tipos de processos agrícolas e agroindustriais.

Para o cumprimento de tal objetivo serão utilizadas diferentes ferramentas como (i) modelagem matemática visando otimizar e viabilizar o uso de energia renovável para pequenos agricultores e para agroindústria, (ii) análise da viabilidade técnico-econômica do uso de energias alternativas, com diferentes configurações, para o atendimento de demandas da irrigação, (iii) estudos estatísticos para desenvolvimento de modelos de previsão de poder calorífico de biomassa oriunda da atividade agrícola e (iv) avaliação do ciclo de vida de diferentes processos agrícolas, estudando-se os diferentes impactos ambientais e as soluções energéticas sustentáveis, contemplando-se onexo água- energia-alimentos.

## I.4. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Mecanização Agrícola

### I.4.1. Desenvolvimento de sistemas para agricultura de precisão

Linha de Pesquisa: Modelagem, Simulação e Projeto de Máquinas Agrícolas

Responsável: Prof. Daniel Marçal de Queiroz

#### Descrição

A agricultura de precisão é um conjunto de técnicas utilizadas para otimizar o uso de insumos na agricultura com base na análise da variabilidade espacial e temporal do sistema solo-planta-atmosfera. A ideia é fazer melhor uso dos insumos, aumentando a eficiência do sistema de produção e reduzindo o impacto ambiental causado pelas práticas agrícolas. Portanto, a agricultura de precisão é uma importante ferramenta quando se deseja produzir qualquer produto agrícola de forma mais eficiente.

Para se determinar a dosagem ótima de cada insumo é necessário conhecer a variabilidade espacial de muitos atributos associados ao solo e ao desenvolvimento das plantas. É importante conhecer qual ou quais fatores podem limitar a produtividade da cultura, a qualidade do que se produz e qual a melhor forma de tratar esses fatores limitantes. Portanto, para se aplicar a agricultura de precisão é necessário ter um sistema eficiente de monitoramento das condições do solo e das plantas para verificar se estas estão sob algum tipo de estresse que pode afetar a produtividade e a qualidade do produto.

Sensores são importantes dispositivos utilizados na agricultura de precisão. Eles são utilizados, por exemplo, para medir as variáveis necessárias para controlar a dosagem do insumo que está sendo aplicado, para determinar a produtividade da lavoura e para localizar a posição da máquina no campo. Entretanto, a mais importante aplicação dos sensores na agricultura de precisão é quando esses são utilizados para monitorar as condições do solo, das plantas e do clima. A partir das informações geradas por esses sensores é que se determina a dosagem a ser aplicada de cada insumo.

O ponto chave, no monitoramento do sistema solo-planta, é ter um sistema de sensoriamento que seja capaz de detectar as variáveis-chaves do processo de produção. O mapeamento de atributos do solo é importante para que se possa prescrever a dosagem ótima que cada nutriente a ser distribuído na área de cultivo. Durante o ciclo de produção das plantas, é necessário detectar se as plantas estão sob estresse nutricional ou hídrico, ou sob estresse devido a infestação por plantas daninhas, ou se está ocorrendo algum ataque de insetos ou, ainda, se alguma doença está se desenvolvendo. A condição da cultura varia dinamicamente e pode ser diferente a cada dia. O problema é que, em muitos casos, as plantas apresentam sintomas similares para diferentes causas, o que dificulta o processo de detecção de problemas pelos sensores. Os sensores precisam ter uma resolução adequada e a área explorada precisa ser amostrada de acordo com a variabilidade espacial daquilo que está sendo medido.

Os sensores podem ser acoplados a plataformas portáteis ou acoplados a veículos utilizados especificamente para a coleta de dados ou acoplados às máquinas agrícolas, dando origem ao que se chama de sensores proximais. Uma outra opção é ter os sensores acoplados a plataformas aéreas ou orbitais, chamado de sensoriamento remoto.

Seja qual for o sistema de monitoramento utilizado, se por sensores proximais ou por sensoriamento remoto, é necessário se ter um sistema de análise de dados. Esses sistemas transformam os dados coletados pelos sensores em informação útil para a tomada de decisão em agricultura de precisão. Uma das formas de análise é a geração de mapas por interpolação com base em geoestatística, inverso do quadrado da distância ou qualquer outra técnica. Uma vez gerados os mapas, pode-se utilizar técnicas de análise de agrupamento para geração de zonas de manejo. Quando se trata de sistemas de monitoramento por sensoriamento remoto, é necessário processar as imagens obtidas e, com base nelas, obter mapas de índice de vegetação da área. Também, sistemas de análise podem ser desenvolvidos com base em técnicas de inteligência artificial, envolvendo, por exemplo, o treinamento de modelos para realizar diagnósticos com base nos dados coletados pelos sensores.

Uma outra área da agricultura de precisão é a do desenvolvimento de sistemas para aplicação à taxa variada. Os dados coletados do solo e das plantas podem ser transformados em uma informação e, a partir dela, é possível calcular e aplicar a quantidade do insumo demandada pelas plantas. As máquinas que fazem a distribuição dos insumos atendendo a essa demanda localizada são chamadas de máquinas de aplicação à taxa variável. Na medida em que a máquina que distribui o insumo se desloca na área realizando uma operação, ocorrem alterações nos mecanismos dosadores para que ocorra a variação das dosagens de aplicação. Os sistemas de aplicação à taxa variada dependem das características dos insumos que serão aplicados e da área em que o insumo será aplicado. O mercado de máquinas agrícolas disponibiliza uma variada gama de sistemas de aplicação à taxa variada, entretanto, existe uma faixa do mercado que não vem sendo atendida que é a de tecnologias de aplicação à taxa variada para pequenos produtores. Isso, de certa forma, tem limitado a adoção das técnicas de agricultura de precisão por esses produtores.

Diante do exposto, verifica-se um amplo campo de trabalho na agricultura de precisão. Mesmo após 30 anos de pesquisa em agricultura de precisão, muita coisa ainda não foi resolvida. Sistemas mais eficientes para o monitoramento do sistema solo-planta-clima continuam sendo demandados e sistemas de análise com base nos dados coletados por sensores precisam ser aprimorados ou desenvolvidos. Na área de aplicação à taxa variada verifica-se uma necessidade de desenvolvimento de tecnologias para o pequeno produtor.

Dessa forma, o objetivo geral deste projeto de pesquisa é desenvolver sistemas de agricultura de precisão para o monitoramento dos sistemas solo-planta-clima e para aplicação à taxa variada de insumos. Para isso, estão previstos os seguintes objetivos específicos:

- a) Desenvolver sensores para o monitoramento dos sistemas solo-planta-atmosfera;
- b) Desenvolver sistemas de análises de dados para auxiliar a tomada de decisão na agricultura de precisão;
- c) Desenvolver sistemas de aplicação à taxa variada voltados para a pequena produção.

Para o desenvolvimento de sensores para o monitoramento dos sistemas solo-planta-atmosfera os trabalhos são concentrados no desenvolvimento de sensores para o monitoramento do solo e das plantas. Para isso são utilizados computadores de placa única como o Beaglebone Black. Esse tipo de computador se caracteriza por ter uma boa capacidade de processamento, permitir o interfaceamento com sistemas eletrônicos de medida, e ser de baixo custo. Esse computador é conectado a módulos disponíveis no mercado para auxiliar no desenvolvimento de sistemas de agricultura de precisão, um tipo de módulo que tem sido usado no desenvolvimento

dos sensores são os que captam sinais de Sistemas Globais de Navegação por Satélites para a determinação da posição. O sistema operacional é o Linux o que permite o desenvolvimento de sistemas robustos de análise. Além disso, diferentes sistemas de visualização dos dados coletados têm sido usados, permitindo o desenvolvimento de interfaces gráficas para o usuário. Em suma o que tem sido feito é o desenvolvimento do que se chama de sensores inteligentes, que são sensores que não apenas captam o sinal, mas que fazem o processamento do sinal adquirido facilitando o trabalho posterior do usuário. Para isso, programas de computador em C++ ou em Python têm sido desenvolvidos para fazer a aquisição e processamento dos dados e para apresentação desses dados em uma forma de mais fácil visualização por parte do usuário. Além disso, caso haja conectividade no campo, os dados processados pelo Beaglebone Black têm sido transferidos para servidores nas nuvens e acessados pelos usuários, dando origem ao que está sendo chamado de Agricultura Digital.

Para o desenvolvimento de sistemas de análise de dados, Programas de computador vem sendo desenvolvidos para a análise de dados e geração dos mapas de atributos do solo ou das plantas. Técnicas com base em geoestatística vem sendo utilizadas na geração desses mapas. Uma outra área que vem sendo estudada é o de desenvolvimento de sistemas para análise e prescrição de insumos à taxa variada. Com base em dados coletados por sensores proximais e/ou por sensoriamento remoto, a prescrição de insumos é realizada com base em modelos matemáticos ou com base em modelos desenvolvidos utilizando-se técnicas de inteligência artificial.

Para o desenvolvimento de máquinas de aplicação à taxa variada, máquinas manuais ou de tração manual estão sendo modificadas para aplicação a taxa variada. Para isso, sensores e atuadores, de baixo custo, estão sendo acoplados à computadores de placa única como o Beaglebone Black. Esse computador, programado em linguagem C++ ou em Python, tem gerenciado toda a aplicação à taxa variada. Dessa forma, sistemas de aplicação à taxa variada, de baixo custo, têm sido desenvolvidos.



## I.4.2. Sistemas inteligentes com base em dados para agricultura digital

Linha de pesquisa: Agricultura de Precisão

Responsável: Prof. Domingos Sárvio Magalhães Valente

### Descrição

A Agricultura Digital envolve a utilização de um conjunto de dados obtidos por amostragem direta ou indireta, utilizando sensores dos mais variados tipos. Os dados podem ser coletados no campo de produção utilizando diferentes tipos de plataformas, tais como, aparelho celular, veículos aéreos não-tripulado (VANTS), satélites, máquinas e equipamentos, e mais recentemente, robôs. Além disso, também envolve a utilização de sistemas para coletar, armazenar e analisar grandes quantidades de dados, processos esses que devem ocorrer de forma mais automatizada possível. Assim como na agricultura de precisão, a agricultura digital busca otimizar os processos agrícolas e minimizar os impactos ambientais.

O monitoramento contínuo do sistema solo-planta-clima gera dados que podem ser utilizados para mapeamento de atributos do solo. Os mapas de solo é uma importante ferramenta para recomendação de insumos agrícolas a taxas variadas. Além disso, o mapeamento dos atributos do solo é importante para o manejo e zoneamento da produtividade/qualitativo dos diferentes tipos de culturas e variedades. Ao longo do desenvolvimento das culturas, é necessário o desenvolvimento de sistemas para detecção de plantas daninhas, pragas e doenças, estresse nutricional ou hídrico. Nesse sentido, o monitoramento contínuo ao longo do desenvolvimento das culturas contribui para tomada de decisão no controle das medidas preventivas e corretivas, além de contribuir para geração de modelos para predição da produtividade.

Considerando o elevado volume de dados coletados no sistema solo-planta-clima, dados com elevada variedade, que podem ser estruturados ou não. Dados esses que, com o avanço das plataformas e conectividade no campo, chegam cada vez mais rapidamente ao produtor, o que gera um verdadeiro *BigData*. Diante do exposto, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de sistemas inteligentes para processamento, extração de conhecimento para a correta tomada de decisão. Nesse sentido, os algoritmos de inteligência artificial poderão contribuir para geração de modelos para extração de informações de valor com base nos dados gerados na agricultura digital.

Dessa forma, esse projeto tem como objetivo geral desenvolver sistemas inteligentes com base em dados para agricultura digital.

No presente projeto estão sendo desenvolvidos sistemas inteligentes para solucionar problemas das culturas de café, milho, soja e cana. São utilizadas imagens de satélites, de câmeras multiespectrais acopladas à VANTs, e imagens de celulares. Além das imagens, outras variáveis como altitude, temperatura, umidade do solo, condição hídrica e fertilidade do solo são utilizadas como características de entrada nos algoritmos de inteligência artificial (IA). São desenvolvidos sistemas para monitoramento de pragas e doenças, zoneamento para aplicação de insumos a taxas variadas, e predição da produtividade das culturas. Além disso, especificamente para a cultura do café, também são gerados modelos para estimativa da qualidade de bebida e maturação dos frutos.

Para geração de mais informações sobre o ambiente de produção, são desenvolvidos sensores inteligentes. Esses sensores desenvolvidos são utilizados para determinar a condutividade elétrica aparente do solo e realizar espectrometria proximal do solo e das plantas. Com os dados gerados pelos sensores inteligentes, desenvolve-se algoritmos para otimizar as amostragens diretas

realizadas no campo de produção, reduzir custos com análises laboratoriais, e melhorar a eficiência da caracterização da variabilidade espacial dos atributos do solo e das plantas.

Para atingir os objetivos do projeto, e desenvolver as soluções e produtos para os diferentes problemas da agricultura, são utilizados conceitos já consolidados de IA, como aprendizado supervisionado e não-supervisionado. Dessa forma, para desenvolvimento dos modelos de predição e sensores inteligentes são utilizados algoritmos de *machine learning*, tais como, *Support Vector Machine (SVM)*, *Random Forest (RF)*, *LightGBM*, *XGBoost*, e *deep learning*. Além disso, são utilizados processamento de dados em nuvem com utilizando o sistema *Google Earth Engine*, Sistema de informação Geográfica (SIG) com o software Livre QGIS. Tudo isso, apoiado pela linguagem de programação *Python*.

### I.4.3. Sensoriamento remoto para agricultura digital

Linha de Pesquisa: Agricultura de Precisão

Responsável: Prof<sup>ª</sup>. Flora Maria de Melo Villar

#### Descrição

A agricultura digital (AD) vem sendo adotada como uma das formas que a humanidade tem para atender de forma sustentável à demanda alimentar, cuja estimativa para 2050 é do dobro da existente em 2010. As técnicas da agricultura digital englobam o uso de diversos sensores de planta, solo e clima, processamento e armazenamento de dados em nuvens, uso de inteligência artificial, automação e robótica, além da conectividade, base desse novo modelo de se fazer agricultura, ou seja, a agricultura digital.

Diversos são os recursos disponíveis para a adoção da AD. Para selecionar a melhor plataforma, o melhor sensor ou a melhor técnica é necessário conhecer o objeto de estudo para a tomada de decisão. Com as ferramentas da AD é possível, por exemplo, realizar o levantamento de pragas e doenças por meio de imagens; criar mapas de fertilidade, de textura do solo, de produtividade, tudo por meio de imagens.

Sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Machine learning, Deep learning, Inteligência artificial, automação, Big Data e IoT são diversas ferramentas que podem ser utilizadas na AD, tanto para coleta de dados quanto para o processamento e tomadas de decisão.

Machine learning ou aprendizado de máquina é uma técnica que tem como base a análise de dados, o aprendizado da máquina (por meio de padrões) e, por fim a tomada de decisão. Essa técnica pode ser utilizada, por exemplo, para estimar produtividade e qualidade da cultura. Alguns modelos utilizados no aprendizado de máquinas são Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, Random Forest, Redes Neurais e Regressão linear ou múltipla. Cada modelo tem sua peculiaridade, podendo ser aplicado para conjuntos de dados dos mais simples aos mais complexos, desde pequenos a grande porte, para classificação linear ou não linear. Para selecionar o melhor modelo deve-se conhecer a base de dados e o que se quer obter ao final. Por exemplo, as Redes Neurais Artificiais são utilizadas para tarefas de regressão e classificação. Há também o aprendizado profundo de máquinas (Deep learning), que também utiliza modelos de Redes Neurais. As aplicações das Redes Neurais englobam problemas de estimativa de severidade de doenças, detecção de pragas e doenças, estimativa de produtividade, dentre outras.

Um ponto crítico para a adoção da AD é a coleta de dados. O sensoriamento remoto é uma importante ferramenta para coleta de dados, sendo possível, com essa técnica, estimar biomassa e produtividade de culturas, mapear áreas de estresse hídrico ou nutricional, identificar padrões de plantio e de sistemas de produção agrícola, mapear o desenvolvimento fenológico de culturas, realizar aplicação de insumos a taxa variada, dentre outras. Para a aquisição de dados, são utilizadas plataformas e sensores que captam a radiação eletromagnética (REM) emitida ou refletida pelos alvos terrestres.

As plataformas que carregam os sensores podem ser orbitais (satélites), suborbitais (aviões, VANTs ou helicópteros) ou terrestres (quando os sensores são embarcados a tratores ou quando a coleta de dados é realizada em laboratório).

A REM associada a diferentes alvos pode ser coletada por sensores imageadores (câmeras ou scanners) ou não imageadores (radiômetros ou espectrorradiômetros). Sensores imageadores fornecem imagens multiespectrais ou hiperespectrais do objeto de estudo. Cada tipo de sensor apresenta diferentes resoluções espaciais, espectrais, radiométricas e temporais, sendo importante fator na escolha do sensor. O sensor deve apresentar resolução adequada para o tamanho da área de estudo, o tipo de alvo, bem como a amostragem deve ser realizada de acordo com a variabilidade espacial do objeto de estudo.

Quando se utiliza imagens de satélite para aplicação na agricultura, um dos principais problemas encontrados é a baixa resolução temporal e espacial. Uma alternativa aos satélites, que vem sendo utilizada na agricultura, é o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), plataformas que apresentam baixo custo de aquisição, se comparadas ao custo de imagens de satélites com boa resolução espacial e temporal. Além disso, as imagens obtidas a partir de VANTs possuem elevada resolução espacial.

Após a coleta dos dados, esses precisam ser transformados em informação útil ao produtor, assim, é necessário analisar e processar os dados. O formato digital dos dados coletados possibilita seu processamento, utilizando-se modelos matemáticos, estatísticos ou probabilísticos. Uma das maneiras de analisar os dados obtidos com o sensoriamento remoto é a geração de mapas por interpolação com base em geoestatística, inverso do quadrado da distância ou qualquer outra técnica. Uma vez gerados os mapas, pode-se utilizar técnicas de análise de agrupamento para geração de zonas de manejo. Quando se trata de sistemas de monitoramento por sensoriamento remoto, é necessário processar as imagens obtidas e, com base nessas imagens, obter mapas de índice de vegetação da área. Sistemas de análise também podem ser desenvolvidos com base em técnicas de inteligência artificial, envolvendo, por exemplo, o treinamento de modelos para realizar diagnósticos com base nos dados coletados pelos sensores.

Diante do exposto, verifica-se uma gama de aplicações do sensoriamento remoto como ferramenta da agricultura digital. Assim, existe a demanda de desenvolver novas tecnologias, ou aprimorar tecnologias já existentes, para estimar a produtividade de culturas, realizar a aplicação de insumos a taxa variada de insumos, mapear áreas com estresse hídrico ou nutricional, estimar severidade de doenças, dentre outras. Além disso, é necessário o aprimoramento de sistemas de análise e processamento de dados. Ferramentas recentemente utilizadas como machine learning, deep learning e inteligência artificial, por exemplo, têm se mostrado promissoras para predições no âmbito agropecuário, como detecção de doenças e plantas daninhas, qualidade da colheita, estimativa de severidade de doenças, classificação e seleção de plantas, estimativa de produtividade, classificação de comportamento animal, dentre outros.

Portanto, este projeto tem por objetivo desenvolver aplicativos, sistemas e sensores que auxiliem o produtor na gestão agropecuária, visando minimizar o impacto ambiental, aumentar o rendimento e melhorar a qualidade do produto.



#### I.4.4. Desenvolvimento de mecanismos e máquinas para agricultura

Linha de Pesquisa: Modelagem, Simulação e Projeto de Máquinas Agrícolas

Responsável: Prof<sup>a</sup>. Flora Maria de Melo Villar

##### Descrição

Os objetivos da mecanização agrícola são aumentar a produtividade do trabalhador agrícola; padronizar as operações agrícolas; diminuir o tempo de realização de cada operação (preparo do solo, plantio, cultivo e colheita). Ou seja, se comparada às atividades realizadas de forma manual, com o advento da mecanização agrícola, tornou-se possível realizar a mesma operação em áreas maiores; reduzir custos de produção; e, não menos importante, tornar o trabalho no campo menos árduo.

A mecanização agrícola é considerada uma das grandes invenções do século XX, e, hoje, tornou-se indispensável para garantir a segurança alimentar. Estima-se que a população mundial deva chegar a 10 bilhões de pessoas em 2050 e, para atender a demanda de alimentos, estima-se que a produção agrícola tenha que duplicar. Porém, para duplicar a produção agrícola alguns desafios devem ser vencidos, pois, existe escassez de recursos, como fontes de energia, água, fertilizantes e até mesmo área para agricultura. Assim, deve-se aumentar a eficiência dos sistemas de produção agrícola para se alcançar a segurança alimentar. E, mais uma vez, a mecanização agrícola terá grande contribuição para o aumento da eficiência dos sistemas de produção agrícola.

Desde o advento da mecanização agrícola, novas tecnologias vêm sendo agregadas às máquinas e aos implementos. Inicialmente, os maiores avanços ocorreram no desenvolvimento de tratores agrícolas que, a princípio, era apenas um substituto da força animal. Com o avanço tecnológico, os tratores passaram a ser máquinas utilizadas para, além da tração, acionamento de máquinas pela tomada de potência, acionamento de máquinas e implementos montados e acionamento de sistemas remotos de controle hidráulicos. Mais recentemente, os tratores passaram a ter componentes adicionais, ou acessórios, que deixaram a máquina tanto mais confortável, ergonômica quanto mais modernas do ponto de vista da agricultura (sistemas de piloto automático, e GPS, por exemplo).

O que se observa no setor de desenvolvimento de máquinas agrícolas é que, empresas multinacionais renomadas, que possuem um nicho específico de consumidores, geralmente grandes produtores, de grandes culturas e de regiões específicas (geralmente regiões de relevo não acidentado) possuem seus grupos de engenheiros e projetistas focados no desenvolvimento, ou melhorias, de máquinas e implementos agrícolas que atendam a esse nicho.

De uma maneira geral, os pequenos produtores são atendidos por indústrias de pequeno porte. Nesses fabricantes de máquinas, o processo de desenvolvimento de máquinas para o setor agrícola é realizado de maneira informal e com inexistência do planejamento do produto, ou seja, as máquinas são, em sua maioria, desenvolvidas no processo de “tentativa e erro”.

Existe a demanda de adaptar ou projetar máquinas para novas culturas, como a macaúba, cultura promissora para a produção de biocombustíveis e outros produtos de maior valor agregado. Existem máquinas para a colheita de café, porém, para regiões montanhosas ainda não existe uma solução. Pequenos produtores de café sofrem com a escassez de mão-de obra no campo para a

colheita do fruto em regiões montanhosas, e necessitam de novas tecnologias que atendam essa demanda. Outro conceito já estabelecido é o de fazenda de microalgas. O Brasil possui enorme potencial para o cultivo de microalgas, tanto para produção de biocombustíveis quanto para produção de cosméticos, alimentos etc., mas ainda não possui tecnologia relacionada aos sistemas de cultivo desse produto.

Esses são apenas alguns exemplos, mas, o que de fato é importante se atentar, é o processo pelo qual o desenvolvimento de uma máquina deve passar até chegar a um produto. Muitas das vezes é preciso, primeiro, determinar propriedades físicas, mecânicas e/ou modais do material a ser manuseado pela máquina. Quando esses dados já são conhecidos, o engenheiro/pesquisador pode focar no projeto da máquina. Em geral, adota-se quatro etapas: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Essas quatro etapas de projeto são iterativas e demandam conhecimento técnico e científico (modelagens, simulações) do engenheiro/pesquisador. Só após finalizadas as quatro etapas do projeto o produto estará pronto para ser fabricado.

Diante do exposto, este projeto tem como objetivo desenvolver máquinas agrícolas para pequenos produtores; e desenvolver máquinas para novas culturas e para culturas já estabelecidas, mas que não possuam soluções para pequenos produtores ou para regiões montanhosas.

#### I.4.5. Processamento e análise de imagens aplicados à agricultura

Linha de Pesquisa: Agricultura de Precisão

Responsável: Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto

##### Descrição

Quando a agricultura de precisão é aplicada na sua plenitude, fertilizantes, corretivos e pesticidas são aplicados usando dosagens variáveis. Para determinar a dosagem ótima de cada insumo é necessário conhecer a variabilidade espacial de muitos atributos associados ao solo e ao desenvolvimento das plantas. É importante conhecer qual ou quais fatores podem limitar a produtividade e qualidade da cultura e qual a melhor forma de tratar esses fatores limitantes. Portanto, para se aplicar a agricultura de precisão é necessário ter um sistema eficiente de monitoramento para detectar se as plantas estão sob algum tipo de estresse que pode afetar a produtividade e a qualidade do produto.

No contexto de monitoramento das culturas, o sensoriamento remoto, o sensoriamento proximal e sistemas de visão artificial se destacam como ferramentas de maior potencial de uso devido a possibilidade de amostragem não destrutiva e de se poder amostrar toda a área de interesse em uma taxa intensiva, limitada apenas pela resolução espacial do sistema. No sensoriamento remoto, o advento dos veículos aéreos não tripulados (VANTs), as limitações da resolução temporal e do custo de uma alta resolução espacial vem sendo superadas. No sensoriamento proximal, muito ainda se tem que fazer para o uso de sensores a nível de campo, com inteligência embarcada, se torne uma realidade, aproveitando todo o potencial que as pesquisas vêm apontando. Muitas questões ainda devem ser respondidas para que essas tecnologias possam ser utilizadas para um monitoramento temporal da lavoura, onde, por exemplo, a calibração radiométrica tem um papel primordial na geração de informações ao longo do tempo.

Dessa forma, o presente projeto tem como objetivo geral desenvolver sistemas e metodologias que usam imagens digitais multiespectrais dentro do contexto da agricultura de precisão. Para isso, os seguintes objetivos específicos deverão ser atingidos: desenvolver sistemas e metodologias para agricultura com base no Sensoriamento Remoto; desenvolver sistemas e metodologias para agricultura com base no Sensoriamento Proximal; desenvolvimento de sistemas de Visão Artificial.

##### Desenvolver sistemas e metodologias para agricultura com base no Sensoriamento Remoto

Para atingir este objetivo, os trabalhos são concentrados no desenvolvimento de ferramentas de sensoriamento remoto que utilizam imagens multiespectrais orbitais e suborbitais para monitoramento de diferentes culturas agrícolas: café, pastagens, milho, feijão e soja. As plataformas orbitais utilizadas: Landsat e Sentinel. As plataformas suborbitais utilizadas: veículo aéreo não tripulado com câmeras de 3 e 5 bandas. Diagnóstico de pragas, estimativa de produtividade, definição de zonas de manejo e caracterização nutricional têm sido o enfoque principal destas pesquisas.



## Desenvolver sistemas e metodologias para agricultura com base no Sensoriamento Proximal

Para atingir este objetivo, os trabalhos são concentrados no desenvolvimento de ferramentas de sensoriamento proximal que utilizam imagens e sensores óticos multiespectrais e espectrometria para monitoramento de diferentes culturas agrícolas: café, pastagens, milho, feijão e soja. São utilizadas câmeras de 3 e 5 bandas espectrais, câmeras coloridas, smartphones, espectrorradiômetro. Diagnóstico de pragas e caracterização nutricional têm sido o enfoque principal destas pesquisas.

## Desenvolver de sistemas de Visão Artificial

Para atingir este objetivo, os trabalhos são concentrados no desenvolvimento de sistemas de visão artificial, onde, além do processamento, a análise da imagem é de suma importância para que o sistema tenha “inteligência”. Os dados são oriundos de diferentes sensores (câmeras portáteis, smartphones, scanner de mesa e espectrorradiômetro). Diagnóstico de pragas, caracterização nutricional e classificação de produtos agrícolas têm sido o enfoque principal destas pesquisas.

#### I.4.6. Desenvolvimento e avaliação de sistemas de mecanizados para a produção agrícola e florestal

Linha de Pesquisa: Máquinas Agrícolas

Responsável: Prof. Haroldo Carlos Fernandes

##### Descrição

A mecanização agrícola e florestal torna-se a cada dia que passa mais importante para resolver o problema da escassez de mão-de-obra no campo. Como um menor contingente de mão-de-obra, a saída é o aumento da produtividade do trabalhador e isso é possível com a adoção de sistemas mecanizados. Esses sistemas mecanizados vêm sendo aprimorados ao longo do tempo visando melhorar a qualidade das operações realizadas, permitindo se produzir mais utilizando menos recursos, e visando dar melhores condições de trabalho, buscando um maior conforto e maior segurança para quem trabalha no campo.

O cultivo convencional durante anos desempenhou um papel importante na evolução da agricultura, possibilitando alto rendimento das lavouras e redução da competição com plantas daninhas. Contudo, a utilização do sistema convencional se mostra insustentável devido aos problemas relacionados ao uso dessa técnica, como ruptura excessiva do solo, aumento da erosão, redução da eficiência dos recursos hídricos, elevadas taxas de combustíveis fósseis e insumos energéticos.

Por isso, práticas agrícolas conservacionistas têm sido empregadas em todo o mundo, principalmente, por diminuir o impacto das operações agrícolas sobre os recursos naturais e, ainda, conseguir otimizar a produtividade. A redução das práticas de plantio convencional e a aplicação de sistema conservacionistas, estão atreladas ao desenvolvimento e a introdução de fitossanitários mais eficientes para o controle de pragas e doenças em geral.

No Brasil, a abordagem conservacionista amplamente adotada nas lavouras do país é o sistema de plantio direto, considerado um sistema com capacidade de melhorar a sustentabilidade do meio ambiente e desenvolvimento agrícola. O plantio direto pode ser definido como a atividade de semeadura ou cultivo com mínimo preparo físico do solo, mantendo na superfície do solo os restos da cultura anterior. As novas premissas impostas pela prática do plantio direto instituíram a necessidade da concepção de novas tecnologias e máquinas específicas que fossem adequadas, especialmente, para o processo de semeadura.

As operações de semeadura exigem a utilização de um conjunto trator-semeadora, o que pode expor os operadores a níveis de vibrações inadequados, visto que, a frequência de partes do corpo humano como o tronco (4 a 8 Hz) acaba sendo semelhante a valores de frequência de operação do trator (1 – 7 Hz) promovendo, assim, o efeito de ressonância sobre o corpo humano. Ressonância é um fenômeno físico que ocorre quando os valores de frequência natural de vibração de um determinado sistema são coincidentes as frequências de excitação impostas, provocando o aumento das amplitudes de vibração.

Os valores de vibrações mecânicas são influenciados por aspectos vinculados ao funcionamento do trator acoplado ao implemento agrícola e, pela rugosidade e uniformidade da superfície de operação. No Brasil, recomendações preventivas e aspectos relacionados à insalubridade de atividades e operações com exposição ocupacional diária a vibração de corpo inteiro estão previstos na Norma Regulamentadora (NR) nº 15. No entanto, a NR 15 não se refere a

valores de exposição à vibração, a base teórica para a tolerância é definida por normas internacionais ISO 2631 que definem níveis de ação e limites de exposição a vibrações do corpo inteiro e a ISO 5349 que estabelece níveis para exposição de vibrações em mãos e braços.

Modelos práticos para verificação de níveis de vibração, normalmente, utilizam transdutores de aceleração próprios para medição de vibração nos três eixos X, Y e Z, e posteriormente, é realizado a combinação dos valores encontrados em um único vetor de aceleração, conforme ISO 2631.

Diversos autores investigaram as características de vibração de um trator e verificaram a partir dos resultados práticos se as equações formuladas com base no modelo matemático proposto eram adequadas para descrever o sistema. Foram desenvolvidos e avaliados modelos de vibração de tratores a fim de prever vibrações induzidas pela irregularidade do terreno transmitidas a base do assento do operador, possibilitando, desta forma, a utilização do modelo para simular testes necessários para projetos de sistema de suspensão para assentos. mobilização do solo.

Portanto, considerando que na operação de plantio direto existem diversas variáveis que influenciam diretamente nos valores de vibração que, por consequência, podem alterar os níveis de exposição dos operados a vibração, faz-se necessário um estudo mais específico sobre o assunto e que possibilite a utilização de simulações computacionais posteriores para avaliações em diferentes condições de ambiente.

Um dos objetivos do projeto é avaliar e simular os níveis de vibração de um conjunto trator- semeadora-adubadora trabalhando em regime de plantio direto, considerando a influência de velocidades operacionais e pressões internas dos pneus. Especificamente, busca-se: a) caracterizar os parâmetros geométricos, físicos e mecânicos de solo e do conjunto trator semeadora-adubadora em regime de plantio direto; b) determinar e avaliar a influência da variação dos valores de velocidade operacional e pressão interna dos pneus nos valores obtidos de vibração durante a semeadura em regime de plantio direto; c) determinar os valores de transmissibilidade de vibração entre os eixos traseiros e dianteiros do trator e o assento; d) modelar e simular o conjunto trator semeadora-adubadora a fim de entender a magnitude da vibração; f) avaliar se os níveis de vibração encontrados para o assento encontram-se em conformidade com a Norma técnica ISO 2631.

Na área florestal, os trabalhos desenvolvidos no âmbito desse projeto têm estado voltados para análise de máquinas nas operações de colheita. Os trabalhos visam a melhoria de desempenho das máquinas e o estudo envolvendo o conforto e a segurança por parte dos operadores dessas máquinas.

#### I.4.7. Desempenho de máquinas agrícolas e qualidade das operações mecanizadas

Linha de pesquisa: Máquinas Agrícolas

Responsável: Prof. Marconi Ribeiro Furtado Júnior

##### Descrição

A introdução e a adequação de máquinas ao processo de produção agropecuário são de fundamental importância para a melhoria da qualidade e do rendimento das etapas produtivas. O mercado de equipamentos agrícolas conta com uma grande variedade de itens que visam atender as diversas demandas do setor, o que leva a uma preocupação acerca da qualidade geral desses produtos. A qualidade geral de um equipamento pode ser medida por meio de ensaios específicos com a finalidade de verificar se a máquina realiza de modo satisfatório a sua função.

O objetivo do projeto de pesquisa é a realização de ensaios e avaliações em máquinas agrícolas visando o levantamento de informações sobre seu desempenho energético e operacional, gerando banco de dados e publicações científicas para subsidiar trabalhos futuros, além de fornecer informações para orientar os usuários diretos dos produtos.

Para a realização das avaliações de desempenho, normas e padrões com ampla aceitação nacional e internacional são utilizados, além de metodologias ajustadas para atender situações mais específicas e não contempladas pela documentação existente. São utilizados sistemas sensores para monitoramento dos parâmetros de interesse e a aquisição dos dados realizada por sistemas eletrônicos que permitem explorar melhor as informações obtidas. Conforme a necessidade de adaptação, também podem ser desenvolvidos sistemas eletrônicos mais específicos para sensoriamento. Os dados obtidos na experimentação são convertidos em índices de desempenho para caracterizar a qualidade de tratores, colhedoras e demais máquinas agrícolas no desenvolvimento de suas funções. Os índices de desempenho podem ser submetidos a testes de controle de qualidade e de capacidade global do processo, gerando informações para orientar modificações na concepção do projeto das máquinas e/ou no modo operacional desses equipamentos.

#### I.4.8. Tecnologias para aplicação de defensivos agrícolas

Linha de pesquisa: Engenharia e Aplicação de Defensivos Agrícolas

Responsável: Marconi Ribeiro Furtado Júnior

##### Descrição

A produção agrícola moderna utiliza de vários insumos para garantir a sanidade e a produtividade de culturas que atendem à demanda da humanidade por alimento, fibras e energia. Os defensivos são fundamentais para reduzir a níveis adequados a infestação das culturas por pragas, doenças e plantas daninhas, provendo melhor qualidade e maior quantidade dos produtos agrícolas. A aplicação de defensivos deve ser realizada de forma criteriosa para garantir a eficiência do processo e minimizar os potenciais danos à saúde e ao meio ambiente, o que torna relevante o desenvolvimento de estudos sobre as técnicas de aplicação.

O objetivo do projeto de pesquisa é o desenvolvimento estudos holísticos sobre a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, visando à identificação de problemas relacionados ao uso desses produtos e buscando as soluções adequadas para garantir um emprego eficiente e eficaz dos produtos aplicados nas lavouras.

São realizados estudos sobre o espectro de gotas produzido por dispositivos atomizadores, utilizando analisadores de partículas a laser para identificar a homogeneidade e a qualidade do espectro. São conduzidos trabalhos para identificar a dinâmica do espectro de gotas na atmosfera, criando parâmetros para caracterizar o alcance adequado das gotas no alvo planejado para as aplicações, tornando-as mais eficientes e eficazes, além da busca por técnicas que reduzam a deriva e a evaporação das gotas. A natureza dos produtos aplicados, de forma isolada ou em associações com outras substâncias, também é analisada em razão da importância que as características físico-químicas apresentam no contexto da aplicação. Os equipamentos utilizados para aplicação também são abordados no contexto do projeto, abrindo segmentos avaliação de plataformas terrestres e aéreas empregadas na distribuição dos produtos. Sob o prisma mais tecnológico, estudos com drones, robôs e plataformas controladas remotamente são também conduzidos para mensuração da viabilidade técnica, econômica e comercial.

#### I.4.9. Desenvolvimento de máquinas para a colheita de café em áreas de montanha

Linha de pesquisa: Máquinas Agrícolas

Responsável: Prof. Mauri Martins Teixeira

##### Descrição

O estado de Minas Gerais ocupa lugar de destaque na produção de café arábica, sendo responsável por, aproximadamente, 69% da safra brasileira, tendo como uma das principais regiões produtoras a “Região da Zona da Mata”. Esta região apresenta topografia montanhosa, com altitudes que variam de 600 a 1200 metros, apresentando temperaturas mais amenas, favorecendo a produção de cafés de qualidade.

A colheita de café pode ocorrer de forma manual, semimecanizada ou mecanizada. A colheita dos frutos do café está dividida em seis operações: arruação, derriça, varrição, recolhimento, abanação e transporte.

A colheita de café na região de montanha é feita, atualmente, de forma manual e semimecanizada, por meio de derriçadoras portáteis. Análises já realizadas sobre o processo de derriça mecânico constataram o elevado rendimento no trabalho da colheita com o uso desses equipamentos. No Sul de Minas Gerais, a derriça sobre o chão ou panos é bastante utilizada, principalmente em pequenas e médias propriedades.

A derriça sobre pano consiste na utilização de um lençol por baixo da planta de café, evitando que os frutos tenham contato com a terra e com frutos caídos. A abanação é importante pois possibilita uma melhor separação de ramos e folhas, e ainda, simplifica as operações de transporte e lavagem. Tudo isso contribui para a melhoria da qualidade do produto.

Contudo a prática da “derriça no pano” possui um baixo rendimento resultando em elevado custo de produção. Outro agravante são as condições que os trabalhadores estão submetidos, sendo um trabalho árduo e desconfortável. Pesquisas já realizadas demonstraram que a colheita de café é a subtarefa que apresenta maior repertório de combinações posturais. Esta grande variabilidade de repertório postural é decorrente, tanto da distribuição dos frutos por toda a planta, com implicação direta nas posturas adotadas na colheita, como na variabilidade de ações operacionais nesta subtarefa.

Uma enorme dificuldade na colheita de café é a escassez de mão de obra. Com isso, há uma grande demanda de trabalhadores para colheita que eleva os custos de produção. A pouca oferta de mão de obra contribui para o aumento do tempo de colheita. Este excesso de tempo gasto na colheita faz com que os frutos percam qualidade, levando a uma queda no preço de mercado do produto.

As pesquisas desenvolvidas no âmbito desse projeto visam desenvolver máquinas para a derriça e o recolhimento do café para regiões montanhosas. Para isso, técnicas de modelagem que visam construir um modelo virtual da máquina estudada são utilizadas. Dependendo a máquina em desenvolvimento utilizam-se técnicas de análise envolvendo simulação de sistemas mecânicos e análise por elementos finitos. Protótipos das máquinas são construídos utilizando a estrutura da Área de Mecanização Agrícola. Testes de campo são realizados para avaliar o desempenho do protótipo. Os trabalhos realizados no âmbito desse projeto já resultaram em cinco pedidos de patentes.



#### I.4.10. Desenvolvimento e análise de sistemas de aplicação de defensivos

Linha de pesquisa: Engenharia de Aplicação de Defensivos Agrícolas

Responsável: Prof. Mauri Martins Teixeira

##### Descrição

A crescente demanda pela produção de alimentos tem feito com que pesquisadores e empresas busquem o desenvolvimento de tecnologias para aumentar a produtividade dos sistemas de produção agrícola. Nesse sentido, a utilização de defensivos agrícolas tem trazido uma importante contribuição pois permitem reduzir o estresse produzidos por pragas e doenças antes que essas venham causar perda de produtividade. Para que os defensivos tenham eficiência no combate a pragas e doenças é importante se ter máquinas e sistemas de aplicação que distribuam de forma uniforme e com o mínimo de perdas o produto a ser aplicado. Os sistemas de aplicação defensivos têm evoluído muito, máquinas de aplicação autopropelidas, aplicadores utilizando veículos aéreos não tripulados e sistemas de aplicação à taxa variada de defensivos são exemplos dessa evolução. Entretanto, devido à grande variabilidade das condições de cultivo e ao grande número de variáveis que afetam o desempenho dos sistemas de aplicação muito ainda precisa ser desenvolvido.

As pesquisas desenvolvidas nesse projeto de pesquisa visam desenvolver e avaliar os sistemas de aplicação de defensivos agrícolas buscando aumentar o desempenho operacional. Os trabalhos realizados têm envolvido a automatização de pulverizadores pneumáticos e hidropneumáticos, a avaliação de pontas de pulverização, desenvolvimento de sistemas eletrônicos para monitoramento e controle da pulverização, análise das perdas de defensivos por evaporação e por deriva, dentre outros.



## I.5. Projetos de pesquisa da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais

### I.5.1. Qualidade ambiental pelo tratamento de resíduos e recuperação de recursos

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos  
Responsável: Prof. André Pereira Rosa

#### Descrição

As ações humanas, atividades industriais e agrícolas são responsáveis pela geração de resíduos e efluentes; alternativas devem ser propostas com o intuito de garantir a proteção ambiental e qualidade de vida da população, muitas vezes expostas às mais diversas fontes de poluição.

Para tanto, o emprego de alternativas tecnológicas de baixo custo e simplicidade operacional que atendam aos conceitos de economia circular e recuperação de recursos são de extrema importância. A digestão anaeróbia figura como uma via de tratamento de resíduos que atende a estas premissas, sendo indicada como forma de tratamento de resíduos no meio rural e ambientes agrícolas. Os principais subprodutos do tratamento anaeróbio são o biogás, lodo, espuma e digestato, os quais quando recuperados de forma adequada podem trazer benefícios ambientais e financeiros, assim como promover a recuperação ambiental pela redução da disposição de poluentes nos cursos d'água e no solo.

Para o desenvolvimento de estudos aplicados com este escopo, são propostas pesquisas a serem desenvolvidas de forma isolada ou conjunta nas seguintes temáticas:

- (i) Estudos sobre qualidade da água: impactos ambientais do lançamento de águas residuárias em cursos d'água e aspectos associados ao uso e ocupação do solo;
- (ii) Digestão anaeróbia de resíduos e recuperação de energia: aprimoramento operacional de reatores anaeróbios tratando águas residuárias, desenvolvimento de modelos matemáticos para estimar a produção e energia contida nos subprodutos do tratamento anaeróbio e recuperação de recursos;
- (iii) Tratamento de águas residuárias por sistemas simplificados e descentralizados: estudos sobre alternativas tecnológicas simplificadas no meio rural e ambientes agrícolas.

## I.5.2. Tecnologias verdes para o tratamento de águas e resíduos

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental, Tratamento de Resíduos e Recuperação de Recursos  
Responsável: Prof. Alisson Carraro Borges

### Descrição

As ações de saneamento, como tratamento de água e resíduos, promovem a melhoria da qualidade de vida de uma maneira geral, refletindo positivamente na saúde pública com diminuição de problemas advindos de doenças relacionadas à sanidade do meio. De maneira indireta, o tratamento de água e resíduos contribui para a manutenção de um ambiente sadio, com bom uso dos recursos naturais. A agricultura, especificamente, demanda por água e solo em condições apropriadas para a produção de alimentos para uma população crescente, que também demanda por mais energia quando comparada às gerações anteriores.

O setor de saneamento no Brasil ainda carece de expressivos avanços, principalmente no em relação ao tratamento de esgotos. A ausência ou ineficiência de saneamento causa perdas econômicas e ambientais. A necessidade de tecnologias que se mostrem sustentáveis é prioritária, quando avaliados não só a eficiência de tratamento de água ou resíduos, mas também quando considerados os subprodutos e a demanda energética das opções existentes. Tais tecnologias têm sido referidas na literatura como sistemas de “saneamento focado em recursos”, “saneamento sustentável” ou “saneamento ecológico”.

Face ao exposto, o estudo da viabilidade de uso das chamadas “tecnologias verdes” no saneamento é tópico importante. No escopo deste projeto serão estudadas tecnologias que utilizem de plantas para tratamento de águas e resíduos com possível recuperação de recursos energéticos (biogás) ou fertilizantes (nitrogênio e fósforo). O objetivo geral do projeto é avaliar, em laboratório e em campo, o desempenho destas espécies vegetais na remediação de águas e no tratamento de resíduos.

Para o cumprimento do objetivo estabelecido, serão estudadas, isolada ou conjuntamente, as seguintes tecnologias:

- (i) Fitorremediação de águas contaminadas, com uso de espécies vegetais hiperacumuladoras de poluentes/nutrientes. Serão realizados testes estáticos em bateladas para otimização do processo e experimentos de campo, com *scale up* de protótipos de tanques de evapotranspiração e *wetlands* construídas, sistemas que usam a fitorremediação para o tratamento de águas e resíduos.
- (ii) Coagulação/floculação para tratamento de águas e resíduos, com uso de auxiliares de coagulação extraídos de espécies vegetais e de resíduos da agricultura e agroindústria. Serão realizados estudos com uso de métodos de superfície de resposta para obtenção da melhor dosagem dos auxiliares, quando consideradas as variáveis resposta desempenho e custo.
- (iii) Digestão anaeróbia para recuperação de energia advinda da biomassa excedente (lodo de excesso ou parte aérea das plantas) produzida nas tecnologias supracitadas.
- (iv) Aproveitamento agrícola dos nutrientes extraídos dos resíduos tratados com o uso das tecnologias de fitorremediação e coagulação/floculação. Serão realizados experimentos para avaliação agrônômica do potencial nutritivo e da toxicidade do lodo da coagulação/floculação e da biomassa oriunda da fitorremediação.

### I.5.3. Irrigação de precisão no manejo de culturas agrícolas

Linha de Pesquisa: Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada

Responsável: Profa. Catariny Cabral Aleman

#### Descrição

A demanda hídrica não suprida pela irregularidade da chuva na produção agrícola pode ser suplementada com o uso da irrigação. Com a utilização dessa técnica é possível atingir maiores produtividades e manter a periodicidade de cultivo ao minimizar o estresse potencial causado pela falta de água. O abastecimento limitado da água exige inovações destinadas ao seu manejo responsável, otimizando o uso deste recurso na agricultura irrigada com a aplicação correta da lâmina de irrigação.

A Irrigação de Precisão, Irrigação Digital ou Irrigação 4.0 tem por objetivo fornecer com exatidão a água necessária para o bom desenvolvimento da cultura em tempo hábil e com a maior uniformidade espacial possível. Várias são as ferramentas disponíveis para otimizar a aplicação da lâmina de irrigação, atendendo a variabilidade das áreas agrícolas e demanda das culturas. Entre elas destacam-se as medições em tempo real do solo e clima, e os modelos para previsão da quantidade de água a ser aplicada na cultura.

O desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão de irrigação inteligente, para substituir os modelos manuais e auxiliar agrônomos especialistas, vem sendo estudados para o manejo eficiente com a disponibilização de informações precisas sobre as necessidades de água da cultura. A utilização de sensoriamento remoto na agricultura irrigada é uma alternativa para avaliar as condições hídricas das culturas e estimar a demanda hídrica. Imagens orbitais, aéreas ou proximais facilitam a espacialização de áreas agrícolas com tamanhos variados e auxiliam na tomada de decisão a partir do processamento das informações captadas pelos sensores.

A utilização de imagens aéreas para o monitoramento da irrigação no campo, seja por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) com sensores especializados ou pela análise de dados, oriundas de satélites, permitem o monitorar contínuo da necessidade da cultura. Os VANTs possuem a praticidade por permitirem a obtenção de imagens diárias e maior resolução espacial. É possível determinar índices de vegetação (IV), pela refletância do dossel em diferentes comprimentos de onda eletromagnética. Assim, pode-se estimar o coeficiente de cultivo ( $K_c$  e  $K_{cb}$ ) utilizando as variáveis biofísicas da cultura, as equações que relacionam o alvo e a fração de cobertura do solo e os valores obtidos do índice de vegetação.

As pesquisas desenvolvidas no âmbito desse projeto de pesquisa têm os seguintes objetivos:

- (i) Desenvolver um modelo de aprendizado de máquina para predição da lâmina de água a ser aplicada em culturas agrícolas.
- (ii) Avaliar o desempenho do sensoriamento remoto aéreo na estimativa do  $k_c$  da cultura.
- (iii) Avaliar o comportamento espectral de culturas agrícolas por meio de sensores multiespectrais para determinar índices de vegetação.
- (iv) Gerar modelos que englobem variáveis edafoclimáticas e índices de vegetação para prever a condição hídrica das culturas.

#### 1.5.4. Modelagem temporal e espacial da qualidade e quantidade da água em bacias hidrográficas utilizando sensoriamento remoto orbital e aprendizado de máquina

Linha de Pesquisa: Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos

Responsável: Prof. Demetrius David da Silva

##### Descrição

Entender a dinâmica da produção, transporte e deposição de sedimentos, assim como o regime de variação de vazões dos cursos de água, é de interesse estratégico em diversas áreas do conhecimento, pois a concentração de sedimentos em corpos hídricos é a principal causa de problemas relacionados com a qualidade da água, assoreamento de rios e reservatórios e, também, com enchentes e inundações em áreas urbanas e rurais. No entanto, a obtenção em campo de dados quali-quantitativos é bastante trabalhosa e onerosa, o que dificulta o estabelecimento de uma base de dados detalhada e contínua.

Desta forma, o objetivo deste projeto de pesquisa é modelar o fluxo temporal e espacial de sedimentos e o regime de variação de vazões em nível de bacias hidrográficas utilizando sensoriamento remoto orbital e modelos de aprendizado de máquina, identificando ainda os principais fatores que influenciam no aporte e ressuspensão de sedimentos na calha dos rios.

A modelagem da concentração superficial de sedimentos vem sendo realizada com base em duas metodologias distintas. A primeira aborda a utilização de sensoriamento remoto, em que são empregados os sensores da constelação Sentinel 2, MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) e OLI (Operational Land Imager)/Landsat 8 para os períodos seco e chuvoso. A análise é feita com base na relação entre a refletância estimada pelo satélite e aquela medida em campo pelo projeto de Monitoramento Hidrológico por Satélite (HidroSat). A segunda metodologia aborda a aplicação de modelos baseados em aprendizado de máquina para a predição da concentração superficial de sedimentos a partir de informações de vazão fluvial, precipitação, uso e cobertura da terra, geologia, pedologia e declividade. Está irá auxiliar no entendimento dos principais fatores que têm influenciado no aporte de sedimentos em bacias hidrográficas. Também tem sido utilizado o critério de Shields para verificar a velocidade de escoamento superficial que resulta na ressuspensão dos sedimentos depositados nas calhas dos rios, visando estabelecer uma relação entre o volume precipitado e aumento da velocidade fluvial, a qual poderá servir de alerta para as estações de tratamento de água ao longo da calha dos rios de diversas bacias hidrográficas brasileiras.

A modelagem quantitativa visando a identificação do regime de variação de vazão dos cursos de água em nível de bacia hidrográfica, assim como a disponibilização de séries históricas de dados fluviométricos contínuas e confiáveis objetivando a utilização em diversos estudos hidrológicos, como outorga de uso de água, regularização de vazões, estimativas de eventos extremos máximos para fins de dimensionamento de obras hidráulicas, dentre outros, usa como base os modelos de aprendizado de máquina, que contribuem com o desenvolvimento de estratégias que permitam minimizar as limitações associadas ao processo de medição de vazão em estações fluviométricas convencionais, principalmente daquelas localizadas a jusante de reservatórios e, conseqüentemente, sob influência do regime de operação dos mesmos.

A utilização das técnicas de aprendizado de máquina representa uma ferramenta em potencial para compreensão das alterações provocadas no regime de vazões de uma bacia hidrográfica avaliando, de maneira mais confiável, a existência de tendências no seu

comportamento, o que contribui para a minimização dos impactos negativos nas bacias hidrográficas.

### I.5.5. Consumo hídrico em cultivos agrícolas utilizando diferentes técnicas de manejo

Linha de Pesquisa: Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada  
Responsável: Prof. Fernando França da Cunha

#### Descrição

Tecnologias que visam a redução do consumo hídrico nos cultivos agrícolas devem ser constantemente criadas e aprimoradas. Atualmente existem diferentes técnicas que podem ser utilizadas de formas isoladas e/ou combinadas, merecendo destaque a (i) utilização de cobertura do solo; (ii) secamento parcial do sistema radicular e (iii) estômato aberto. Nos cultivos que recebem estas técnicas, as avaliações do consumo hídrico e do desempenho das plantas são necessárias. Além disso, os coeficientes técnicos devem ser obtidos para serem recomendados aos agricultores.

Diante do exposto, as pesquisas desenvolvidas nesse projeto têm por objetivo avaliar o consumo hídrico de culturas agrícolas conduzidas em diferentes manejos e determinar os coeficientes técnicos para gestão da irrigação. São estudadas diferentes culturas agrícolas, divididas em três grupos: (i) olerícolas (abobrinha italiana, alface, batata, cenoura, couve folha, morango, pimentão, rabanete e rúcula), (ii) grãos (feijão e milho) e (iii) fruteiras (mamão e physalis). No manejo utilizando cobertura do solo, o material será o papel reciclado, por ser biodegradável e não poluir o ambiente. Este estudo será conduzido na Estação Lisimétrica do DEA-UFV. As irrigações e medições de drenagem serão feitas diariamente para cálculo da evapotranspiração diária da cultura. Com os valores de evapotranspiração da cultura e de referência, obtida nos lisímetros que são ocupados com grama, são obtidos os valores de coeficiente de cultura ( $K_c$ ). O índice de vegetação NDVI é obtido por meio de um sensor GreenSeeker e, posteriormente, é utilizado para modelagem do  $K_{cNDVI}$ . No manejo utilizando o secamento parcial do sistema radicular, os tratamentos são constituídos na percentagem de redução de 50 e 35% da lâmina bruta (LB) com frequências de alternância do lado irrigado de 0, 7, 14 e 21 dias. No manejo por estômato aberto, são avaliados quatro regimes de irrigação, ou seja, com turnos de rega de 1, 3, 5, e 7 dias. Nestes experimentos, o manejo da irrigação é realizado via solo, utilizando um medidor eletrônico de umidade (HidroFarm). As correções químicas do solo, o controle de plantas daninhas, pragas e doenças são realizados conforme a literatura. Além do consumo hídrico, são avaliados os parâmetros de crescimento, fisiológicos e produtivos das culturas agrícolas. Os dados serão submetidos ao teste F da análise de variância. Posteriormente será feita a comparação de médias pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Para os fatores quantitativos, são testados modelos lineares e quadráticos. A seleção do modelo é feita com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 0,05 de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no fenômeno biológico.

Nos trabalhos de manejo de irrigação, a evapotranspiração de uma superfície vegetada (ET) é um parâmetro fundamental para realizar o manejo da irrigação via clima. A ET pode ser obtida por meio da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). A metodologia de Penman-Monteith (PM), devido ao seu bom desempenho em diversas condições climáticas, é considerada padrão para estimativa da ET<sub>o</sub>. No entanto, por requerer vários dados meteorológicos, a sua aplicação é limitada. Assim, metodologias que requerem menor número de variáveis meteorológicas, podem ser utilizadas. A ET também pode ser obtida por meio de dados provenientes de sensoriamento remoto, sendo possível estimar a demanda hídrica dos cultivos agrícolas com boa resolução espacial.

Os trabalhos de pesquisas associados à evapotranspiração nesse projeto de pesquisa têm por objetivo utilizar técnicas de aprendizado de máquina e dados de sensoriamento remoto para alcançar estimativas confiáveis de ET. Para isto, são utilizados dados meteorológicos diários de 203 estações meteorológicas do INMET-BDMEP distribuídas em todo o Brasil. A ETo diária, estimada pela equação de PM com dados diários completos, é utilizada como padrão para desenvolvimento e avaliação dos modelos em estudo. São avaliadas e calibradas equações empíricas tradicionalmente utilizadas para estimativa da ETo com dados meteorológicos limitados. Algumas das equações empíricas utilizadas são: Hargreaves-Samani, Oudin, Hamon; Romanenko; Schendel; Makkink; Jensen-Haise e modelos de PM com dados faltantes. Estas equações necessitam apenas de temperatura e/ou umidade relativa do ar como parâmetros de entrada. São desenvolvidos e avaliados modelos de machine learning, de forma isolada e combinada (stacked generalization) e modelos de deep learning (redes neurais convolucionais e redes long short-term memory) para estimativa da ETo diária utilizando dados meteorológicos limitados (temperatura e umidade relativa do ar). Para obtenção da ET, são utilizados o algoritmo SAFER e imagens dos sensores do satélite Landsat-8. Utilizando modelos de machine learning, a ET também é obtida por meio de imagens que não apresentam informações do espectro termal (Sentinel 2). São verificadas se as imagens provenientes dos satélites Landsat-8 e Sentinel 2A e 2B podem ser utilizadas conjuntamente em um monitoramento visando elevar a frequência temporal da estimativa da ET. A ET também é obtida por meio de produtos de sensoriamento remoto, como exemplo, o produto MOD 16. Para isso, modelos de machine learning são utilizados na modelagem e previsão da ET.

### I.5.6. Agricultura irrigada: análise técnica, econômica e ambiental

Linha de Pesquisa: Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada

Responsável: Everardo Chartuni Mantovani

#### Descrição

A demanda de alimentos no mundo não para de crescer. Estudos da FAO estimam uma população superior a nove bilhões de habitantes em 2050 e uma necessidade de expandir a produção de alimentos entre 60% e 70%, sendo que 90% desse valor deverão vir do aumento de produtividade ou do aumento do número de safras anuais, e apenas 10% do aumento da área plantada. Neste contexto, existe o consenso de que a expansão da agricultura irrigada brasileira e mundial é a base para que estas demandas sejam atendidas.

Na agricultura tropical, os ciclos de produção são definidos pela disponibilidade hídrica, onde o processo de produção depende da ocorrência das chuvas, que nem sempre ocorrem no momento e na quantidade desejadas. Neste contexto, a agricultura irrigada é uma opção de grande importância para intensificar a produção e ampliar a produtividade de uma determinada área, tornando uma tecnologia única para obter ganhos expressivos na produção, aumentar produtividade, gerar empregos e renda e, conseqüentemente, viabilizar o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Esta intensificação da produção, também otimiza o uso da terra e dos ativos (máquinas, sistema de beneficiamento, infraestrutura em geral, etc.), gerando benefícios adicionais para os agricultores, o que reforçam a forte demanda por sua expansão e desenvolvimento tecnológico.

A agricultura irrigada brasileira avançou do total de 1,5 milhões de hectares em 1980, para cerca de 3 milhões de hectares irrigados em 1999 e 8,2 milhões de hectares irrigados em 2020, ou seja, a área irrigada no Brasil dobrou a cada 20 anos aproximadamente. É importante salientar que o desenvolvimento da agricultura irrigada nos últimos 20 anos se deu dentro da nova política nacional de recursos hídricos, criada com a Lei federal nº 9.433 de 08/01/1997, uma das mais modernas do mundo e condizente com o novo status da água, que diz, em resumo: *“A água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, sendo seu uso prioritário, em condições de escassez, para consumo humano e dessedentação de animais”*.

Para organizar e priorizar ações de governança foram criados em 2019 os Polos de Irrigação no Brasil, que tem como objetivos a implementação das ações, considerando a expansão da área irrigada, a partir da identificação de problemas e de superação de entraves locais, melhoria do ambiente produtivo, por meio da adoção de metodologia de planejamento local e setorial e da criação de uma governança. Fazem parte da estratégia de aproximar a Política Nacional de Irrigação do setor privado, o Ministério do Desenvolvimento Regional. Até o momento foram instituídos seis polos, com destaque os polos de Irrigação do Planalto Central de Goiás, do Oeste da Bahia e do Sul de Mato Grosso já implantados e do Noroeste de Minas Gerais em implantação.

É importante considerar que agricultura irrigada atual, nos polos citados e em outros locais, devem estar conectadas com a sustentabilidade ambiental, econômica e social. Neste contexto, é fundamental dispor de informações técnicas para dar suporte a todo este processo, com informações estratégicas do sistema de produção, eficiência de irrigação, aspectos econômicas, sociais e relacionado ao meio ambiente, foi estruturado o projeto que tem como objetivo geral melhorar o conhecimento relacionado a agricultura irrigada no que se refere ao manejo da irrigação,



eficiência da irrigação, recursos hídricos, energia, produtividade, aspectos econômicos, análise de viabilidade, a variabilidade da produtividade.

Com o desenvolvimento do projeto espera-se de forma efetiva atingir os seguintes objetivos específicos junto aos Polos de Agricultura Irrigada citados e para outras regiões:

- a) Definir critérios de manejo das culturas irrigadas com vistas a otimização da produtividade, da água, energia e mão de obra;
- b) Parametrizar, calibrar e validar modelos de crescimento e desenvolvimento das culturas e em especial o AquaCrop da FAO;
- c) Desenvolver modelos de estimativa da evapotranspiração atual, desenvolvimento vegetativo e produtividade das culturas através de sensoriamento remoto com sensores multiespectrais via satélite e VANT,
- d) Analisar os resultados medidos em campo e estimados pelos modelos através de aplicação da análise “*Yield Gap*”, para quantificar a eficiência agrícola, identificar suas causas e sugerir intervenções para elevá-las.
- e) Avaliar os indicadores econômicos em áreas irrigadas e de sequeiro e os impactos econômicos da utilização da irrigação em sistemas de produção.
- f) Caracterizar o estado da arte da agricultura irrigada implantada e em implantação nas regiões no que se refere a eficiência do uso da água e da energia, equipamentos utilizados e sistema de manejo da irrigação adotado e seus resultados.
- g) Avaliar a real utilização de água na irrigação em relação a outorga registrada e disponibilidade superficial e subterrânea;
- h) Avaliar a tarifação e demanda real de energia elétrica na irrigação, sua utilização, custo e impacto no custo na irrigação e de produção.
- i) Avaliar o potencial uso de energia fotovoltaica em condições parciais (*on grid*) e total (*off grid*) na agricultura irrigada.
- j) Um amplo debate sobre a disponibilidade e gestão dos recursos hídricos na região Oeste da Bahia com todos envolvidos e interessados no tema, com destaque para os órgãos de gestão hídrica, ministério público, comitês de bacias, associações de produtores, pesquisadores e técnicos da área.
- k) Levantar informações secundárias e primárias, organizando uma base de dados referentes à agricultura irrigada, às águas superficiais e subterrâneas, análise da sua disponibilidade, uso e ocupação do solo, clima e outros fatores relacionados;
- l) Avaliar novas tecnologias para ampliar o potencial sustentável de crescimento e desenvolvimento da agricultura irrigada na região Oeste da Bahia.

### I.5.7. Avaliação e aprimoramento de ferramentas para melhoria da eficiência de irrigação

Linha de Pesquisa: Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada

Responsável: Dr. Lineu Neiva Rodrigues

#### Descrição

O Brasil se destaca como produtor e exportador de várias commodities agrícolas. É um dos maiores produtores mundiais de alimento, detendo 7,3% das exportações agrícolas mundiais. A irrigação é a principal usuária de recursos hídricos no Brasil. Considerando o atual cenário de uso da água e o aumento dos conflitos pelo uso de recursos hídricos, é necessário que haja um planejamento adequado da irrigação, levando-se em consideração os possíveis impactos de diferentes estratégias de manejo de irrigação no desenvolvimento sustentável da agricultura. Além de um bom planejamento, é fundamental melhorar a eficiência de irrigação. Qualquer estratégia que objetive melhorar a eficiência de irrigação deve priorizar o ajuste do manejo. Além de desenvolver coeficientes técnicos que representem as condições locais é importante o desenvolvimento de estudos que tenham uma visão mais integrada da bacia hidrográfica, que levem em consideração melhorias nos valores de eficiência do uso de água de irrigação (EUAi) e de produtividade de uso da água (PA). A irrigação com déficit controlado é uma das estratégias de irrigação existentes. Modelos computacionais que utilizam dados de sensoriamento remoto vem ganhando espaço nos estudos relacionados ao manejo de irrigação em grandes áreas. Algoritmos que utilizam dados de sensoriamento remoto são utilizados em estudos de irrigação e relacionados à gestão de recursos hídricos. Por meio de imagens de Unmanned Aerial Systems – UAS, é possível estimar a evapotranspiração de referência de forma precisa. A irrigação de precisão, apesar de mais recente e ainda pouco estudada, é outra estratégia com grande potencial de contribuir para melhorar a eficiência de irrigação.

Assim, o presente projeto de pesquisa tem por objetivo avaliar e aprimorar ferramentas que contribuam para aumentar a eficiência de irrigação.

Para isto, serão avaliados e aprimorados sensores e modelos matemáticos e definidas estratégias de irrigação que possam subsidiar o planejamento e manejo de recursos hídricos em bacias hidrográficas. A evapotranspiração atual será estimada por sensoriamento remoto por meio do modelo SSEBop. Como dado de entrada, o modelo utiliza dados multiespectrais na faixa do visível e do infravermelho, e termal. Os dados multiespectrais e termais serão obtidos por meio de imagens de satélite e por meio de aeronave não tripulada. Diferentes estratégias serão utilizadas para estimativa do estresse hídrico planta, como, por exemplo, a temperatura do dossel da cultura.

### I.5.8. Manejo de irrigação de culturas agrícolas e pastagens

Linha de Pesquisa: Manejo de Água/Planta na Agricultura Irrigada

Responsável: Prof. Rubens Alves de Oliveira

#### Descrição

O manejo da irrigação consiste em aplicar água para as plantas no momento certo e na quantidade adequada, em consonância com o uso apropriado dos demais fatores de produção, visando maximizar a produtividade das culturas.

As tecnologias de manejo da irrigação proporcionam aumento da eficiência do uso da água, resultando em maior produtividade das culturas, economia de energia, redução de impactos ambientais e aumento da renda do produtor rural.

O Irrigâmetro é uma tecnologia de manejo da irrigação desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa, detentora da patente. O aparelho possibilita estimar diretamente a evapotranspiração da cultura, em qualquer estágio de desenvolvimento, devendo ser previamente ajustado para os tipos de solo e de cultura e para as características do equipamento de irrigação existentes na propriedade agrícola. A sua operação é muito simples, consistindo na abertura e no fechamento de válvulas existentes no aparelho.

A alteração na altura do evaporatório, um dos componentes do aparelho, permite efetuar o manejo da irrigação de maneira plena ou com déficit hídrico controlado. A irrigação com déficit controlado (Regulated Deficit Irrigation-RDI) é uma técnica que consiste em aplicar um certo nível de estresse hídrico no cultivo durante a fase fenológica menos sensível à falta de água, possibilitando diminuir o consumo desse recurso natural na agricultura sem ocasionar redução significativa da produtividade quando comparada ao manejo com irrigação plena por todo o ciclo da cultura.

As pesquisas desenvolvidas no âmbito deste projeto objetivam estudar o manejo da água de diversas culturas agrícolas e pastagens, cultivadas em diferentes condições edafoclimáticas, incluindo estabelecimento e crescimento de cobertura vegetal irrigada em áreas de recuperação ambiental, além do estudo da variação nos atributos físicos e químicos do solo e a resposta dos cultivos a estratégias de manejo específicas, envolvendo irrigação plena e com déficit hídrico controlado, sob diferentes sistemas de irrigação.

### 1.5.9. Modelagem hidrológica de bacias hidrográficas

Linha de Pesquisa: Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos

Responsável: Dr. Lineu Neiva Rodrigues

#### Descrição

Em várias regiões agrícolas do Brasil, já se observa o aumento das disputas pelo uso de recursos hídricos, principalmente em regiões, como Cerrado, onde a expansão de áreas irrigadas se deu com pouco planejamento e informações hidrológicas. Além disso, estudos considerando diferentes projeções de mudanças climáticas apontam diversos riscos para o desenvolvimento socioeconômico dessas regiões. Dentre os impactos esperados, pode-se citar o aumento da temperatura e a redução da precipitação, prolongamento da estação seca e redução da vazão disponível em cursos d'água. Para garantir o bem-estar social e o desenvolvimento sustentável dessas regiões é fundamental que se tenham informações técnicas suficientes para subsidiar o planejamento e a gestão de recursos hídricos. A complexa interação existente entre os diversos fatores, tais como as condições de clima, de cobertura e uso da terra, faz com que a aplicação de modelos matemáticos e computacionais seja a melhor alternativa para a estimativa das variáveis de interesse, especialmente em regiões desprovidas de adequado monitoramento. Esses modelos são ferramentas valiosas para o planejamento e gestão de recursos hídricos, pois possibilitam, dentre outras coisas, simular o impacto de diferentes fatores tais como o clima e o uso da terra na disponibilidade e demanda hídrica. A estimativa da quantidade e do período de disponibilidade de água em regiões não monitoradas ou com escassez de dados é um desafio de longa data para a hidrologia. A forma mais comum de se estimar a disponibilidade hídrica em regiões não monitoradas se dá por meio de técnicas de regionalização.

Assim, este projeto tem por objetivo: (i) Desenvolver e adaptar modelos hidrológicos para estimativa da disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas com escassez de dados hidrometeorológicos; (ii) Avaliar o impacto das mudanças climáticas na disponibilidade e demanda hídrica de bacias hidrográficas na região do Cerrado; (iii) Avaliar técnicas de aprendizado de máquina para o desenvolvimento de modelos hidrológicos robusto e adaptado às mudanças de uso e cobertura ao longo do tempo; (iv) Avaliar a dinâmica da água em pequenas barragens e seu impacto no comportamento hidrológico da bacia hidrográfica.

Para isto, serão desenvolvidos e adaptados modelos hidrológicos e modelos empíricos de previsão de vazão com base em técnicas de aprendizagem de máquina. Séries de vazões serão simuladas em bacias não monitoradas usando a regionalização de parâmetros de modelos hidrológico calibrados em bacias monitoradas. A regionalização será feita com base no método de regionalização com melhor desempenho.

### I.5.10. Gestão de recursos hídricos e conservação de solo e água utilizando tecnologias computacionais

Linha de Pesquisa: Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos

Responsável: Prof. Michel Castro Moreira

#### Descrição

A implementação de uma adequada gestão de recursos hídricos se faz necessária para garantir o uso racional e compartilhado da água, minimizando a existência de conflitos e promovendo o desenvolvimento socioeconômico de uma região.

Os prejuízos sociais, econômicos e ambientais em uma bacia hidrográfica, decorrentes dos impactos dos processos erosivos, requerem estudos e intervenções para a conservação de solo e água.

As temáticas de gestão de recursos hídricos e de conservação de solo e água se complementam ao abordar o espaço da bacia hidrográfica como a área na qual as atividades humanas se desenvolvem.

Considerando as extensas áreas agrícolas nacionais e os desafios presentes na gestão de recursos hídricos e na conservação de solo e água, o presente projeto de pesquisa tem por objetivo realizar estudos diagnósticos e propor metodologias e práticas que considerem as realidades regionais e os diversos avanços tecnológicos existentes.

O uso de técnicas avançadas de geoprocessamento possibilita uma nova abordagem para a solução de problemas que se mostram cada vez mais complexos. Por isso, na solução dos problemas de pesquisa científica serão utilizados os Sistemas de Informação Geográficas, o Sensoriamento Remoto, a modelagem de sistemas ambientais utilizando Aprendizado de Máquina (Machine Learning), a aquisição de dados a partir de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA/VANT).

## I.5.12. Modelagem aplicada à conservação do solo e da água em bacias hidrográficas

Linha de pesquisa: Conservação do Solo e da Água

Responsável: Prof. Ricardo Santos Silva Amorim

### Descrição

A busca constante por maior produção de alimentos, tanto pelo aumento de produtividade quanto pela intensificação e ampliação das áreas cultivadas, pode causar um esgotamento dos recursos naturais pela degradação e poluição do solo e da água, quando os sistemas de produção são mal manejados. Assim, a avaliação dos diversos cenários de manejo e uso do solo que favoreçam o aumento da produção de alimentos sem causar degradação dos recursos naturais é fundamental para a continuidade e sustentabilidade do protagonismo mundial do Brasil na produção de alimento.

Entretanto essa avaliação requer o entendimento de interações complexas entre os processos químicos, físicos, hidrológicos e meteorológicos. A análise dessas interações dificilmente pode ser realizada experimentalmente e, em função disso, os modelos que avaliam o movimento de água no sistema solo-planta-atmosfera são importantes ferramentas para simular e avaliar diferentes cenários de uso e manejo do solo e, conseqüentemente, para auxiliar na definição dos usos e manejos conservacionista do solo e da água mais adequados do ponto de vista agrônomo e ambiental.

Sendo assim, as pesquisas desenvolvidas no âmbito desse projeto têm os seguintes objetivos:

- Modelar processos associados à erosão hídrica e suas interações em nível de bacia hidrográfica.
- Desenvolver e/ou atualizar metodologias capazes de identificar, locar e dimensionar técnicas mais adequadas para a conservação do solo e da água.
- Caracterizar a variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo, os quais são fundamentais para a aplicação de modelos hidrológicos e hidrossedimentológicos em bacias hidrográficas com escassez de dados.
- Avaliar o impacto das diferentes formas de uso, manejo e ocupação do solo sobre as características quali-quantitativa das águas superficiais e sobre a dinâmica de água e solutos (carbono, nutrientes, metais pesados e pesticidas) no solo.

No desenvolvimento das pesquisas envolvidas no presente projeto estão sendo utilizadas técnicas avançadas de modelagem que possibilitam entender e modelar com melhor acurácia as variabilidades espacial e temporal das características e dos processos que regem a erosão hídrica do solo e, desta forma, melhorar a eficiência das análises e decisões quanto ao uso e manejo conservacionista do solo em nível de bacia hidrográfica. Dentre essas técnicas, pode-se citar: sensoriamento remoto, processamento de imagens, sistemas de informações geográficas, inteligência artificial (Machine Learning, k-Nearest Neighbors, Random Forest, redes neurais e Regressão Linear Múltipla) e análise multicritérios.

ANEXO II – EMENTA E BIBLIOGRAFIA DAS DISCIPLINAS DE PÓS-GRADUAÇÃO OFERECIDAS PELO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA PARA O PPGEA-UFV

## II.1 Disciplinas de formação

DISCIPLINA:	Sistema Solo-Planta-Atmosfera					CÓDIGO:	ENG 610
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	6	PRÁTICAS	0	TOTAL	6	90
NÚMERO DE CRÉDITOS	6			PERÍODO	I e II		
<b>EMENTA</b>							
<p>O sistema solo-planta-atmosfera. Radiação solar e terrestre. Temperatura do ar e do solo. Psicrometria. Evaporação e evapotranspiração. Estabilidade atmosférica e precipitação. Dinâmica da água no sistema solo-planta. Interação água-planta. Balanço hídrico do solo. Circulação geral da atmosfera e dos oceanos. Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. <b>Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)</b>. Rome, Itália: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage, 56).</p> <p>BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. <b>Manual de irrigação</b>. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625 p.</p> <p>CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F. (Orgs.). <b>Tempo e clima no Brasil</b>. São Paulo, SP: Oficina dos Textos, 2009. 463 p.</p> <p>DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. <b>Efeito da água no rendimento das culturas</b>. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 33).</p> <p>LENZI, E.; FAVERO, L.O.B. <b>Introdução à química da atmosfera: ciência, vida e sobrevivência</b>. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009. 465 p.</p> <p>LIBARDI, P.L. <b>Dinâmica da água no solo</b>. 2.ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2012. 346 p.</p> <p>LOWRY, W.P.; LOWRY II, P.P. <b>Fundamentals of biometeorology: interactions of organisms and the atmosphere</b>. McMinnville, OR: Peavine, 1989. 310 p. v. 1 – The physical environment.</p> <p>LOWRY, W.P.; LOWRY II, P.P. <b>Fundamentals of biometeorology: interactions of organisms and the atmosphere</b>. McMinnville, OR: Peavine, 2001. 680 p. v. 2 – The biological environment.</p> <p>MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. <b>Fisiologia vegetal</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 486 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. <b>Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas</b>. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 478 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. <b>Evapotranspiração</b>. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 183 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; SEDIYAMA, G.C.; VILLA NOVA, N.A. <b>Evapotranspiração</b>. Campinas, SP: FUNDAG, 2013. 321 p.</p> <p>REICHARDT, K.; TIMM, L.C. <b>Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações</b>. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2012. 500 p.</p> <p>VAREJÃO-SILVA, M.A. <b>Meteorologia e climatologia</b>. Brasília, DF: INMET, 2006. 463 p.</p> <p>VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. <b>Meteorologia básica e aplicações</b>. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 460 p.</p>							



DISCIPLINA:	Evapotranspiração					CÓDIGO:	ENG 611
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>O sistema solo-planta-atmosfera. Água no solo e evapotranspiração (ET). Determinação da evapotranspiração de referência (Eto) e da cultura (ETc). Avaliação dos principais métodos de estimativas da Eto. ET em áreas com cobertura incompleta – fruteiras e cafeeiros. Uso consuntivo de água de culturas específicas. Evaporação da água de lagos e represas. Evapotranspiração e produtividade agrícola. Evapotranspiração e eficiência de uso de água. ET e pesquisa aplicada.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. <b>Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements</b>. Rome, Italy: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).</p> <p>BURMAN, R.; POCHOP, L.O. <b>Evaporation, evapotranspiration and climatic data</b>. Amsterdam: Elsevier, 1994. 278 p.</p> <p>DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome, Italy: FAO Irrigation and Drainage, 1986. 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).</p> <p>JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. <b>Evapotranspiration and irrigation water requirements</b>. ASCE, 1990. 332 p. (Manuals and Reports on Engineering Practice, 70).</p> <p>ŁABĘDZKI, Leszek. <b>Evapotranspiration</b>. Rijeka, Croatia: InTech, 2011. 446 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. <b>Evapo(transpi)ração</b>. Campinas: FUNDAG, 2013. 321 p.</p> <p>WATERS, Ralf; ALLEN, Richard; BASTIAANSEN, Wim; TASUMI, Masahiro; TREZZA, Ricardo. <b>SEBAL - Surface Energy Balance Algorithms for Land: advanced training and users manual</b> - version 1.0. Boise, ID: Idaho Department of Water Resources, 2002. 97 p.</p>							

DISCIPLINA:	Radiação Solar					CÓDIGO:	ENG 613
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	1	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			II
EMENTA							
<p>Relação astronômica sol-terra. Radiação eletromagnética. Constante solar. Componentes da radiação global e terrestre. Estimativa da radiação solar que chega em superfícies inclinadas. Balanço de radiação e balanço de energia em ecossistemas. Instrumentos de medida da radiação solar e terrestre. Radiação solar e os vegetais.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>BOHREN, C.F.; CLOTHIAUX, E.E. <b>Fundamentals of atmospheric radiation: an introduction with 400 problems.</b> Weinheim, Alemanha: Wiley-VCH, 2006. 472 p.</p> <p>CAMPBELL, Gaylon S.; NORMAN, John M. <b>An introduction to environmental biophysics.</b> 2.ed. New York: Springer, 1997. 286 p.</p> <p>IQBAL, Muhammad. <b>An introduction to solar radiation.</b> Ontário, Canadá: Academic Press, 1983. 390 p.</p> <p>LIU, K.N. <b>An introduction to atmospheric radiation.</b> 2.ed. San Diego, CA: Elsevier Academic Press, 2002. 583 p. (International Geophysics Series, 84).</p> <p>OKE, T.R. <b>Boundary layer climates.</b> New York: Routledge, 1987. 435 p</p> <p>PETTY, G.W. <b>A first course in atmospheric radiation.</b> 2.ed. Madison, WI: Sundog, 2006. 459 p.</p> <p>ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. <b>Microclimate: the biological environment.</b> 2.ed. New York: Wiley-Interscience, 1983. 495 p.</p> <p>VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. <b>Meteorologia e climatologia.</b> Recife, 2006. 449 p. (Versão Digital, 2).</p> <p>VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. <b>Meteorologia básica e aplicações.</b> 2.ed. Viçosa: UFV, 2012. 460 p.</p>							

DISCIPLINA:	Meteorologia Agrícola					CÓDIGO:	ENG 616
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
<b>EMENTA</b>							
<p>Introdução à meteorologia agrícola. Radiação solar e produção agrícola. Temperatura e produção agrícola. Água e produção agrícola. Efeito combinado temperatura-umidade do ar. Ventos e geadas. Distribuição geográfica das culturas. Informações agrometeorológicas. Zoneamento agroclimático. Aplicações do sensoriamento remoto na agrometeorologia. Aplicações de modelos computacionais na agrometeorologia. Mudanças climáticas e impactos na agricultura.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. <b>Köppen's climate classification map for Brazil</b>. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507">http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507</a>&gt;.</p> <p>CARVALHO, Daniel Fonseca de; OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho de. <b>Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada</b>. Viçosa, MG: UFV, 2012. 240 p.</p> <p>DORENBOS, J. <b>Agro-meteorological field stations</b>. Rome: FAO, 1976. 94 p.</p> <p>FERREIRA, N.J.; JUSTI-SILVA, M.G.A.; SILVA-DIAS, M.A.F. <b>Tempo e clima no Brasil</b>. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 463 p.</p> <p>MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. <b>Fisiologia vegetal</b>. 3.ed. Viçosa: UFV, 2009. 486 p.</p> <p>MAVI, S.H.; TUPPER, G.J. <b>Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agriculture</b>. Food Products Press, 2004. 364 p.</p> <p>MONTEIRO, J.E. <b>Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola</b>. Brasília: INMET, 2009. 530 p.</p> <p>MORAN, J.M. <b>Weather studies: introduction to atmospheric science</b>. 5.ed. Boston: American Meteorology Society, 2012.</p> <p>PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. <b>Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas</b>. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 480 p.</p> <p>VAREJÃO-SILVA, M.A. <b>Meteorologia e climatologia</b>. Brasília: INMET, 2006. 463 p.</p> <p>VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. <b>Meteorologia básica e aplicações</b>. 2.ed. Viçosa: UFV, 2013. 460 p.</p>							

DISCIPLINA:	Micrometeorologia					CÓDIGO:	ENG 617
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Introdução à micrometeorologia. Introdução aos movimentos atmosféricos. Trocas de energia e massa. Turbulência. Turbulência na Camada Limite Atmosférica (CLA). Representação estatística da turbulência. Tipos de superfícies. Técnicas de medida e estimativa das trocas de energia e massa.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AHRENS, C. Donald. <b>Meteorology today: an introduction to weather, climate, and the environment</b>. 9.ed. Belmont, CA: Brooks/Cole, 2009. 549 p.</p> <p>ARYA, S. Pal. <b>Introduction to micrometeorology</b>. 2.ed. Cambridge, MA: Academic Press, 2001. 420 p. (International Geophysics Series, 79).</p> <p>FOKEN, Thomas. <b>Micrometeorology</b>. Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 2008. 306 p.</p> <p>HATFIELD, J.L.; BAKER, J.M. <b>Micrometeorology in agricultural systems</b>. Madison, WI: American Meteorological Society, 2005. 584 p. (Agronomy Monograph, 47).</p> <p>HEWITT, C. Nick; JACKSON, Andrea V. <b>Atmospheric science for environmental scientists</b>. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2009. 300 p.</p> <p>KAIMAL, J.C.; FINNIGAN, J.J. <b>Atmospheric boundary layer flows: their structure and measurement</b>. Oxford, UK: Oxford University Press, 1994. 289 p.</p> <p>LEE, Xuhui; MASSMAN, William; LAW, Beverly. <b>Handbook of micrometeorology: a guide for surface flux measurement and analysis</b>. Dordrecht, Holanda: Kluwer, 2004. 250 p. (Atmospheric and Oceanographic Sciences Library, 29).</p> <p>OKE, T.R. <b>Boundary layer climates</b>. 2.ed. Abingdon, UK: Routledge, 1987. 435 p.</p> <p>STULL, Roland B. <b>An introduction to boundary layer meteorology</b>. Berlin, Alemanha: Springer, 2009. 670 p. (Atmospheric and Oceanographic Sciences Library, 13).</p> <p>WYNGAARD, John C. <b>Turbulence in the atmosphere</b>. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2010. 393 p.</p>							

DISCIPLINA:	Climatologia Física					CÓDIGO:	ENG 620
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
O sistema climático. Balanço de energia global. Transferência radiativa atmosférica e clima. Balanço de energia da superfície. Circulação geral da atmosfera e clima. Circulação geral dos oceanos e clima. Sensibilidade climática e mecanismos de retroalimentação. Modelos climáticos globais. Paleoclimatologia. Mudanças climáticas antropogênicas							
REFERÊNCIAS							
BONAN, G. <b>Ecological climatology: concepts and applications</b> . 2.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008. 678 p.							
BRADLEY, <b>Raymond S. Paleoclimatology: reconstructing climates of the quaternary</b> . 2.ed. Cambridge, MA: Academic Press, 1999. 614 p. (International Geophysics Series, 68).							
BRIDGMAN, H.A.; OLIVER, J.E. <b>The global climate system: patterns, processes, and teleconnections</b> . Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. 331 p.							
CASPER, J. Kerr. <b>Climate systems: interactive forces of global warming</b> . New York, NY: Facts on File, 2009. 219 p.							
DESONIE, D. <b>Climate: causes and effects of climate change</b> . New York, NY: Chelsea House, 2008. 199 p.							
FLORINDO, F.; SIEGERT, M. <b>Antarctic climate evolution</b> . Amsterdam, Holanda: Elsevier, 2009. 593 p. (Developments in Earth & Environmental Sciences, 8).							
HARPER, Kristine C. <b>Weather and climate: decade by decade</b> . New York, NY: Facts on File, 2007. 250 p. (Twentieth-Century Science).							
HART, M.B. <b>Climates: past and present</b> . London, UK: The Geological Society, 2000. 218 p. (Geological Society Special Publication, 181).							
HARTMANN, D.L. <b>Global physical climatology</b> . New York: Academic Press, 1994. 408 p.							
MARSHALL, J.; PLUMB, R.A. <b>Atmosphere, ocean and climate dynamics: an introductory text</b> . Amsterdam, Holanda: Elsevier, 2008. 319 p.							
MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. <b>Climatologia: noções básicas e climas do Brasil</b> . São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007. 206 p.							
OLIVER, J.E. <b>Encyclopedia of world climatology</b> . Berlin, Alemanha: Springer, 2005. 854 p.							
PEIXOTO, J.P.; OORT, A.H. <b>Physics of climate</b> . 2.ed. 1993. 520 p.							
ROHLI, R.V.; VEGA, A.J. <b>Climatology</b> . Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers, 2007. 466 p.							

DISCIPLINA:	Métodos Quantitativos em Climatologia					CÓDIGO:	ENG 622
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Características dos elementos climáticos. Variabilidade dos dados climáticos. Comparação espacial dos elementos climáticos. Séries de dados climatológicos. Análise de séries temporais climatológicas. Ajustamento de séries numéricas.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>HAAN, C.T. <b>Statistical methods in hydrology</b>. Ames: The Iowa State University Press, 2002. 378 p.</p> <p>MANLY, B.F.G. <b>Multivariate statistical methods</b>. New Zealand: University of Otago, 1998. 215 p.</p> <p>TATSUOKA, M.M. <b>Multivariate analysis: techniques for educational and psychological research</b>. Toronto. John Wiley &amp; Sons, 1971. 310 p.</p> <p>WILKS, D.S. <b>Statistical methods in the atmospheric sciences</b>. 2.ed. Amsterdam, Holanda: Elsevier, 2006. 627 p.</p> <p>WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. <b>Guide to climatological practices</b>. Geneva, Suíça, 2011. p. irreg. (WMO, 100).</p> <p>WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. <b>Calculation of monthly and annual 30-year standard normals</b>. Washington, DC, 1989. 12 p. (WMO, 341).</p>							

DISCIPLINA:	Modelagem Agrometeorológica					CÓDIGO:	ENG 623
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Introdução à modelagem agrometeorológica. Construção de modelos agrometeorológicos mecanísticos. Simulação da fenologia. Simulação da produção de matéria seca. Métodos numéricos aplicados à modelagem de crescimento de culturas agrícolas. Modelo de produtividade potencial. Modelagem da limitação de água. Modelagem da limitação de nitrogênio. Revisão dos modelos existentes.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ANDRADE, Camilo de Lelis Teixeira de; AMARAL, Tales Antônio; BORGES JÚNIOR, João Carlos et al. <b>Modelagem do crescimento de culturas: aplicações à cultura do milho</b>. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 65 p. (Documentos, 91).</p> <p>JONES, James W.; ANTLE, John M.; BASSO, Bruno; et al. <b>Brief history of agricultural systems modeling</b>. Agricultural Systems, <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014">http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014</a>, 2016.</p> <p>MARENCO, Ricardo A.; LOPES, Nei Fernandes. <b>Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 486 p.</p> <p>MAVI, Harpal S.; TUPPER, Graeme J. <b>Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agriculture</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004. 376 p.</p> <p>PRESS, William H.; TEUKOLSKY, Saul A.; VETTERLING, William T.; FLANNERY, Brian P. <b>Numerical recipes: the art of scientific computing</b>. 3.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. 1235 p.</p> <p>SOLTANI, Alshin; SINCLAIR, Thomas R. <b>Modeling physiology of crop development, growth and yield</b>. Wallingford, UK: CABI, 2012. 340 p.</p>							

DISCIPLINA:	Instrumentação Agrometeorológica					CÓDIGO:	ENG 624
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	1	PRÁTICAS	4	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	I		
EMENTA							
Características dos instrumentos de medidas agrometeorológicas. Medidas e erros. Temperatura do ar e do solo. Fluxo de calor no solo. Radiação. Insolação. Umidade do ar e do solo. Vento. Pressão. Precipitação. Sistemas de aquisição de dados. Estações agrometeorológicas.							
REFERÊNCIAS							
<p>BROCK, F.V.; RICHARDSON, S.J. <b>Meteorological measurement systems</b>. Oxford University Press, 2001.</p> <p>DEFELICE, T.P. <b>An introduction to meteorological instrumentation and measurements</b>. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998.</p> <p>LICHTEN, W. <b>Data error analysis in the introductory physics laboratory</b>. Newton: Allyn and Bacon, 1988. 170 p.</p> <p>MALMSTADT, H.V.; ENKE, C.G.; CROUCH, S.R. <b>Electronics and instrumentation for scientists</b>. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 1981. 543 p.</p> <p>NORTHROP, R.B. <b>Introduction to instrumentation and measurements</b>. 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005. 743 p.</p> <p>ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA - OMM. <b>Guia de práticas agrometeorológicas</b>. London, 1993. 78 p.</p> <p>ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE METEOROLOGIA - OMM. <b>Glossário de terminos usados em la agrometeorologia</b>. London, 1987. 63 p.</p> <p>PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MONEY, H.A.; RUDEL, P.W. <b>Plant physiological ecology: field methods and instrumentation</b>. Elsevier/Chapman and Hall, 1989. 345 p.</p> <p>WORLD CLIMATE RESEARCH PROGRAMME - WCRP. <b>Revised instruction manual on radiation instruments and measurements</b>. London, 1986. 82 p. (WMO/TD, 149; WCRP Publications Series, 7).</p>							



DISCIPLINA:	Modelagem de Sistemas Ambientais					CÓDIGO:	ENG 627
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			II
EMENTA							
Dinâmica de sistemas lineares e não-lineares. Hierarquia de sistemas. Modelagem da dinâmica de populações. Modelagem da dinâmica de ecossistemas. Modelagem da dinâmica da paisagem. Modelagem do ciclo do carbono. Modelagem do sistema climático. Interações entre os sistemas. Calibração e validação de modelos.							
REFERÊNCIAS							
ALCOCK, J. Positive feedback and system resilience from graphical and finite-difference models: the amazon ecosystem - an example. <b>Earth Interaction</b> , Washington, v. 7, n. 5, p. 1-23, 2003. Disponível em: < <a href="http://dx.doi.org/10.1175/1087-3562(2003)007&lt;0001:PFASRF&gt;2.0.CO;2">http://dx.doi.org/10.1175/1087-3562(2003)007&lt;0001:PFASRF&gt;2.0.CO;2</a> >.							
BROWN, L.R. <b>State of the world</b> . Norton, 1996. 249 p.							
COSTANZA, R.; VOINOV, A. <b>Landscape simulation modeling: a spatially explicit, dynamic approach</b> . New York: Springer, 2004. 330 p.							
FORD, A. <b>Modeling the environment: an introduction to system dynamics models of environmental systems</b> . Island Press, 1999. 401 p.							
HARTE, J. <b>Consider a spherical cow: a course in environmental problem solving</b> . 2.ed. University Science Books, 1988. 283 p.							
HARTE, J. <b>Consider a cylindrical cow: more adventures in environmental problem solving</b> . University Science Books, 2001. 211 p.							
KUHN, T.; HACKING, I. <b>The structure of scientific revolutions</b> . 4.ed. Chicago: The University of Chicago, 2012. 217 p.							
LOVELOCK, J.E.; THOMAS, L. <b>The ages of Gaia: a biography of our living Earth</b> . 2.ed. Oxford University Press, 2000. 255 p.							
McGUFFIE, K.; HENDERSON-SELLERS, A. <b>A climate modelling primer</b> . 4.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2015. 280 p.							

DISCIPLINA:	Máquinas Agrícolas e suas Relações com as Propriedades Mecânicas do Solo	CÓDIGO:	ENG 636			
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL				CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II	
EMENTA						
Princípios da mecânica do solo agrícola. Estudo da ruptura do solo pela ação de ferramentas de trabalho. Teoria de tração e predição da capacidade de tração de um elemento motriz. Compactação do solo pela ação de máquinas agrícolas. O preparo do solo e sua caracterização física.						
REFERÊNCIAS						
BALASTREIRE, Luiz Antonio. <b>Máquinas agrícolas</b> . São Paulo, SP: Manole, 1990. 310 p.						
CAMARGO, Otávio Antonio de. <b>Compactação do solo e desenvolvimento de plantas</b> . Campinas, SP: Fundação Cargill, 1983. 44 p.						
CRAIG, Robert F.; KNAPPETT, J.A. <b>Mecânica de solos</b> . 8.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2014. 400 p.						
GOERING, Carroll E.; STONE, Marvin L.; SMITH, David W.; TURNQUIST, Paul K. <b>Off-road vehicle engineering principles</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2003. 474 p.						
HORN, Rainer; FLEIGE, Heiner; PETH, Stephan; PENG, Xinhua. <b>Soil management for sustainability</b> . Österreich, Áustria: International Union of Soil Science (IUSS), 2006. 497 p. (Advances in Geocology, 38).						
LINARES, P. <b>Traficabilidad</b> . Madrid, Espanha, 1983. (Monografia de 1ª ETSIA, 100).						
LINARES, P.; JEVENOIS, J. <b>Introduccion al sistema terreno-vehículo</b> . Madrid, Espanha, 1983. (Monografia de 1ª ETSIA, 99).						
ORTIGÃO, J.A.R. <b>Introdução à mecânica dos solos dos estados críticos</b> . 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Terratek, 2007. 391 p.						
SRIVASTAVA, Ajit K.; GOERING, Carroll E.; ROHRBACH, Roger P.; BUCKMASTER, Dennis R. <b>Engineering principles of agricultural machines</b> . 2.ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2005. 604 p.						
TERZAGHI, Karl; PECK, Ralph B. <b>Mecánica de suelos en la ingeniería práctica</b> . 2.ed. Barcelona, Espanha: El Ateneo, 1976.						

DISCIPLINA:	Hidráulica de Condutos Livres e Forçados					CÓDIGO:	ENG 640
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
<b>EMENTA</b>							
Teoria dos erros. Tubos, juntas e válvulas. Condutos forçados. Perda de carga localizada. Condutos equivalentes em série e em paralelo. Perfil de encanamento. Reservatórios de compensação. Conduto com uma tomada intermediária. Condutos com distribuição em marcha. Sifão. Bombas hidráulicas. Golpe de Ariete. Escoamento em regime permanente uniforme, crítico e não uniforme em condutos livres. Resistência ao escoamento em regime uniforme e não uniforme. Seções de controle e transições. Propagação de ondas.							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
AZEVEDO NETO, J.M.; FERNANDEZ, M.F.; ARAUJO, R.; ITO, A.E. <b>Manual de hidráulica</b> . 8.ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1998. 670 p.							
BAPTISTA, M.B.; COELHO, M.M.L.; CIRILO, J.A.; MASCARENHAS, F.C.B. <b>Hidráulica aplicada</b> . 2.ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. 621 p.							
BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. <b>Manual de irrigação</b> . 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.							
CARVALHO, J.A.; OLIVEIRA, L.F.C. <b>Instalações de bombeamento para irrigação: hidráulica e consumo de energia</b> . 2.ed. Lavras, MG: UFLA, 2014. 429 p.							
CHOW, Ven Te. <b>Open-channel hydraulics</b> . Caldwell, NJ: Blackburn Press, 2009. 700 p.							
DENÍCULI, W. <b>Bombas hidráulicas</b> . 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 151 p. (Caderno Didático, 34).							
GOMES FILHO, R.R.; COSTA, C.A.G.; SCALOPPI, E.J.; MIRANDA, E.P.; TEIXEIRA, M.B.; ARMINDO, R.A.; ROMÁN, R.M.S.; SOUZA, R.O.R. <b>Hidráulica aplicada às ciências agrárias</b> . Anápolis, GO: UEG, 2013. 254 p.							
GRIBBIN, J.E. <b>Introdução à hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais</b> . 3.ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013. 494 p.							
LINSLEY, R.K.; FRANZINI, J.B. <b>Engenharia de recursos hídricos</b> . São Paulo, SP: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 798 p.							
MATOS, Antônio Teixeira de; SILVA, Demetrius David da; PRUSKI, Fernando Falco. <b>Barragens de terra de pequeno porte</b> . Viçosa, MG: UFV, 2012. 136 p. (Série Didática).							
PORTO, R.M. <b>Hidráulica básica</b> . São Carlos, SP: EESC-USP, 1999. 540 p.							
RAMOS, Márcio Mota. <b>Hidráulica dos condutos livres: conceitos básicos de mecânica de fluidos</b> . Viçosa, MG: UFV, 1994. 20 p. (Caderno Didático, 10).							
RAMOS, Márcio Mota. <b>Hidráulica dos condutos livres: a equação da energia</b> . Viçosa, MG: UFV, 1994. 34 p. (Caderno Didático, 12).							
RAMOS, Márcio Mota. <b>Hidráulica dos condutos livres: equação da quantidade de movimento</b> . Viçosa, MG: UFV, 1994. 17 p. (Caderno Didático, 17).							
RAMOS, Márcio Mota. <b>Hidráulica dos condutos forçados</b> . Viçosa, MG: UFV, 1996. 59 p. (Caderno Didático, 21).							
RAMOS, Márcio Mota. <b>Escoamento permanente e uniforme em condutos livres</b> . Viçosa, MG: UFV, 1996. 32 p. (Caderno Didático, 22).							
UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Bureau of Reclamation. <b>Design of small dams</b> . 3.ed. Washington, DC, 1987. 860 p. (A Water Resources Technical Publication).							

DISCIPLINA:	Hidrologia					CÓDIGO:	ENG 641
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Noções básicas sobre gestão de recursos hídricos. Individualização e obtenção de características físicas de bacias hidrográficas. Precipitação. Evaporação de lagos e evapotranspiração. Infiltração da água no solo. Escoamento da água sobre a superfície do solo. Estudo da vazão em cursos d'água. Sedimentologia.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS – ASCE. <b>Hydrology handbook</b>. 2.ed. New York, NY, 1996. 784 p. (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, 28).</p> <p>BRANDÃO, V.S.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. <b>Infiltração de água no solo</b>. Viçosa, MG: UFV, 2003. 98 p.</p> <p>CARVALHO, N.O. <b>Hidrossedimentologia prática</b>. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2008. 600 p.</p> <p>CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. <b>Applied hydrology</b>. New York, NY: McGraw-Hill, 1988. 572 p.</p> <p>HAAN, C.T. <b>Statistical methods in hydrology</b>. 2.ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2002. 378 p.</p> <p>HAAN, C.T.; JOHNSON, H.P.; BRAKENALEK, D.L. <b>Hydrologic modeling of small watersheds</b>. St. Joseph, MI: ASAE, 1982. 533 p.</p> <p>LINSLEY JR., R.K.; PAULHUS, J.L.; KOHLER, M.A. <b>Hydrology for engineers</b>. 3.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1988. 492 p.</p> <p>MAIDMENT, D.R. <b>Handbook of hydrology</b>. New York, NY: McGraw-Hill, 1993. 1424 p.</p> <p>PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C.D. <b>Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas</b>. Porto Alegre, RS: ABRH, 2001. 625 p.</p> <p>PINTO, N.L.S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. <b>Hidrologia básica</b>. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1976. 278 p.</p> <p>PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. <b>Escoamento superficial</b>. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 87 p.</p> <p>PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; KOETZ, M. <b>Estudo da vazão em cursos d'água</b>. Viçosa, MG: UFV, 2002. 151 p. (Apostila).</p> <p>SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. <b>Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais</b>. Brasília, DF: MMA-SRH-ABRH, 2000. 659 p.</p> <p>SILVA, D.D.; RAMOS, M.M. <b>Planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos</b>. Brasília, DF: ABEAS, 2001. 89 p. (Curso de Uso Racional dos Recursos Naturais e seus Reflexos no Meio Ambiente, 10).</p> <p>SINGH, V.P. <b>Computer models of watershed hydrology</b>. Littleton, CO: Water Resources Publications, 2012. 1144 p.</p> <p>TUCCI, C.E.M. <b>Hidrologia: ciência e aplicação</b>. 4.ed. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2014. 943 p.</p> <p>TUCCI, C.E.M. <b>Modelos hidrológicos</b>. 2.ed. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2005. 678 p.</p> <p>TUCCI, C.E.M. <b>Regionalização de vazões</b>. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2002. 256 p.</p> <p>UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. <b>Natural Resources Conservation Service. National engineering handbook: hydrology</b>. Washington, DC, 1972.</p> <p>VILLELA, S.M.; MATTOS, A. <b>Hidrologia aplicada</b>. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1977. 245 p.</p>							

DISCIPLINA:	Irrigação por Superfície e Drenagem Agrícola					CÓDIGO:	ENG 642
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
<b>EMENTA</b>							
<p>Panorama nacional e mundial da irrigação por superfície. Necessidade de irrigação. Sistema de irrigação por superfície. Avaliação de sistemas de irrigação por superfície. Princípios do dimensionamento. Princípios do manejo da irrigação. Dimensionamento de irrigação por superfície utilizando o balanço volumétrico. Drenagem agrícola.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>ALLEN, Richard G.; PEREIRA, Luís S.; RAES, Dirk; SMITH, Martin. <b>Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements</b>. Rome, Itália: FAO, 1998. 308 p. (Irrigation and Drainage, 56).</p> <p>BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. <b>Manual de irrigação</b>. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625 p.</p> <p>CARTER, V.H. <b>Classificação de terras para irrigação</b>. Brasília, DF: Secretaria da Irrigação, 1993. 208 p.</p> <p>DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. <b>Necessidades hídricas das culturas</b>. Campina Grande, PB: UFPB, 1997. 204 p. (Irrigação e Drenagem, 24).</p> <p>DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. <b>Efeito da água no rendimento das culturas</b>. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. 306 p. (Irrigação e Drenagem, 33).</p> <p>FRIZZONE, J.A.; SILVEIRA, S.F.R. <b>Análise de viabilidade econômica de projetos hidroagrícolas</b>. Brasília, DF: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), 1996. 88 p.</p> <p>VILAS BOAS, M.A. <b>Hidráulica da irrigação por superfície</b>. Cascavel, PR: Edunioeste, 2002. 120 p.</p>							

DISCIPLINA:	Irrigação por Aspersão e Localizada I					CÓDIGO:	ENG 643
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Características dos aspersores. Planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação por aspersão. Eficiência de sistemas de irrigação por aspersão. Características dos gotejadores e microaspersores. Planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação localizada. Eficiência de sistemas de irrigação localizada.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ, M.F.; ARAÚJO, R.; ITO, A.E. <b>Manual de hidráulica</b>. 8.ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 2000. 670 p.</p> <p>BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. <b>Manual de irrigação</b>. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625 p.</p> <p>DENICULI, W. <b>Bombas hidráulicas</b>. Viçosa, MG: UFV, 2005. 152 p.</p> <p>FRIZZONE, J.A.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; FARIA, M.A. <b>Microirrigação: gotejamento e microaspersão</b>. Maringá, PR: EDUEL, 2012. 356 p.</p> <p>KELLER, J.; BLIESNER, R.D. <b>Sprinkle and trickle irrigation</b>. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.</p> <p>MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. <b>Irrigação: princípios e métodos</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 318 p.</p> <p>STETSON, L.E.; MECHAM, B.Q. <b>Irrigation</b>. Falls Church, VA: Irrigation Association, 2011. 1.089 p.</p>							

DISCIPLINA:	Drenagem de Terras Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 644
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Importância da drenagem. Estática da água no solo. Escoamento da água nos meios porosos saturados. Necessidade de lixiviação e análise de dados pluviométricos. Sistemas de drenagem do solo. Sistemas de drenagem de superfície. Construção e manutenção de sistemas de drenagem.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AYRES, R.S.; WESTCOT, D.W. <b>Water quality for agriculture</b>. Rome, Itália: FAO, 1995. 174 p. (Irrigation and Drainage Paper, 29).</p> <p>BREBBIA, C.A.; BJORN LUND, H. <b>Sustainable irrigation and drainage</b>. Ashurst, UK: WIT Press, 2014. 280 p.</p> <p>CRUCIANI, Décio E. <b>A drenagem na agricultura</b>. 4.ed. São Paulo, SP: Nobel, 1989. 337 p.</p> <p>DUARTE, S.N.; FRANÇA E SILVA, E.F.; MIRANDA, J.H.; MEDEIROS, J.F.; COSTA, R.N.; GHEYI, H.R. <b>Fundamentos de drenagem agrícola</b>. Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2015. 356 p.</p> <p>FERREIRA, Paulo Afonso. <b>Drenagem</b>. Brasília, DF: ABEAS, 1987. 86 p.</p> <p>KOZEL, P. <b>Irrigation and drainage: sustainable strategies and systems</b>. Valley Cottage, NY: Scitus Academics LLC, 2016. 342 p.</p> <p>PARMAR, H.V. <b>Agricultural drainage engineering</b>. Rosemead, CA: Scientific Publisher, 2014. 238 p.</p> <p>SMEDEMA, L.K.; VLOTMAN, W.F.; RYCROFT, D. <b>Modern land drainage: planning, design and management of agricultural drainage systems</b>. London, UK: CRC Press, 2004. 462 p.</p> <p>VAN LIER, Q.J. <b>Física do solo</b>. Viçosa, MG: SBCS, 2010. 298 p.</p>							

DISCIPLINA:	Engenharia de Conservação de Solo e Água					CÓDIGO:	ENG 644
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5				PERÍODO	II	
EMENTA							
<p>Processo físico associado à erosão. Fatores que interferem na erosão. Modelos utilizados para descrever a erosão. Planejamento conservacionista baseado na capacidade de uso do solo. Práticas para a conservação da água e do solo. Sistemas de preparo conservacionistas. Sistemas para o controle da erosão em estradas não pavimentadas. Matas ciliares. Efeitos das variações climáticas nas perdas de solo e água</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS – ASCE. <b>Hydrology handbook</b>. 2.ed. New York, NY, 1996. 784 p. (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice, 28).</p> <p>BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. <b>Conservação do solo</b>. 7.ed. São Paulo, SP: Ícone, 2010. 355 p.</p> <p>DERPSCH, C.H.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. <b>Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo</b>. Eschborn, Alemanha: GTZ, 1991. 272 p.</p> <p>DOERING III, O.C.; RANDOLPH, J.C.; SOUTHWORT, J.; PFEIFER, R.A. <b>Effects of climate change on agricultural productions systems</b>. Norwell, MA, 2002. 275 p.</p> <p>FLANAGAN, D.C.; NEARING, M.A. (Eds.). <b>Water erosion prediction project (WEPP)</b>. West Lafayette, IN: USDA/NSEAL, 1995. (Technical Documentation, 10).</p> <p>GRIEBELER, N.P. <b>Software para o planejamento e a racionalização do uso de sistemas de terraceamento em nível</b>. 1998. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.</p> <p>GRIEBELER, N.P. <b>Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e bacias de acumulação em estradas não pavimentadas</b>. 2002. 122 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.</p> <p>LAL, R. <b>Soil erosion: research methods</b>. Delray Beach, FL: Soil and Water Conservation Society, 1994. 340 p.</p> <p>NUERNBERG, N.J. (Ed.). <b>Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto</b>. Lages, SC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. 160 p.</p> <p>OLIVEIRA, V.P.S. <b>Modelo para a geração de séries sintéticas de precipitação</b>. 2003. 156 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.</p> <p>PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. <b>Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo</b>. Curitiba, PR, 1994. 306 p.</p> <p>PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. <b>Escoamento superficial</b>. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 87 p.</p> <p>PRUSKI, F.F.; NEARING, M.A. <b>Climate-induced changes in erosion during the 21st century for eight U.S. locations</b>. Water Resources Research, v. 38, n. 12, p. 1298-1308, 2002.</p> <p>RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A. et al. <b>Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)</b>. Tucson, AR: USDA/ARS, 1997. 384 p. (Agricultural Handbook, 703).</p> <p>SILVA, J.M.A. <b>Modelo hidrológico para o cálculo do balanço hídrico e obtenção do hidrograma de escoamento superficial em bacias hidrográficas: desenvolvimento e aplicação</b>. 2002. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.</p> <p>SINGH, V.P. <b>Computer models of watershed hydrology</b>. Littleton, CO: Water Resources Publications, 2012. 1144 p.</p>							



DISCIPLINA:	Sistemas de Medidas e Instrumentação					CÓDIGO:	ENG 660
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
Instrumentos. Sensores e transdutores. Condicionamento de sinais. Transmissão e conversão de sinais.							
REFERÊNCIAS							
ALBERTAZZI, Armando G.; SOUZA, André R. de. <b>Fundamentos de metrologia científica e industrial</b> . Barueri, SP: Manole, 2008. 404 p.							
AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS – ASABE. <b>Standards engineering practices data</b> . St. Joseph, MI, 2016. 3 v., 2.485 p.							
BOYLESTAD, Robert. <b>Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos</b> . 11.ed. Rio de Janeiro, RJ: Pearson, 2013. 784 p.							
DALLY, James W.; RILEY, William F.; McCONNELL, Kenneth G. <b>Instrumentation for engineering measurements</b> . 2.ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010. 608 p.							
FIALHO, Arivelto Bustamente. <b>Instrumentação industrial: conceitos, aplicações e análises</b> . 7.ed. São Paulo, SP: Érica, 2010. 280 p.							
HOROWITZ, Paul; HILL, Winfield. <b>The art of electronics</b> . 3.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2015. 1.220 p.							
LIRA, Francisco Adval de. <b>Metrologia na indústria</b> . 10.ed. São Paulo, SP: Érica, 2016. 256 p.							
NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan A. <b>Circuitos elétricos</b> . 10.ed. Rio de Janeiro, RJ: Pearson, 2016. 816 p.							

DISCIPLINA:	Propriedades Físicas dos Produtos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 670
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO		II	
EMENTA							
Estudo e aplicações de propriedades físicas de materiais biológicos. Propriedades mecânicas. Propriedades térmicas. Propriedades viscoelásticas. Propriedades elétricas e óticas.							
REFERÊNCIAS							
MOHSENIN, Nuri N. <b>Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties.</b> 2.ed. New York, NY: Gordon & Breach, 1986. 750 p.							

DISCIPLINA:	Termodinâmica					CÓDIGO:	ENG 672
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Propriedades de uma substância pura. Calor e trabalho. Estudo postulatório a aplicações das 1ª e 2ª leis da termodinâmica. Entropia. Ciclos motores e de refrigeração. Relações termodinâmicas. Combustíveis e combustão. Aplicação à Engenharia Agrícola e Engenharia de Alimentos.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>BORGNAKKE, C., SONNTAG, R. E. <b>Fundamentos da termodinâmica</b>. 8.ed. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 2013. 730 p. (Série Van Wylen).</p> <p>KLEIN, S.A. <b>Engineering Equation Solver – EES for Microsoft Windows Operating Systems: commercial and professional versions</b>. 2017. 357 p. Disponível em: &lt;<a href="http://www.fichart.com/assets/downloads/ees_manual.pdf">http://www.fichart.com/assets/downloads/ees_manual.pdf</a>&gt;.</p> <p>KLEIN, S.; NELLIS, G. <b>Thermodynamics</b>. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011. 1.100 p.</p> <p>MORAN, M.J.; SHAPIRO, H.N. <b>Princípios de termodinâmica para engenharia</b>. 7.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2013. 840 p.</p>							

DISCIPLINA:	Digestão Anaeróbia de Resíduos					CÓDIGO:	ENG 688
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	II		
EMENTA							
Fundamentos da digestão a anaeróbia. Biomassa nos sistemas anaeróbios. Tecnologias anaeróbias de tratamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Subprodutos da digestão anaeróbia e aproveitamento de recursos.							
REFERÊNCIAS							
BEGUM, Luxmy. <b>Advanced processes and technologies for enhanced anaerobic digestion</b> . Toronto, Canadá: Green Nook Press, 2014. 100 p.							
CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. <b>Princípios do tratamento biológico de águas residuárias</b> . 2.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2010. 380 p. (Reatores Anaeróbios, 5).							
CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. <b>Biological wastewater treatment series</b> . London, UK: IWA Publishing, 2007. 188 p. (Anaerobic Reactors, 4).							
KORRES, Nicholas E.; O'KIELY, Padraig; BENZIE, John A.H.; WEST, Jonathan S. <b>Bioenergy production by anaerobic digestion</b> . New York, NY: Earthscan from Routledge, 2013. 472 p.							
METCALF & EDDY INC. <b>Wastewater engineering: treatment and resource recovery</b> . 5.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2016. 2.018 p.							
PULLEN, Tim. <b>Anaerobic digestion – making biogas – making energy</b> . New York, NY: Earthscan from Routledge, 2015. 189 p.							
SPEECE, Richard E. <b>Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters</b> . Nashville, TN: Vanderbilt University, 1996. 382 p.							
VAN HAANDEL, Adrianus C.; LETTINGA, Gatze. <b>Anaerobic sewage treatment: a practical guide for regions with a hot climate</b> . New York, NY: John Wiley and Sons, 1995. 222 p.							
VÖGELI, Yvonne; LOHRI, Christian Riu; GALLARDO, Amalia; DIENER, Stefan; ZURBRÜGG, Christian. <b>Anaerobic digestion of biowaste in developing countries: practical information and case studies</b> . Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2014. 136 p.							
VON SPERLING, Marcos. <b>Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos</b> . 4.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2014. 470 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, 1).							

DISCIPLINA:	Algoritmos Aplicados a Processos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 691
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Algoritmos no desenvolvimento de programas para computadores. Linguagens de programação aplicáveis a processos agrícolas. Desenvolvimento de aplicativos para processos agrícolas. Sistema de apoio à tomada de decisão nos processos agrícolas.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>CAMPBELL, Stephen L.; CHANCELIER, Jean-Philippe; NIKOUKHAH, Ramine. <b>Modeling and simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4.</b> 2.ed. Berlin, Alemanha: Springer, 2010. 330 p.</p> <p>CORMEN, Thomas H. <b>Algoritmos: teoria e prática.</b> 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2012. 944 p.</p> <p>FRITZSON, Peter. <b>Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1.</b> New Jersey, NJ: Wiley-IEEE, 2004. 944 p.</p> <p>GILAT, Amos. <b>MATLAB com aplicações em engenharia.</b> 4.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012. 430 p.</p> <p>GOMEZ, Claude. <b>Engineering and scientific computing with Scilab.</b> Basileia, Suíça: Birkhäuser Verlag, 1999. 491 p.</p> <p>GRIVET, Jean-Philippe. <b>Méthodes numériques appliquées pour le scientifique et l'ingénieur.</b> 2.ed. Paris, França: EDP Sciences, 2013. 400 p.</p> <p>LEITE, Mário. <b>Scilab: uma abordagem prática e didática.</b> 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2015. 600 p.</p> <p>MAYER, David G. <b>Algorithms and agricultural systems.</b> Berlin, Alemanha: Springer, 2003. 118 p.</p> <p>SEDGEWICK, Robert; FLAJOLET, Philippe. <b>An introduction to the analysis of algorithms.</b> 2.ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2013. 604 p.</p> <p>STELLMAN, Andrew; GREENE, Jennifer. <b>Use a cabeça! C#.</b> 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2010. 738 p.</p>							

DISCIPLINA:	Pesquisa em Engenharia Agrícola					CÓDIGO:	ENG 780
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I e II		
EMENTA							
Elaboração de projetos de pesquisa em Engenharia Agrícola. Redação de artigos científicos em Engenharia Agrícola. A ética na pesquisa em Engenharia Agrícola.							
REFERÊNCIAS							
<p>APPOLINARIO, Fábio. <b>Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa</b>. 2.ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2012. 240 p.</p> <p>DAY, Robert A.; GASTEL, Barbara. <b>How to write and publish a scientific paper</b>. 7.ed. Santa Barbara, CA: Greenwood, 2011. 300 p.</p> <p>FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP. <b>Código de boas práticas científicas</b>. São Paulo, SP, 2014. 46 p.</p> <p>GIL, Antonio Carlos <b>Como elaborar projetos de pesquisa</b>. 5.ed. São Paulo, SP: Atlas. 2010. 184 p.</p> <p>KÖRNER, Ann M. <b>Guide to publishing a scientific paper</b>. London, Inglaterra: Routledge, 2008. 120 p.</p> <p>SCHUSTER, Ethel; LEVKOWITZ, Haim; OLIVEIRA JR., Osvaldo N. <b>Writing scientific papers in English successfully: your complete roadmap</b>. São Carlos, SP: Hypretek.com, 2014. 192 p.</p> <p>SWALES, John M.; FEAK, Christine B. <b>Academic writing for graduate students: essential tasks and skills</b>. 2.ed. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 2004. 344 p. (English for Academic &amp; Professional Purposes).</p> <p>VIEIRA, Rogerio Faria. <b>Dicionário de dúvidas e dificuldades na redação científica</b>. Viçosa, MG: EPAMIG. 2011. 320 p.</p> <p>VOLPATO, Gilson Luiz. <b>Bases teóricas para redação científica: por que seu artigo foi negado?</b> São Paulo, SP: Cultura Acadêmica. 2007. 129 p.</p> <p>VOLPATO, Gilson Luiz. <b>Ciência: da filosofia à publicação</b>. 6.ed. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2013. 377 p.</p> <p>VOLPATO, Gilson Luiz. <b>Dicas para redação científica</b>. 4.ed. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica. 2016. 288 p.</p> <p>VOLPATO, Gilson Luiz; BARRETO, Rodrigo Egydio. <b>Elabore projetos científicos competitivos: biológicas, exatas e humanas</b>. Botucatu, SP: Best Writing, 2014. 174 p.</p>							

## II.2. Disciplinas Aplicadas para os Estudantes de Mestrado e de Doutorado

DISCIPLINA:	Tratores Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 630
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5				PERÍODO	I	
<b>EMENTA</b>							
<p>Desenvolvimento dos tratores agrícolas. Desempenho dos motores de combustão interna. Ciclos termodinâmicos dos motores de combustão interna. Combustíveis e lubrificantes. Projeto de motores de combustão interna. Motores de ciclo Diesel. Sistemas de admissão e exaustão dos motores. Sistemas de refrigeração dos motores de combustão interna. Sistemas elétricos e eletrônicos dos motores de combustão interna. Sistemas hidráulicos. Sistemas de transmissão de potência no trator agrícola. Mecanismos de tração. Mecânica do chassi. Ergonomia e segurança. Testes de motores e tratores.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS – ASABE. <b>Standards of the ASAE</b>. St. Joseph, MI, 2016. Disponível em: &lt;<a href="http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx">http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx</a>&gt;.</p> <p>GOERING, Carroll E.; STONE, Marvin L.; SMITH, David W.; TURNQUIST, Paul K. <b>Off-road vehicle engineering principles</b>. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2003. 474 p.</p> <p>GOERING, Carrol E.; HANSEN, A.C. <b>Engine and tractor power</b>. 4.ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2005. 483 p.</p> <p>MÁRQUEZ, L. <b>Tractores agrícolas: tecnología y utilización</b>. Madrid, Espanha: B&amp;H, 2012. 844 p.</p> <p>SRIVASTAVA, Ajit K.; GOERING, Carroll E.; ROHRBACH, Roger P.; BUCKMASTER, Dennis R. <b>Engineering principles of agricultural machines</b>. 2.ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2005. 604 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Biosystems, Journal of Terramechanics e Transactions of the ASAE</b>.</p>							

DISCIPLINA:	Máquinas Agrícolas	CÓDIGO:	ENG 631			
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL				CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II	
EMENTA						
Mecanização agrícola. Capacidade operacional de máquinas agrícolas. Máquinas de preparo de solo. Máquinas de plantio e de distribuição de fertilizantes e corretivos. Máquinas de cultivo. Máquinas de colheita. Determinação de custos de máquinas agrícolas. Seleção de máquinas agrícolas.						
REFERÊNCIAS						
AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS – ASABE. <b>Standards of the ASAE</b> . St. Joseph, MI, 2016. (CD-ROM). Disponível em: < <a href="http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx">http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx</a> >.						
BALASTREIRE, Luiz Antonio. <b>Máquinas agrícolas</b> . São Paulo, SP: Manole, 1990. 310 p.						
GOERING, Carroll E.; STONE, Marvin L.; SMITH, David W.; TURNQUIST, Paul K. <b>Off-road vehicle engineering principles</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2003. 474 p.						
MÁRQUES, L. <b>Maquinaria agrícola para la recolección</b> . Madrid, Espanha: B&K, 2014. 540 p.						
MÁRQUES, L. <b>Tractores agrícolas: tecnología y utilización</b> . Madrid, Espanha: B&K, 2011. 821 p.						
MIALHE, Luiz Geraldo. <b>Máquinas agrícolas: ensaios e certificação</b> . Piracicaba, SP: FEALQ, 1996. 722 p.						
MIALHE, Luiz Geraldo. <b>Máquinas agrícolas para plantio</b> . Campinas, SP: Millennium, 2012. 623 p.						
SILVEIRA, G.M. <b>Preparo do solo: técnicas e implementos</b> . Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 292 p.						
SILVEIRA, G.M. <b>Máquinas para plantio e condução das culturas</b> . Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 336 p.						
SILVEIRA, G.M. <b>Máquinas para colheita e transporte</b> . Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 289 p.						
SRIVASTAVA, Ajit K.; GOERING, Carroll E.; ROHRBACH, Roger P.; BUCKMASTER, R. <b>Engineering principles of agricultural machines</b> . 2.ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2005. 604 p.						
PERIÓDICOS: <b>Biosystems, Journal of Terramechanics e Transactions of the ASAE</b> .						



DISCIPLINA:	Agricultura de Precisão					CÓDIGO:	ENG 632
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5				PERÍODO	II	
<b>EMENTA</b>							
<p>Princípios básicos da agricultura de precisão. Sistemas de localização para agricultura de precisão. Geoprocessamento na agricultura de precisão. Mapeamento de atributos do solo. Mapeamento de atributos das plantas. Mapeamento de produtividade. Simulação matemática de crescimento de plantas. Viabilidade econômica da agricultura de precisão. Recentes avanços na agricultura de precisão.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>ISAAKS, Edward H.; SRIVASTAVA, R. Mohan. <b>An introduction to applied geostatistics</b>. Oxford, UK: Oxford University Press, 1989. 561 p.</p> <p>LEICK, Alfred; RAPOPORT, Lev; TATARNIKOV, Dmitry. <b>GPS satellite surveying</b>. 4.ed. Hoboken, NJ: John Wiley &amp; Sons, 2015. 840 p.</p> <p>MOREIRA, Maurício Alves. <b>Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação</b>. 4.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 422 p.</p> <p>OLIVEIRA, R.P.; GREGO, C.R.; BRANDÃO, Z.N. <b>Geoestística aplicada na agricultura de precisão utilizando o Vesper</b>. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 151 p.</p> <p>SILVA, F.M.; ALVES, M.C. <b>Cafeicultura de precisão</b>. Lavras, MG: UFLA, 2013. 227 p.</p> <p>SILVA, F.M.; GORGES, P.H.M. <b>Mecanização e agricultura de precisão</b>. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola (SBEA), 1998. 231 p.</p> <p>TEIXEIRA, Amândio Luís de Almeida; CHRISTOFOLETTI, Antonio. <b>Sistemas de informação geográfica: dicionário ilustrado</b>. São Paulo, SP: Hucitec, 1997. 244 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Applied Engineering in Agriculture, Biosystems Engineering, Computer and Electronics in Agriculture, Precision Agriculture – An International Journal on Advances in Precision Agriculture e Transactions of the ASAE</b>.</p>							

DISCIPLINA:	Engenharia de Sistemas Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 634
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	II		
EMENTA							
Inteligência artificial. Aprendizado de máquinas em sistemas agrícolas. Simulação matemática de sistemas agrícolas.							
REFERÊNCIAS							
BALI, Raghav; SARKAR, Dipanjan. <b>R machine learning by example</b> . Birmingham, UK: Packt Publishing, 2016. 340 p.							
BISHOP, Christopher M. <b>Pattern recognition and machine learning</b> . Berlin, Alemanha: Springer, 2007. 738 p. (Information Science and Statistics).							
GARETH, James; WITTEN, Daniela; HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert. <b>An introduction to statistical learning: with applications in R</b> . Berlin, Alemanha: Springer, 2013. 426 p. (Texts in Statistics, 103).							
HAGAN, Martin T.; DEMUTH, Howard B.; BEALE, Mark H. <b>Neural network design</b> . 2.ed. Boston, MA: Martin Hagan, 2014. 800 p.							
HAYKIN, Simon O. <b>Neural networks and learning machines</b> . 3.ed. New York, NY: Pearson, 2008. 936 p.							
HUANG, Barney K. <b>Computer simulation analysis of biological and agricultural systems</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 1994. 880 p.							
PEART, Robert M.; CURRY, R. Bruce. <b>Agricultural systems modeling and simulation</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 1997. 728 p.							
PERIÓDICOS: <b>Applied Engineering in Agriculture, Computer and Electronics in Agriculture, Journal of Agricultural Engineering Research e Transaction of the ASAE.</b>							

DISCIPLINA:	Eletrônica Aplicada a Sistemas Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 635
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
Componentes eletrônicos. Amplificadores operacionais. Circuitos digitais. Sensores e atuadores. Interface e sistemas de aquisição de dados. Microcontroladores e programação.							
REFERÊNCIAS							
BALBINOT, Alexandre; BRUSAMARELLO, Valner João. <b>Instrumentação e fundamentos de medidas</b> . 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010. v. 1, 404 p.							
BALBINOT, Alexandre; BRUSAMARELLO, Valner João. <b>Instrumentação e fundamentos de medidas</b> . 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011. v. 2, 672 p.							
BIGNELL, James W.; DONOVAN, Robert L. <b>Eletrônica digital: lógica combinacional</b> . São Paulo, SP: Makron Books, 1995. v. 1.							
BOLTON, William. <b>Instrumentação e controle</b> . Curitiba, PR: Hemus, 2002. 200 p.							
BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. <b>Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos</b> . 12.ed. São Paulo, SP: Pearson, 2013. 784 p.							
PEREIRA, Fábio. <b>Microcontroladores PIC: programação em C</b> . São Paulo, SP: Érica, 2009. 360 p.							
PEREIRA, Fábio. <b>Microcontroladores PIC 18 detalhado: hardware e software</b> . São Paulo, SP: Érica, 2010. 304 p.							
SOUZA, David José de. <b>Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC16F628A</b> . 6.ed. São Paulo, SP: Érica, 2003. 268 p.							
TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. <b>Sistemas digitais: princípios e aplicações</b> . 11.ed. São Paulo, SP: Pearson, 2011. 817 p.							

DISCIPLINA:	Ensaio de Máquinas Agrícolas e Florestais					CÓDIGO:	ENG 637
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Situação atual do ensaio de máquinas agrícolas. Normalização e ensaio de máquinas agrícolas. Sistema brasileiro de certificação e OCDE. Principais centros de ensaios no mundo. Dinamometria. Parâmetros para seleção de tratores de pneus. Ensaio de motores. Ensaio na barra de tração. Segurança e ergonomia em máquinas agrícolas. Ensaio de equipamentos para mobilização do solo.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS – ASAE. <b>ASAE D497.4: agricultural machinery management data</b>. St. Joseph: MI, 1999. 357 p.</p> <p>CENTRO DE ERGONOMIA APLICADA – CENEA. <b>Relatórios de ensaios</b>. (Disponível com o professor).</p> <p>DAY, Bill; FIELD, Liz; JARVIS, Anne. <b>The Wrest Park Story 1924-2006</b>: Chapter 3 – Tractors and vehicles. Biosystems Engineering, v. 103, n. 1, p. 36-47, 2009.</p> <p>HELANDER, Martin. <b>A guide to human factors and ergonomics</b>. 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005. 408 p.</p> <p>INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS/COMPANHIA MINEIRA DE AÇÚCAR E ÁLCOOL – IAC/CMAA. <b>Relatórios de ensaios</b>. (Disponível com o professor).</p> <p>KICHLER, C.M.; FULTON, J.P.; RAPER, R.L.; McDONALD, T.P.; ZECH, W.C. Effects of transmission year selection on tractor performance and fuel costs during deep tillage operations. <b>Soil and Tillage Research</b>, v. 113, n. 2, p. 105-111, 2011.</p> <p>MACHADO, Carlos Cardoso. <b>Colheita florestal</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2014. 544 p.</p> <p>MIALHE, Luiz Geraldo. <b>Máquinas agrícolas: ensaios e certificação</b>. Piracicaba, SP: FEALQ, 1996. 722 p.</p> <p>MIALHE, Luiz Geraldo. <b>Manual de mecanização agrícola</b>. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.</p> <p>SILVA, José Carlos Plácido da; PASCHOARELLI, Luís Carlos. <b>A evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros</b>. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2010. 103 p.</p> <p>SMERDA, T.; CUPERA, Jiri. Tire inflation and its influence on drawbar characteristics and performance: energetic indicators of a tractor set. <b>Journal of Terramechanics</b>, v. 47, n. 6, p. 395-400, 2010.</p> <p>SRIVASTAVA, Ajit K.; GOERING, Carroll E.; ROHRBACH, Roger P.; BUCKMASTER, Dennis R. <b>Engineering principles of agricultural machines</b>. 2.ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 2005. 604 p.</p> <p>ZOZ, Frank M.; TURNER, Reed J.; SHELL, Lon R. Power delivery efficiency: a valid measure of belt and tire tractor performance. <b>Transactions of the ASABE</b>, v. 45, n. 3, p. 509-518, 2002.</p>							

DISCIPLINA:	Engenharia da Aplicação de Defensivos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 638
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			II
<b>EMENTA</b>							
<p>Importância do controle químico na agricultura. Formulações de produtos químicos. Estudo das populações e do espectro de gotas. Bicos de pulverização. Controladores eletrônicos e sensores empregados nos pulverizadores. Influência das populações de gotas na eficácia dos tratamentos fitossanitários. Equipamentos para aplicação de defensivos. Dimensionamento dos pulverizadores. Equipamentos para aplicação aérea de defensivos. Manutenção e regulação dos equipamentos de aplicação de defensivos. Segurança nas aplicações de defensivos. Utilização do GPS na aplicação de defensivos agrícolas.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>BARTHELEMY, Pierre; BOISGONTIER, Denis; JOUY, Lionel; LAJOUX, Pierre. <b>Choisir les outils de pulverisation</b>. Paris, França: Institut Technique des Cereales et des Fourrages (ITCF), 1990. 160 p.</p> <p>BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL – BCPC. <b>Nozzle selection handbook</b>. Farnham, Surrey, UK, 1986. 40 p.</p> <p>HOPKINSON, Michael J.; COLLINS, Herbert M.; GOSS, G. Robert. <b>Pesticide formulations and application systems</b>. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials (ASTM), 1997. 225 p. (ASTM Special Technical Publication, 16).</p> <p>KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. <b>Modelling crop-weed interactions</b>. Wallingford, Oxon, UK: CABI, 1993. 304 p.</p> <p>LEFEBVRE, Arthur H. <b>Atomization and sprays</b>. West Lafayette, CA: Hemisphere Publishing, 1989. 421 p. (Combustion: An International Series).</p> <p>MAGDALENA, Jorge Carlos; CASTILLO HERRÁN, Bernardo; DI PRINZIO, Alcides Pascual; HOMER BANNISTER, Ian; VILLALBA, Juana. <b>Tecnología de aplicación de agroquímicos</b>. Buenos Aires, Argentina: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), 2010. 196 p.</p> <p>MÁRQUES, L. <b>Aplicaciones en cultivos bajos y hortícolas: problemática y soluciones – curso de aplicación ecocompatible de productos fitosanitarios</b>. Madrid, Espanha: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 1994. 28 p.</p> <p>MÁRQUES, L. <b>Maquinaria para la aplicación de fitossanitários</b>. Madrid, Espanha, 1996. 33 p. (Plan para la Tecnificación del Cultivo de Remolacha).</p> <p>MÁRQUES, L. <b>Maquinaria agrícola</b>. Madrid, Espanha: Blake y Helsey, 2004. 700 p.</p> <p>MATTHEWS, Graham A. <b>Application technology for crop protection</b>. Wallingford, Oxon, UK: CABI, 1993. 368 p.</p> <p>OLIVER, Robert; HEWITT, H.G. <b>Fungicides in crop protection</b>. 2.ed. Wallingford, Oxon, UK: CABI, 2014. 200 p.</p> <p>TOMLIN, C.D.S. <b>The pesticide manual: a world compendium</b>. 15.ed. Wallingford, Oxon, UK: CABI, 2011. 1.457 p.</p> <p>VÁZQUEZ MINGUELA, Jesús. <b>Aplicación de productos fitosanitarios técnicas y equipos</b>. Madrid, Espanha: Ediciones Agrotecnicas, 2003. 390 p.</p>							

DISCIPLINA:	Irrigação de Precisão					CÓDIGO:	ENG 647
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			I
<b>EMENTA</b>							
<p>Histórico e estado da arte de irrigação de precisão. Conceitos de geoprocessamento aplicáveis à agricultura irrigada. Utilização de sensores para captura de imagens térmicas e multiespectrais. Variabilidade espacial e temporal de parâmetros para auxílio na estimativa da demanda hídrica das culturas. Estimativa da variabilidade espaço-temporal da evapotranspiração (SAFER e SEBAL) com base em dados orbitais e meteorológicos. Manejo e dimensionamento de projetos para atendimento da irrigação de precisão. Análise econômica da irrigação de precisão.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JUNIOR, A.S. <b>Planejamento de irrigação: Análise de decisão e investimento</b>. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.</p> <p>JENSEN, J.R. <b>Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres</b>. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2009. 598 p.</p> <p>MIRANDA, J. <b>1. Fundamentos de sistemas de informações geográficas</b>. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2010. 425 p.</p> <p>MOLIN, J.P.; AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. <b>Agricultura de precisão</b>. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Applied Engineering in Agriculture, Biosystems Engineering, Computer and Electronics in Agriculture, Precision Agriculture, Transactions of the ASABE, Water Agricultural Management e Irrigation Science.</b></p>							

DISCIPLINA:	Manejo e Tratamento de Resíduos Agroindustriais					CÓDIGO:	ENG 650
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	I		
<b>EMENTA</b>							
Microbiologia sanitária. Caracterização dos resíduos. Impacto ambiental provocado pelos resíduos. Manejo dos resíduos. Tratamento dos resíduos. Utilização dos resíduos. Planejamento e projeto de sistemas de manejo e tratamento de resíduos. Perspectivas para o futuro.							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION/AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION/WATER ENVIRONMENT FEDERATION – APHA/AWWA/WEF. <b>Standard methods for the examination of water and wastewater.</b> Washington, DC, 2012.							
AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS – ASABE. <b>Standards of the ASAE.</b> St. Joseph, MI, 2016. (CD-ROM). Disponível em: < <a href="http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx">http://www.asabe.org/publications/order-publications/standards.aspx</a> >.							
BERTOLDI, Marco de. <b>The science of composting.</b> Amsterdam, Holanda: Springer, 1996. 1.452 p.							
BRAGA, B. <b>Introdução à engenharia ambiental.</b> 2.ed. São Paulo, SP: Prentice-Hall, 2002. 318 p.							
CURTIS, Stanley E. <b>Environmental management in animal agriculture.</b> Ames, IA: Iowa State Press, 1983. 409 p.							
DIESEL, Roberto; MIRANDA, Cláudio Rocha; PERDOMO, Carlos Cláudio. <b>Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos.</b> Porto Alegre, RS: EMATER-RS; Concórdia, SC: Embrapa Suínos, 2002. 31 p. (Boletim Informativo BIPERS, 14).							
DREGER, Iara. <b>Biogás: contribuição eco-econômica: produção compartilhada ou condominial de biogás para pequenas propriedades rurais.</b> Edições Acadêmicas, 2017. 116 p.							
HELDMAN, D.R. <b>Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 2003. 1.152 p.							
INSAM, Heribert; RIDDECH, Nuntavun; KLAMMER, Susanne. <b>Microbiology of composting.</b> Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 2002. 636 p.							
KIEHL, Edmar José. <b>Fertilizantes orgânicos.</b> Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.							
OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de Oliveira. <b>Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos.</b> Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 42 p. (Documentos, 115)							
RUMP, Hans Hermann.; KRIST, H. <b>Laboratory manual for the examination of water, waste water and soil.</b> 3.ed. Weinheim, Alemanha: Wiley-VCH, 2000. 224 p.							
SEGANFREDO, M.A. <b>Gestão ambiental na suinocultura.</b> Brasília, DF: Embrapa Informação Técnica, 2007. 302 p.							
SMITH, Paul G.; SCOTT, John G. <b>Dictionary of water and waste management.</b> 2.ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2005. 480 p.							
VON SPERLING, Marcos. <b>Waste stabilization ponds.</b> London, UK: IWA Publishing, 2007. 180 p. (Biological Wastewater Treatment, 3).							
WANG, Lawrence K.; HUNG, Yung-Tse; SHAMMAS, Nazih K. <b>Physicochemical treatment processes.</b> New York, NY: Humana Press, 2005. 724 p. (Handbook of Environmental Engineering, 3).							
WELLINGER, Arthur; MURPHY, Jerry D.; BAXTER, David. <b>The biogas handbook: science, production and applications.</b> Sawston, Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2013. 512 p. (Woodhead Publishing Series in Energy).							

DISCIPLINA:	Ventilação em Instalações Rurais					CÓDIGO:	ENG 651
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Qualidade do ar para os animais e vegetais. Sistemas de ventilação. Componentes do sistema de ventilação forçada. Ventiladores. Sistemas de controle. Modelos de simulação para ambientes com ventilação forçada. Uso de sistemas de ventilação na conservação de produtos agrícolas. O estado da arte da ventilação em instalações rurais.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ALBRIGHT, Louis D. <b>Environment control for animals and plants</b>. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1991. 453 p. (An ASAE Textbook).</p> <p>AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – ACGIH. Committee on Industrial Ventilation. <b>Industrial ventilation</b>. 26.ed. Cincinnati, OH, 2007. 320 p.</p> <p>BARRE, H.J.; SAMMET, L.L.; NELSON, G.L. <b>Environmental and functional engineering of agricultural buildings</b>. New York, NY: Springer, 2012. 348 p.</p> <p>BUXTON, P. <b>Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto</b>. 5.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2017. 834 p.</p> <p>HELLICKSON, M.A.; WALKER, J.N. <b>Ventilation of agricultural structures</b>. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1983. 372 p. (An ASAE Monograph, 6).</p> <p>LOEWER, Otto J.; BRIDGES, Thomas C.; BUCKLIN, Ray A. <b>On-farm drying and storage systems</b>. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1994. 560 p.</p> <p>MIDWEST PLAN SERVICE – MWPS. <b>Mechanical ventilating systems for livestock housing (MWPS-32)</b>. Ames, IA, 1990. 70 p.</p> <p>MUJUMDAR, A.S. <b>Handbook of industrial drying</b>. 3.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. 1.261 p.</p> <p>SANTAMOURIS, Mat; WOUTERS, Peter. <b>Building ventilation: the state of the art</b>. Abingdon-on-Thames: UK: Routledge, 2006. 336 p.</p>							



DISCIPLINA:	Instalações e Ambiência para Produção Animal					CÓDIGO:	ENG 652
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Requerimentos ambientais para produção animal. Planejamento do espaço rural e de fazendas. Sistemas de produção intensivos, semi-intensivos e extensivos. Materiais e processos construtivos para produção animal. Concepções arquitetônicas de sistemas produtivos para animais. Planejamento e projeto de sistemas de acondicionamento de ambiente. Instalações complementares. O estado da arte em instalações zootécnicas. Perspectivas para o futuro.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ANON. <b>New ideas for farm buildings.</b> Kellock Robertson Press, 2010. 64 p.</p> <p>BARRE, H.J.; SAMMET, L.L.; NELSON, G.L. <b>Environmental and functional engineering of agricultural buildings.</b> New York, NY: Springer, 2012. 348 p.</p> <p>BUXTON, P. <b>Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.</b> 5.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2017. 834 p.</p> <p>CUNNINGHAM, Dan L.; FAIRCHILD, Brian D. <b>2009-2010: broiler production systems in Georgia, costs and returns analysis.</b> Athens, GA: The University of Georgia, 2009. 24 p. (Bulletin, 1240).</p> <p>EKARIUS, Carol. <b>How to build animal housing.</b> North Adams, MA: Storey Publishing, 2004. 260 p.</p> <p>ERNST, Ralph A. <b>Housing for improved performance in hot climates.</b> Wallingford, Oxon, UK: CABI, 1995. 271 p.</p> <p>LINDLEY, James A.; WHITAKER, James H. <b>Agricultural buildings &amp; structures.</b> St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1997. 657 p.</p> <p>SANTAMOURIS, Mat; WOUTERS, Peter. <b>Building ventilation: the state of the art.</b> Abindgon-on-Thames, UK: Routledge, 2006. 336 p.</p> <p>SILVA, Roberto Gomes da. <b>Introdução à bioclimatologia animal.</b> São Paulo, SP: Nobel, 2000. 290 p.</p> <p>VISSER, Thomas Durant. <b>Field guide to new England barns and farm buildings.</b> Lebanon, NH: University Press of New England (UPNE), 1997. 223 p. (Library of New England).</p>							

DISCIPLINA:	Ambiência em Arquitetura Rural					CÓDIGO:	ENG 655
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II (anos ímpares)		
<b>EMENTA</b>							
<p>Propriedades termodinâmicas do ar. Geometria e quantificação da radiação solar. Sistemas homeotérmicos. Calor resultante de processos metabólicos e sua dissipação. Índices de conforto térmico. Requisitos e adequação de luminosidade. Requisitos e controle da qualidade do ar. Transferência de calor e umidade nas construções. Condicionamento térmico natural das instalações. Condicionamento térmico artificial das instalações. O ambiente construído e o protocolo de boas práticas de produção animal.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION, AND AIR CONDITIONING – ASHRAE. <b>ASHRAE handbook of fundamentals</b>. Atlanta, GA, 2017. 39 p. (Ventilation and infiltration, 16).</p> <p>BACCARI JR., Flávio. <b>Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes</b>. Londrina, PR: Universidade Estadual de Londrina, 2002. 142 p.</p> <p>CURTIS, Stanley E. <b>Environmental management in animal agriculture</b>. Ames, IA: Iowa State Press, 1983. 409 p.</p> <p>DAVIS, Wayne T. <b>Air pollution engineering manual</b>. 2.ed. New York, NY: Wiley-Interscience, 2000. 912 p.</p> <p>DeSHAZER, James A. <b>Livestock energetics and thermal environmental management</b>. St. Joseph, MI: ASABE, 2009. 220 p.</p> <p>EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. <b>Manual de segurança e qualidade para a avicultura de postura</b>. Brasília, DF, 2004. 97 p.</p> <p>GOSWANI, D. Yogi; KREITH, Frank; KREIDER, Jan F. <b>Principles of solar engineering</b>. 2.ed. Abingdon, UK: Taylor &amp; Francis, 2000. 706 p.</p> <p>HOLMES, Brian; COOK, Nigel; FUNK, Ted; GRAVES, Robert; KAMMEL, David; REINEMANN, Douglas; ZULOVICH, Joseph. <b>Dairy freestall: housing and equipment</b>. 8.ed. Ames, IA: MidWest Plan Service (MWPS), 2014. 232 p.</p> <p>MARTIN, Paul; BATESON, Patrick. <b>Measuring behaviour: an introductory guide</b>. 2.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. 176 p.</p> <p>MOREIRA, J.; NORKUS, E.A. <b>Rastreabilidade na cadeia produtiva de carnes</b>. Goiânia, GO: BioRastro Certificação de Produtos Agropecuários, 2004. 15 p.</p> <p>NÄÄS, I.A.; SOUZA, S.R.L. <b>Desafios para a produção de leite nos trópicos: conforto térmico</b>. Uberaba, MG: FAZU, 2003. p. 64-74.</p> <p>RIVERO, Roberto. <b>Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural</b>. 2.ed. Porto Alegre, RS: D.C. Luzzatto Editores, 1986. 240 p.</p> <p>SILVA, I.J.O. <b>Ambiência na produção de aves em clima tropical</b>. Piracicaba, SP: FUNEP, 2001. 200 p.</p> <p>SILVA, R.G. <b>Introdução à bioclimatologia animal</b>. São Paulo, SP: Nobel, 2000. 286 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Journal of Dairy Science, Poultry Science e Transactions of the ASABE</b>.</p>							

DISCIPLINA:	Racionalização de Energia em Processos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 662
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
Energia: recursos e usos. Avaliação econômica de projetos de racionalização da energia. Métodos para estimativa da demanda futura de energia. Suprimento de energia. Racionalização de energia elétrica em processos de engenharia agrícola. Utilização de energia em processos de engenharia agrícola.							
REFERÊNCIAS							
AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS – ASABE. <b>Transactions of the ASAE</b> . Disponível em: < <a href="https://elibrary.asabe.org/toc_landing.asp?conf=t1">https://elibrary.asabe.org/toc_landing.asp?conf=t1</a> >.							
AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERING – ASME. Disponível em: < <a href="http://www.asme.org">www.asme.org</a> >.							
BAKKER-ARKEMA, Fred W. <b>CIGIR handbook of agricultural engineering</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1999. 527 p. (Agro-Processing Engineering, 4).							
BOYLE, Godfrey. <b>Renewable energy: power for a sustainable future</b> . 3.ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 2012. 479 p.							
BRASIL. Ministério de Minas e Energia. <b>Balanco energético nacional</b> . Brasília, DF, 2017. Disponível em: < <a href="https://ben.epe.gov.br">https://ben.epe.gov.br</a> >.							
GOPALAKRISHNAN, Chemmat. <b>The economics of energy in agriculture</b> . Avebury, UK: Avebury, 1994. 144 p.							
JANNUZZI, Gilberto De Martino; SWISHER, Joel N.P. <b>Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis</b> . Campinas, SP: Autores Associados, 1997. 246 p.							
KITANI, O.; JUNGBLUTH, T.; PEART, R.M.; RAMDANI, A. <b>CIGR handbook of agricultural engineering</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1999. 330 p. (Energy and Biomass Engineering, 5).							
LAPPONI, J.C. <b>Avaliação de projetos de investimentos: modelos em excel</b> . São Paulo, SP: Laponi Treinamento, 1996. 264 p.							
LEITE, Antonio Dias. <b>Eficiência e desperdício da energia do Brasil</b> . Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2012. 160 p.							
LOEWER, Otto J.; BRIDGES, Thomas C.; BUCKLIN, Ray A. <b>On-farm drying and storage systems</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1994. 560 p.							
MOREIRA, José Roberto Simões. <b>Energias renováveis, geração, distribuição e eficiência energética</b> . São Paulo, SP: LTC, 2017. 412 p.							
PEART, R.M.; BROOK, R.C. <b>Analysis of agricultural energy systems</b> . Amsterdam, Holanda: Elsevier, 1992. 394 p. (Energy in World Agriculture, 5).							
PRADO FILHO, Hayrton R. <b>Norma ISO 50001: em discussão para ser uma NBR para sistemas de gestão de energia</b> . 2011. Disponível em: < <a href="https://qualidadeonline.wordpress.com/2011/05/05/norma-iso-50001-em-discussao-para-ser-uma-nbr-para-sistemas-de-gestao-de-energia/">https://qualidadeonline.wordpress.com/2011/05/05/norma-iso-50001-em-discussao-para-ser-uma-nbr-para-sistemas-de-gestao-de-energia/</a> >.							
SÁ, André Fernando Ribeiro de. <b>Guia de aplicações de gestão de energia e eficiência energética</b> . 3.ed. Porto, Portugal: Engebook, 2016. 527 p.							
THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING – IEEE. Disponível em: < <a href="http://www.ieee.org">www.ieee.org</a> >.							

DISCIPLINA:	Armazenagem e Processamento de Produtos Vegetais					CÓDIGO:	ENG 671
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	1	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Situação da armazenagem no Brasil. Psicrometria. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. Teor de água. Ventiladores. Secagem. Secagem de camada espessa. Modelos de simulação de secagem de grãos. Aeração de grãos.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>BROOKER, Donald B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, Carl W. <b>Drying and storage of grains and oil seeds</b>. Berlin, Alemanha: Springer, 1992. 450 p.</p> <p>DELGADO, J.M.P.Q.; LIMA, A. Gilson Barbosa de. <b>Drying and energy technologies</b>. Berlin, Alemanha: Springer, 2016. 228 p. (Advanced Structured Materials, 63).</p> <p>MARTINS, Ricardo Ramos; FRANCO, José Boaventura da Rosa; OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. <b>Tecnologia de secagem de grãos</b>. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 1999. 90 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 8). Disponível em: &lt;<a href="https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37664/1/Tecnologia-de-secagem-de-graos.pdf">https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37664/1/Tecnologia-de-secagem-de-graos.pdf</a>&gt;.</p> <p>MUJUMDAR, Arun S. <b>Handbook of industrial drying</b>. 4.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 1.348 p.</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>SILVA, Juarez de Sousa e. <b>Secagem e armazenagem de produtos agrícolas</b>. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2008. 560 p.</p> <p>WEBER, Érico Aquino. <b>Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos</b>. Canoas, RS: Salles, 2005. 614 p.</p>							

DISCIPLINA:	Micotoxinas em Produtos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 673
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Micotoxinas na pré-colheita: contaminação das culturas. Avaliação e gerenciamento de riscos de micotoxinas em produtos agrícolas. Métodos determinísticos para avaliar a exposição a micotoxinas. Regulamentos e segurança alimentar de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas. Legislação e regulamentação de limites de micotoxinas em alimentos. Amostragem para avaliação de micotoxinas. Técnicas de análises de micotoxinas. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em produtos agrícolas para controle de micotoxinas. Influência das condições ambientais na produção de micotoxinas. Controle de micotoxinas no armazenamento de grãos. Técnicas para descontaminação de micotoxinas em grãos. Micotoxinas e seus efeitos na saúde humana e animal.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011.</p> <p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017 (alteração da Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011).</p> <p>EUROPEAN UNION LAW – EU-LEX. <b>Teores máximos de certos contaminantes presentes nos alimentos.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:l21290">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:l21290</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. de 2018.</p> <p>HUI, Y.H.; BRUINSMA, B.L.; GORHAM, J.R.; NIP, W.K.; TONG, P.S.; VENTRESCA, P. <b>Food plant sanitation.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 2003.</p> <p>LESLIE, J.F.; LOGRIECO, A.F. <b>Mycotoxins reduction in grain chains.</b> Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2014. 377 p.</p> <p>MAGAN, N.; OLSEN, M. <b>Mycotoxins in food.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.</p> <p>MILLER, J.D.; TRENHOLM, H.L. <b>Mycotoxins in grain.</b> Saint Paul, MN: Egan Press, 1997.</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>O'DONNELL, Colm; TIWARI, Brijesh K.; CULLEN, P.J.; RICE, Rip G. <b>Ozone in food processing.</b> Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012. 312 p.</p> <p>ROMER LABS. <b>Mycotoxin regulations for food and feed in the USA.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD">https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. 2018.</p> <p>SINHA, K.K.; BHATNAGAR, D. <b>Mycotoxins in agriculture and food safety.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 1998.</p> <p>WEIDENBÖRNER, M. <b>Mycotoxins in plant products: cereals and cereal products.</b> Berlin, Alemanha: Springer, 2017. 822 p.</p>							

DISCIPLINA:	Pragas de Grãos Armazenados e Formas de Controle					CÓDIGO:	ENG 674
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			II
<b>EMENTA</b>							
<p>Micotoxinas na pré-colheita: contaminação das culturas. Avaliação e gerenciamento de riscos de micotoxinas em produtos agrícolas. Métodos determinísticos para avaliar a exposição a micotoxinas. Regulamentos e segurança alimentar de produtos agrícolas contaminados por micotoxinas. Legislação e regulamentação de limites de micotoxinas em alimentos. Amostragem para avaliação de micotoxinas. Técnicas de análises de micotoxinas. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em produtos agrícolas para controle de micotoxinas. Influência das condições ambientais na produção de micotoxinas. Controle de micotoxinas no armazenamento de grãos. Técnicas para descontaminação de micotoxinas em grãos. Micotoxinas e seus efeitos na saúde humana e animal.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011.</p> <p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017 (alteração da Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011).</p> <p>EUROPEAN UNION LAW – EU-LEX. <b>Teores máximos de certos contaminantes presentes nos alimentos.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:l21290">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:l21290</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. de 2018.</p> <p>HUI, Y.H.; BRUINSMA, B.L.; GORHAM, J.R.; NIP, W.K.; TONG, P.S.; VENTRESCA, P. <b>Food plant sanitation.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 2003.</p> <p>LESLIE, J.F.; LOGRIECO, A.F. <b>Mycotoxins reduction in grain chains.</b> Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2014. 377 p.</p> <p>MAGAN, N.; OLSEN, M. <b>Mycotoxins in food.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.</p> <p>MILLER, J.D.; TRENHOLM, H.L. <b>Mycotoxins in grain.</b> Saint Paul, MN: Eagan Press, 1997.</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>O'DONNELL, Colm; TIWARI, Brijesh K.; CULLEN, P.J.; RICE, Rip G. <b>Ozone in food processing.</b> Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012. 312 p.</p> <p>ROMER LABS. <b>Mycotoxin regulations for food and feed in the USA.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD">https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. 2018.</p> <p>SINHA, K.K.; BHATNAGAR, D. <b>Mycotoxins in agriculture and food safety.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 1998.</p> <p>WEIDENBÖRNER, M. <b>Mycotoxins in plant products: cereals and cereal products.</b> Berlin, Alemanha: Springer, 2017. 822 p.</p>							

DISCIPLINA:	Energia da Biomassa					CÓDIGO:	ENG 675
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>A biomassa como fonte de energia. Propriedades da biomassa para geração de energia. Formas de conversão de biomassa. Aspectos teóricos e práticos sobre a pirólise de biomassa. Aspectos teóricos e práticos da combustão de biomassa. Aspectos teóricos e práticos de gaseificação de biomassa. Outras formas de aproveitamento da biomassa.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>CAPAREDA, Sérgio C. <b>Introduction to biomass energy conversions</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2013. 645 p.</p> <p>CORTEZ, L.A.B.; LORA, E.E.S.; GÓMEZ, E.O. <b>Biomassa para energia</b>. Campinas, SP: UNICAMP, 2008. 734 p.</p> <p>HAND, Carol. <b>Biomass energy: innovative technologies</b>. Edina, MN: Abdo Group, 2013. 112 p.</p> <p>KRZYSZTOF, J. Ptasinski. <b>Efficiency of biomass energy: an energy approach to biofuels, power, and biorefineries</b>. New York, NY: Wiley-Blackwell, 2016. 784 p.</p> <p>LORA, E.E.S.; VENTURINI, O.J. <b>Biocombustíveis</b>. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2012. v. 1, 588 p.</p> <p>VILLELA, A.A.; FREITAS, M.A.V.; ROSA, L.P. <b>O uso de energia de biomassa no Brasil</b>. Rio de Janeiro, RJ: Interciência. 2015. 196 p. (Coleção Mudanças Globais, 4).</p>							

DISCIPLINA:	Poluição do Ar					CÓDIGO:	ENG 676
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
<b>EMENTA</b>							
<p>Efeitos e fontes de poluição do ar. Meteorologia. Dispersão de poluentes na atmosfera e seu controle. Partículas poluidoras e seu controle. Controle de gases e vapores. Controle de SO<sub>2</sub>. Controle de óxido de nitrogênio de fontes estacionárias. Reações fotoquímicas na atmosfera. Fontes móveis de poluição. Controle de odores.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>BOUBEL, R.W.; VALLERO, D.; FOX, D.L.; TURNER, B.; STERN, A.C. <b>Fundamentals of air pollution</b>. 3.ed. New York, NY: Academic Press, 2013. 574 p.</p> <p>DAVIS, Wayne T. <b>Air pollution engineering manual</b>. 2.ed. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2000. 912 p.</p> <p>MUDD, J.B. <b>Responses of plants to air pollution</b>. New York, NY: Academic Press, 2012. 398 p.</p> <p>NATIONAL AIR POLLUTION CONTROL ADMINISTRATION – NAPCA. <b>Control techniques for particulate air pollutants</b>. Washington, DC, 1969. (AP-51).</p> <p>NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL ASSESSMENT – NCEA. <b>Air quality criteria for carbon monoxide</b>. Durham, NC, 2000. (AP, 99).</p> <p>NEVERS, N. <b>Air pollution control engineering</b>. 3.ed. Long Grove, IL: Waveland Press, 2016. 598 p.</p> <p>VALLERO, D. <b>Fundamentals of air pollution</b>. 5.ed. New York, NY: Academic Press, 2014. 996 p.</p>							



DISCIPLINA:	Sistemas de Armazenagem de Produtos Agrícolas					CÓDIGO:	ENG 679
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			I
EMENTA							
Armazenagem de produtos agrícolas. Fisiologia do desenvolvimento, amadurecimento e respiração de produtos agrícolas. Sistemas para armazenagem de grãos. Unidades de beneficiamento de sementes. Sistemas de armazenagem de hortaliças e frutas.							
REFERÊNCIAS							
BAKKER-ARKEMA, Fred W. <b>CIGIR handbook of agricultural engineering</b> . St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1999. 527 p. (Agro-Processing Engineering, 4).							
BOUMANS, G. <b>Grain handling and storage</b> . Amsterdam, Holanda: Elsevier, 1985. 450 p. (Developments in Agricultural Engineering, 4).							
CHAKRAVERTY, Amalendu; SING, R. Paul. <b>Postharvest technology and food process engineering</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 581 p.							
LÓPEZ-GÓMEZ, Antonio; BARBOSA-CÁNOVAS, Gustavo V. <b>Food plant design</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 2005. 372 p.							
MOBLEY, R. Keith. <b>Plant engineering handbook</b> . Woburn, MA: Butterworth-Heinemann, 1991. (Plant Engineering).							
ROBBERTS, Theunis Christoffel. <b>Food plant engineering systems</b> . 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. 355 p.							
SILVA, Juarez de Sousa e. <b>Secagem e armazenagem de produtos agrícolas</b> . Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2008. 560 p.							
SINGH, R. Paul; HELDMAN, Dennis R. <b>Introduction to food engineering</b> . 5.ed. New York, NY: Academic Press, 2013. 892 p. (Food Science and Technology).							
TOLEDO, Romeo T. <b>Fundamentals of food process engineering</b> . 3.ed. Berlin, Alemanha: Springer, 2006. 570 p. (Food Science Texts Series).							
YANNIOTIS, Stavros. <b>Solving problems in food engineering</b> . Berlin, Alemanha: Springer, 2007. 302 p.							
PERIÓDICOS: <b>Journal of Stored Products Research, Computers and Electronics in Agriculture, Postharvest Biology and Technology, Biosystems Engineering e Food Control</b> .							

DISCIPLINA:	Tecnologia para Produção de Ração					CÓDIGO:	ENG 680
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
Propriedades do ar e do produto. Noções de projeto de fábricas de ração. Formulação e análise de ração. Processos e operações básicas. Racionalização de energia no processo de fabricação de ração. Contaminação de rações por microrganismos.							
REFERÊNCIAS							
<p>BALA, Bilash Kant. <b>Drying and storage of cereal grains</b>. 2.ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2016. 352 p.</p> <p>BOUMANS, G. <b>Grain handling and storage</b>. Amsterdam, Holanda: Elsevier, 1985. 450 p. (Developments in Agricultural Engineering, 4).</p> <p>CHAKRAVERTY, Amalendu; SING, R. Paul. <b>Postharvest technology and food process engineering</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 581 p.</p> <p>MATZ, Samuel A. <b>Chemistry and technology of cereals as food and feed</b>. 2.ed. New Gloucester, ME: Medtech, 2013. 751 p.</p> <p>MOBLEY, R. Keith. <b>Plant engineering handbook</b>. Woburn, MA: Butterworth-Heinemann, 1991. (Plant Engineering).</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>TOLEDO, Romeo T. <b>Fundamentals of food process engineering</b>. 3.ed. Berlin, Alemanha: Springer, 2006. 570 p. (Food Science Texts Series).</p> <p>VIANA, Augusto Nelson Carvalho; BORTONI, Edson da Costa; NOGUEIRA, Fábio José Horta; HADDAD, Jamil; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; VENTURINI, Osvaldo José; YAMACHITA, Roberto Akira. <b>Eficiência energética: fundamentos e aplicações</b>. Campinas, SP: Elektro, 2012. 314 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Journal of Stored Products Research, Computers and Electronics in Agriculture, Postharvest Biology and Technology, Biosystems Engineering e Animal Feed Science and Technology.</b></p>							

DISCIPLINA:	Manejo e Projeto de Sistemas de Irrigação					CÓDIGO:	ENG 681
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	I		
EMENTA							
Considerações iniciais. Manejo de irrigação. Projeto de sistematização. Projetos de irrigação por superfície. Projetos de irrigação por aspersão. Projetos de irrigação localizada.							
REFERÊNCIAS							
ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de; DURÃES, Frederico Ozanan Machado. <b>Uso e manejo de irrigação</b> . Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 528 p.							
BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. <b>Manual de irrigação</b> . 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625 p.							
CARVALHO, Daniel Fonseca de; OLIVEIRA, Luís Fernando Coutinho de. <b>Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada</b> . Viçosa, MG: UFV, 2012. 240 p.							
DRUMOND, Luís César Dias; AGUIAR, A.P.A. <b>Irrigação de pastagens</b> . Uberaba, MG: LCD Drumond, 2005. 210 p.							
FRIZZONE, José Antonio; FREITAS, Paulo Sérgio Lourenço de; REZENDE, Roberto; FARIA, Manoel Alves de. <b>Microirrigação: gotejamento e microaspersão</b> . Maringá, PR: EDUEM, 2012. 356 p.							
KELLER, Jack; BLIESNER, Ron D. <b>Sprinkle and trickle irrigation</b> . New York, NY: The Blackburn Press, 2001. 652 p.							
MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. <b>Irrigação: princípios e métodos</b> . 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 318 p.							
MAROUELLI, Waldir Aparecido; SILVA, Washington Luís de Carvalho e; SILVA, Henoque Ribeiro da. <b>Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo</b> . 4.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 200 p.							
MARTINI-BENITO, Jose Maria Tarjuelo. <b>El riego por aspersión y su tecnología</b> . 3.ed. Madrid, Espanha: Mundi Prensa, 2005. 581 p.							
MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. <b>Irrigação</b> . Piracicaba, SP: SBEA, 2001. 410 p. (Série Engenharia Agrícola, 1).							
OLIVEIRA, Rubens Alves de; RAMOS, Márcio Mota. <b>Manual do irrigâmetro</b> . Viçosa, MG: Os Autores, 2008. 158 p.							
RESENDE, Morethson; ALBUQUERQUE, Paulo E.P.; COUTO, Lairson. <b>A cultura do milho irrigado</b> . Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 267 p.							
SANTINATO, Roberto; FERNANDES, André Luís Teixeira. <b>Cultivo do cafeeiro irrigado por gotejamento</b> . 2.ed. Ubera, MG, 2012. 388 p.							

DISCIPLINA:	Qualidade do Meio Físico					CÓDIGO:	ENG 684
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO			I
EMENTA							
Aspectos relativos aos estudos de qualidade do meio físico. Qualidade da água para seus diversos usos. Autodepuração de cursos d'água. Características físicas e químicas do ar. Modelos de dispersão atmosférica. Características físicas, químicas e biológicas do solo. Qualidade do solo.							
REFERÊNCIAS							
AYRES, R.S.; WESTCOT, D.W. <b>A qualidade da água na agricultura</b> . 2.ed. Campina Grande, PB: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).							
BAIRD, Colin; CANN, Michael. <b>Química ambiental</b> . 4.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2011. 844 p.							
BRAGA, B. et al. <b>Introdução à engenharia ambiental</b> . 2.ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2005. 336 p.							
CUNHA, D.G.F.; MARIA DO CARMO, C. <b>Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão</b> . Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2013. 789 p.							
FRONDIZI, Carlos Alberto. <b>Monitoramento da qualidade do ar: teoria e prática</b> . Rio de Janeiro, RJ: E-papers, 2008. 276 p.							
LAL, R.; STEWART, Bobby A. <b>Soil processes and water quality</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 1994. 416 p. (Advances in Soil Science).							
MATOS, Antônio Teixeira de. <b>Qualidade do meio físico ambiental</b> . Viçosa, MG: UFV, 2009. 175 p. (Caderno Didático, 33).							
METCALF & EDDY INC. <b>Wastewater engineering: treatment and resource recovery</b> . 5.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2013. 2.018 p.							
MORAES, O.L.L. <b>Meteorologia e poluição atmosférica: teoria, experimentos e simulação</b> . Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, 2010. 240 p.							
REICHARDT, K.; TIMM, L.C. <b>Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações</b> . 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2012. 500 p.							
RICE, Eugene W.; BAIRD, Rodger B.; EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S. <b>Standard methods for the examination of water and wastewater</b> . 23.ed. New York, NY: APHA, 2017. 1.496 p.							
SÁNCHEZ, L.E. <b>Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos</b> . 2.ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. 495 p.							
TIWARY, Abhishek; COLLS, Jeremy. <b>Air pollution: measurement, modelling and mitigation</b> . 3.ed. Abingdon-on-Thames, UK: Routledge, 2010. 528 p.							
VON SPERLING, M. <b>Princípios do tratamento biológico de águas residuárias</b> . 4.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2014. 452 p. (Introdução à Qualidade de Água e ao Tratamento de Esgotos, 1).							
VON SPERLING, M. <b>Estudos e modelagem da qualidade da água de rios</b> . 2.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2014. 592 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, 7).							

DISCIPLINA:	Técnicas Experimentais em Saneamento Ambiental					CÓDIGO:	ENG 685
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	0	PRÁTICAS	3	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Segurança e controle de qualidade em laboratórios e estações experimentais. Planejamento experimental. Coleta e preservação de amostras. Caracterização física de amostras ambientais. Caracterização química: matéria orgânica. Caracterização química: macronutrientes. Caracterização química: métodos potenciométricos. Caracterização química: análise de metais. Caracterização biológica/bioquímica. Tratamento e análise dos dados. Propagação de incertezas. Laudos ambientais. Visitas técnicas.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION APHA. <b>Standard methods for the examination of water and wastewater</b>. 23.ed. Washington, DC, 2017. 1.496 p.</p> <p>MALAVOLTA, E. <b>ABC da análise de solos e folhas</b>. Piracicaba, SP: Agronômica, 1992. 124 p.</p> <p>MATOS, A.T. <b>Qualidade do meio físico ambiental: práticas de laboratório</b>. Viçosa, MG: UFV, 2012. 150 p.</p> <p>MATOS, A.T. <b>Manual de análise de resíduos sólidos e águas residuárias</b>. Viçosa, MG: UFV, 2015. 149 p.</p> <p>MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. <b>Manual de soluções, reagentes e solventes</b>. 2.ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2007. 754 p.</p> <p>NOLLET, L.M.L.; GELDER, L.S.P. <b>Handbook of water analysis</b>. 3.ed. Boca Raton, FL: CRC, 2013. 995 p.</p> <p>SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. <b>Manual de descrição e coleta de solo no campo</b>. 7.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2015. 102 p.</p> <p>SAWYER, C.; McCARTY, P.; PARKIN, G. <b>Chemistry for environmental engineering and science</b>. 5.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2002. 650 p.</p> <p>SILVA, F.C. <b>Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes</b>. 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2009. 627 p.</p> <p>SILVA, S.A.; OLIVEIRA, R. <b>Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias</b>. Campina Grande, PB: Ed. Do Autor, 2001. 266 p.</p> <p>TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. <b>Manual de métodos de análise de solo</b>. 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 573 p.</p>							

DISCIPLINA:	Tecnologias de Saneamento Descentralizado					CÓDIGO:	ENG 686
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
<b>EMENTA</b>							
<p>Conceitos em saneamento e saúde pública. Seleção de tecnologias descentralizadas. Tratamento simplificado de água para abastecimento unifamiliar e de pequenas comunidades. Segregação de águas residuárias visando reúso e aproveitamento de nutrientes. Tratamento descentralizado de esgoto. Subprodutos do saneamento e potencialidade de reúso local. Aplicabilidade de sistemas descentralizados e estudos de caso. Avaliações e projetos de sistemas descentralizados de saneamento. Visitas técnicas.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>CHERNICHARO, C.A.L. <b>Reatores anaeróbios</b>. 2.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2016. 379 p.</p> <p>CRITES, R.W.; MIDDLEBROOKS, E.J.; BASTIAN, R.K. <b>Natural wastewater treatment systems</b>. 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 549 p.</p> <p>DI BERNARDO, L. <b>Tratamento de água para abastecimento por filtração direta</b>. Rio de Janeiro, RJ: ABES/Rima, 2003. 498 p.</p> <p>DI BERNARDO, L.; SABOGAL-PAZ, L.P. <b>Seleção de tecnologias de tratamento de água</b>. São Carlos, SP: LDiBe, 2008. 1.560 p.</p> <p>DOTRO, G.; LANGERGRABER, G.; MOLLE, P.; NIVALA, J.; PUIGAGUT, J.; STEIN, O.; VON SPERLING, M. <b>Treatment wetlands</b>. London, UK: IWA, 2017. 154 p.</p> <p>HELLER, L.; PÁDUA, V.L. <b>Abastecimento de água para consumo humano</b>. 2.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2010. 418 p.</p> <p>HOWE, K.J.; HAND, D.W.; CRITTENDEN, J.C.; TRUSSELL, R.R.; TCHOBANOGLIOUS, G. <b>Principles of water treatment</b>. 3.ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2012. 672 p.</p> <p>LENS, P.; LETTINGA, G.; ZEEMAN, G. <b>Decentralised sanitation and reuse: integrated environmental technology</b>. London, UK: IWA, 2001. 650 p.</p> <p>LIBÂNIO, M. <b>Fundamentos de qualidade e tratamento de água</b>. 4.ed. Campinas, SP: Átomo, 2016. 640 p.</p> <p>MATOS, A.T.; MATOS, M.P. <b>Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos</b>. Viçosa, MG: UFV, 2017. 371 p.</p> <p>MENDONÇA, S.R.; MENDONÇA, L.C. <b>Sistemas sustentáveis de esgotos</b>. 2.ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2017. 368 p.</p> <p>MEIERHOFER, R.; WEGELIN, M. <b>Solar water disinfection: a guide for the application of SODIS</b>. Dübendorf, Suíça: EAWAG, 2002. 58 p.</p> <p>METCALF &amp; EDDY INC. <b>Wastewater engineering: treatment and resource recovery</b>. 5.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2016. 2.018 p.</p> <p>PÁDUA, V.L. <b>Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano</b>. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2009. 392 p.</p> <p>VON SPERLING, Marcos. <b>Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos</b>. 4.ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2014. 470 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, 1).</p> <p>WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. <b>Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water</b>. 3.ed. Genebra, Suíça, 2006. 658 p.</p>							

DISCIPLINA:	Sistemas Naturais para Tratamento e Disposição de Resíduos					CÓDIGO:	ENG 687
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Caracterização física, química e biológica de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Operações e processos unitários. Sistemas de tratamento biológico de resíduos. Bases conceituais para disposição de resíduos no solo. Legislação para tratamento e disposição de resíduos. Lagoas e biodigestores anaeróbios. Lagoas de estabilização aeróbias. Sistemas alagados (wetlands) construídos. Tratamento por escoamento superficial em rampas vegetadas. Fertirrigação. Compostagem. Avaliações e projetos de sistemas naturais para tratamento e disposição de resíduos.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ANDREOLI, C.V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. <b>Sludge treatment and disposal</b>. London, UK: IWA, 2007. 241 p.</p> <p>BASTOS, R.K.X. <b>Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicultura</b>. Rio de Janeiro, RJ: ABES/Rima, 2003. 267 p.</p> <p>CRITES, R.W.; MIDDLEBROOKS, E.J.; BASTIAN, R.K. <b>Natural wastewater treatment systems</b>. 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 549 p.</p> <p>DOTRO, G.; LANGERGRABER, G.; MOLLE, P.; NIVALA, J.; PUIGAGUT, J.; STEIN, O.; VON SPERLING, M. <b>Treatment wetlands</b>. London, UK: IWA, 2017. 154 p.</p> <p>INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. <b>Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos sólidos orgânicos</b>. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2009. 156 p.</p> <p>MATOS, A.T. <b>Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos</b>. Viçosa, MG: UFV, 2014. 241 p.</p> <p>MATOS, A.T.; MATOS, M.P. <b>Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos</b>. Viçosa, MG: UFV, 2017. 371 p.</p> <p>MENDONÇA, S.R.; MENDONÇA, L.C. <b>Sistemas sustentáveis de esgotos</b>. 2.ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2017. 368 p.</p> <p>METCALF &amp; EDDY INC. <b>Wastewater engineering: treatment and resource recovery</b>. 5.ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2016. 2.018 p.</p> <p>PAGANINI, W.S. <b>Disposição de esgotos no solo</b>. 2.ed. São Paulo, SP: AESABESP, 1997. 232 p.</p> <p>SOUZA, W.J.; DUARTE, S.N. <b>Água residuária: tratamentos e aplicações em áreas agrícolas</b>. Piracicaba, SP: FEALQ, 2014. 197 p.</p> <p>VON SPERLING, Marcos. <b>Waste stabilization ponds</b>. London, UK: IWA, 2007. 162 p.</p> <p>WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. <b>Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water</b>. 3.ed. Genebra, Suíça, 2006. 658 p.</p>							

DISCIPLINA:	Colheita e Pós-Colheita de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares (PMAC)					CÓDIGO:	ENG 692
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	3				PERÍODO	II	
EMENTA							
Características da produção das PMAC. Colheita das PMAC. Secagem das PMAC. Processamento mecânico das PMAC. Processos de extração. Utilização industrial. Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Ministério da Saúde) e documentos regulatórios.							
REFERÊNCIAS							
BUSTAMANTE, Fernando Muñoz López de. <b>Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado</b> . Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 2002. 369 p.							
CASTRO, Henrique Guilhon de; FERREIRA, Francisco Affonso; SILVA, Derly José Henriques da; MOSQUIM, Paulo Roberto. <b>Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários</b> . 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 113 p.							
HII, Ching Lik; JANGAM, Sachin Vinayak; ONG, Sze Pheng; MUJUMDAR, Arun Sadashiv. <b>Solar drying: fundamentals, applications and innovations</b> . 2012. 176 p.							
KUDRA, Tadeusz; MUJUMDAR, Arun Sadashiv. <b>Advanced drying technologies</b> . 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. 438 p.							
MARTINS, Ernane Ronie; CASTRO, Daniel Melo de; CASTELLANI, Débora Cristina; DIAS, Jaqueline Evangelista. <b>Plantas medicinais</b> . Viçosa, MG: UFV, 1995. 220 p.							
MUJUMDAR, Arun Sadashiv. <b>Handbook of industrial drying</b> . 4.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. 1348 p. (Advances in Drying Science and Technology).							
MÜLLER, Joachim; HEINDL, Albert. Drying of medicinal plants. In: BOGERS, Robert J.; CRAKER, Lyle E.; LANGE, Dagmar. <b>Medicinal and aromatic plants</b> . Berlin, Alemanha: Springer, 2006. Chapter 17, p. 237-252. (Wageningen UR Frontis Series, 17).							
ÖZTEKIN, Serdar; MARTINOV, Milan. <b>Medicinal and aromatic crops: harvesting, drying, and processing</b> . Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. 320 p.							
TSOTSAS, Evangelos; MUJUMDAR, Arun Sadashiv. <b>Modern drying technology</b> . Weinheim, Alemanha: Wiley-VCH, 2011. 376 p. (Energy Savings, 4).							
PERIÓDICOS: <i>Acta Horticulturae</i> , <i>Applied Engineering in Agriculture</i> , <i>Biosystems Engineering (Journal of Agricultural Engineering Research)</i> , <i>Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas</i> , <i>Drying Technology</i> , <i>Food Chemistry</i> , <i>Industrial Crops and Products</i> , <i>Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants</i> , <i>Journal of Food Engineering</i> , <i>Journal of Herbs, Spices &amp; Medicinal Plants</i> , <i>Journal of Medicinal Plants Research</i> , <i>Journal of Stored Products Research</i> , <i>Journal of the Science of food and Agriculture</i> , <i>Química Nova</i> , <i>Revista Brasileira de Plantas Medicinais</i> , <i>Revista Engenharia Agrícola</i> e <i>The Journal of Essential Oil Research</i> .							



DISCIPLINA:	Aeração de Grãos					CÓDIGO:	ENG 693
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Objetivos da aeração. Transferência de calor e massa no ecossistema de grãos armazenados. Propriedades psicométricas do ar ambiente na aeração. Bases físicas da aeração. Projeto de sistemas de aeração. Modelagem e avaliação da eficiência dos sistemas de aeração. Operação de sistemas de aeração. Utilização de aeração em outros processos. Resfriamento de grãos com ar resfriado artificialmente. Controle automático de sistemas de aeração.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>HAGSTRUM, D.W.; SUBRAMANYAM, B. <b>Fundamentals of stored-product entomology</b>. St. Paul, MN: AACC International, 2006. 323 p.</p> <p>LORINI, I.; MIKE, L.I.; SCUSSEL, V.M.; FARONI, L.R.A. <b>Armazenagem de grãos</b>. Jundiaí, SP: Bio Geneziz Instituto, 2018. 1.011 p.</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>SUBRAMANYAM, Bhadriraju; HAGSTRUM, David W. <b>Alternatives to pesticides in stored-product</b>. IPM. New York, NY: Springer Science, 2000. 437 p.</p> <p>WEIDENBÖRNER, M. <b>Mycotoxins in plant products: cereals and cereal products</b>. Berlin, Alemanha: Springer, 2017. 822 p.</p>							

### II.3. Disciplinas de Aprofundamento

DISCIPLINA:	Processamento de Imagens Digitais					CÓDIGO:	ENG 639
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5				PERÍODO	I	
EMENTA							
Representação de uma imagem. Processamento no domínio espacial. Segmentação de imagens. Processamento no domínio da frequência. Processamento morfológico. Transformada de Hough. Geometria de imageamento. Classificação de imagens.							
REFERÊNCIAS							
<p>GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. <b>Processamento de imagens digitais</b>. 3.ed. São Paulo, SP: Pearson Educacional, 2011. 640 p.</p> <p>JÄHNE, Bernd. <b>Practical handbook on image processing for scientific and technical applications</b>. 2.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004. 610 p.</p> <p>KUEHNI, Rolf G. <b>Color: an introduction to practice and principles</b>. 2.ed. Hoboken, NJ: John Wiley &amp; Sons, 2005. 199 p.</p> <p>PEDRINI, Hélio; SCHWARTZ, William R. <b>Análise de imagens digitais: princípios, algoritmos e aplicações</b>. São Paulo, SP: Thomson, 2008. 508 p.</p> <p>SOLOMON, Chris; BRECKON, Toby. <b>Fundamentos de processamento digital de imagens: uma abordagem prática com exemplos em Matlab</b>. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2013. 289 p.</p>							

DISCIPLINA:	Modelagem de Sistemas de Controle					CÓDIGO:	ENG 663
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Introdução aos sistemas de controle. Função de transferência e fluxograma de sinais. Caracterização de sistemas dinâmicos, variáveis de estado. Controlabilidade de sistemas lineares. Modelos matemáticos de sistemas físicos. Análise no domínio do tempo de sistemas de controle. Estabilidade de sistemas de controle. Análise no domínio da frequência de sistemas de controle. Introdução ao projeto de sistemas de controle. Controles ótimos.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ASTROM, Karl Johan; WITTENMARK, Bjorn. <b>Adaptive control</b>. 2.ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1994. 574 p.</p> <p>CHEN, Chi-Tsong. <b>Linear system theory and design</b>. 4.ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 2012. 400 p. (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering).</p> <p>DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. <b>Modern control systems</b>. 13.ed. New York, NY: Pearson, 2016. 1.032 p.</p> <p>FRIEDLAND, Bernard. <b>Advanced control system design</b>. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996. 368 p.</p> <p>IOANNOU, Petros; SUN, Jing. <b>Robust adaptive control</b>. New York, NY: Dover Publications, 2012. 848 p. (Dover Books on Electrical Engineering).</p> <p>GOLNARAGHI, Farid; KUO, Benjamin C. <b>Automatic control systems</b>. 9.ed. Hoboken, NJ: John Wiley &amp; Sons, 2009. 800 p.</p> <p>NISE, Norman S. <b>Control systems engineering</b>. 6.ed. Hoboken, NJ: John Wiley &amp; Sons, 2010. 944 p.</p> <p>OGATA, Katsuhiko. <b>Engenharia de controle moderno</b>. 5.ed. New York, NY: Pearson, 2010. 775 p.</p>							

DISCIPLINA:	Análise por Elementos Finitos					CÓDIGO:	ENG 677
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Discretização do domínio. Polinômios de interpolação linear. Formulação de elementos finitos para alguns problemas. Implementação computacional para o método de elementos finitos. Análise de transferência de calor por condução e convecção por meio de elementos finitos. Análise de problemas transientes. Elementos de ordens superiores. Elementos triangulares e tetraedrais de ordens superiores. Elementos quadriláterais. Formulação das equações dos elementos por meio do método de Galerkin.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>LARSON, M.G.; BENGZON, F. <b>The finite element method: theory, implementation, and applications</b>. New York, NY: Springer Science &amp; Business Media, 2013. 395 p.</p> <p>LIU, G.R.; QUEK, S.S. <b>The finite element method: a practical course</b>. 2.ed. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2013. 464 p.</p> <p>RAO, S.S. <b>The finite element method in engineering</b>. 6.ed. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2017. 768 p.</p> <p>VOLKER, J. <b>Finite element methods for incompressible flow problems</b>. Cham, Switzerland: Springer, 2016. 812 p.</p>							

DISCIPLINA:	Transferência de Calor e Dinâmica dos Fluidos Computacional					CÓDIGO:	ENG 678
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
Implementação computacional das leis de conservação. Discretização e solução das leis de conservação. Solução de problemas acoplados e conjugados de escoamento de fluidos, transferência de calor e de massa.							
REFERÊNCIAS							
<p>BIRD, R. Byron; STEWART, Warren E.; LIGHTFOOT, Edwin N. <b>Fenômenos de transporte</b>. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010. 856 p.</p> <p>CUSSLER, E.L. <b>Diffusion: mass transfer in fluid systems</b>. 3.ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009. 647 p. (Chemical Engineering).</p> <p>FERZIGER, Joel H.; PERIC, Milovan. <b>Computational methods for fluid dynamics</b>. 3.ed. Berlin, Alemanha: Springer, 2001. 426 p.</p> <p>HOWELL, John R.; MENGÜÇ, M. Pinar; SIEGEL, Robert. <b>Thermal radiation heat transfer</b>. 6.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015. 1.016 p.</p> <p>PLETCHER, Richard H.; TANNEHILL, John C.; ANDERSON, Dale A. <b>Computational fluid mechanics and heat transfer</b>. 3.ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. 774 p. (Computational and Physical Processes in Mechanics and Thermal Sciences).</p> <p>TU, Jiyuan; YEOH, Guan-Heng; LIU, Chaoqun. <b>Computational fluid dynamics: a practical approach</b>. 2.ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2012. 456 p.</p> <p>WRIGHT, Margaret Robson. <b>An introduction to chemical kinetics</b>. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 2004. 462 p.</p>							

DISCIPLINA:	Movimento da Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera					CÓDIGO:	ENG 682
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
<b>EMENTA</b>							
<p>Descrição dos componentes do sistema solo-planta-atmosfera. Base termodinâmica do conceito de potencial total da água. Potenciais da água no solo, na planta e na atmosfera. Movimento de água no sistema solo-planta-atmosfera. Interação água-planta. Evaporação e evapotranspiração. Balanço hídrico no solo.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>AGUIAR-NETTO, A.O.; BASTOS, E.A. <b>Princípios agronômicos da irrigação</b>. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 262 p.</p> <p>ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. <b>Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)</b>. Rome, Itália: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).</p> <p>BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. <b>Manual de irrigação</b>. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625 p.</p> <p>BRANDÃO, V.S.; CECÍLIO, Roberto Avelino; PRUSKI, Fernando Falco; SILVA, D.D. <b>Infiltração da água no solo</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 120 p.</p> <p>DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. <b>Efeito da água no rendimento das culturas</b>. Campina Grande, PB: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).</p> <p>HILLEL, D. <b>Introduction to environmental soil physics</b>. Amsterdam, Holanda: Elsevier, 2004. 494 p.</p> <p>LIBARDI, P.L. <b>Dinâmica da água no solo</b>. São Paulo, SP: EDUSP, 2005. 335 p.</p> <p>MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. <b>Fisiologia vegetal</b>. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 486 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. <b>Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas</b>. Guaíba, SP: Agropecuária, 2002. 478 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. <b>Evapotranspiração</b>. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 183 p.</p> <p>PEREIRA, A.R.; SEDIYAMA, G.C.; VILLA NOVA, N.A. <b>Evapotranspiração</b>. Campinas, SP: FUNDAG, 2013. 321 p.</p> <p>REICHARDT, K.; TIMM, L.C. <b>Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações</b>. Barueri, SP: Manole, 2004. 478 p.</p> <p>STEDUTO, P.; HSIAO, T.C.; FERERES, E.; RAES, D. <b>Crop yield response to water</b>. Rome, Itália: FAO, 2012. 501 p. (Irrigation and Drainage Paper, 66).</p> <p>VAREJÃO-SILVA, M.A. <b>Meteorologia e climatologia</b>. Brasília, DF: INMET, 2006. 463 p.</p>							

DISCIPLINA:	Hidroclimatologia					CÓDIGO:	ENG 720
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
<p>Modelagem hidroclimática. Modelos de infiltração e transporte de água no solo. Modelos de transporte de água em rios. Modelos de interação atmosfera-biosfera. Modelos climáticos. Análise de dados hidroclimáticos. Previsões climáticas.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>CAMPBELL, G.S.; NORMAN, J.M. <b>An introduction to environmental biophysics</b>. 2.ed. New York: Springer, 2016. 286 p.</p> <p>FETTER, C.W. <b>Applied hydrogeology</b>. 4.ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. 598 p.</p> <p>GRAYSON, R.B.; MOORE, I.D.; McMAHON, T.A. Physically based hydrologic modeling: is the concept realistic? <b>Water Resources Research</b>, v. 28, n. 10, p. 2659-2666, 1992. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1029/92WR01258">http://dx.doi.org/10.1029/92WR01258</a>&gt;.</p> <p>HASTENRATH, S. <b>Climate dynamics of the tropics: update from climate and circulation of the tropics</b>. Dordrecht: Kluwer Academic, 1996. 488 p.</p> <p>HOLTON, J.R.; HAKIM, G.J. <b>An introduction to dynamic meteorology</b>. 5.ed. Amsterdam: Elsevier, 2013. 532 p.</p> <p>HOSTETLER, S.W. Hydrologic and atmospheric models: the (continuing) problem of discordant scales. <b>Climate Change</b>, v 27, n. 4, p. 345-350, 1994. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1007/BF01096266">http://dx.doi.org/10.1007/BF01096266</a>&gt;.</p> <p>KALNAY, E. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. <b>Bulletin of the American Meteorological Society</b>, Washington, v. 77, n. 3, p. 437-471, 1996. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077&lt;0437 TNYRP&gt;2.0.CO;2">http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077&lt;0437 TNYRP&gt;2.0.CO;2</a>&gt;.</p> <p>POLLARD, D.; THOMPSON, S. The effect of doubling stomatal resistance in a global climate model. <b>Global and Planetary Change</b>, Amsterdam, v. 10, n. 1-4, p. 129-161, 1995. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1016/0921-8181(94)00023-7">http://dx.doi.org/10.1016/0921-8181(94)00023-7</a>&gt;.</p> <p>PONCE, V.M. <b>Engineering hydrology: principles and practices</b>. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989. 640 p.</p> <p>SCHULTZ, G.A.; HORNBOGEN, M.; VITERBO, P.; NOILHAN, J. <b>Coupling large-scale hydrological and atmospheric models</b>. 1995. 96 p. (IAHS Special Publication, 3).</p> <p>TRENBERTH, K. <b>Climate system modeling</b>. Cambridge: Cambridge University, 1995. 788 p.</p> <p>VÖRÖSMARTY, C.J.; MOORE III, B.; GRACE, A.L.; GILDEA, M.P. Continental scale models of water balance and fluvial transport: an application to South America. <b>Global Biogeochemical Cycles</b>, Washington, v. 3, n. 3, p. 241-265, 1989. Disponível em: &lt;<a href="http://dx.doi.org/10.1029/GB003i003p00241">http://dx.doi.org/10.1029/GB003i003p00241</a>&gt;.</p>							

DISCIPLINA:	Ambientes Climatizados para Produção Vegetal					CÓDIGO:	ENG 721
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	3	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5				PERÍODO	II	
EMENTA							
<p>Potencial de utilização de ambientes climatizados para produção vegetal. Processos biofísicos em ambientes climatizados. Principais técnicas usadas na modificação do microclima. Utilização racional de sistemas de ventilação e de resfriamento evaporativo para controle da temperatura e umidade relativa do ar. Controle automático e computadorizado do microclima. Modelagem física e simulação dinâmica do microclima em casas-de-vegetação, túneis plásticos, câmaras climáticas e sistemas avançados para propagação e produção vegetal.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>ALBRIGHT, L.D. <b>Environment control for animals and plants</b>. St. Joseph, Michigan: The American Society of Agricultural Engineers, 1990. 453 p.</p> <p>AUSTERLITZ, H. <b>Data acquisition techniques using personal computers</b>. San Diego: Academic Press, 1991. 316 p.</p> <p>CASTILLA, N. <b>Invernaderos de plástico: tecnología y manejo</b>. Madrid: Mundi Prensa, 2005. 462 p.</p> <p>CLARK, J.A.; GREGSON, K.; SAFFELL, R.A. <b>Computer applications in agricultural environments</b>. Boston: Butterworths, 1987. 304 p.</p> <p>GAVILÁN, M.U. <b>Tratado de cultivo sin suelo</b>. Madrid: Mundi Prensa, 2004. 914 p.</p> <p>GOTO, E.; KURATA, K.; HAYASHI, M. <b>Plant production in closed ecosystems</b>. Boston: Kluwer, 1997. 343 p.</p> <p>GOTTO, R.; TIVELLI, S.W. <b>Produção em ambiente protegido: condições subtropicais</b>. São Paulo: UNESP, 1998. 319 p.</p> <p>HANAN, J.J. <b>Greenhouses - advanced technology for protected horticulture</b>. New York: CRC Press, 1998. 684 p.</p> <p>HASHIMOTO, Y.; BOT, G.P.A.; DAY, W.; TANTAU, H.J.; NONAMI, H. <b>The computerized greenhouse - automatic control application in plant production</b>. San Diego: Academic Press, 1993. 340 p.</p> <p>HENRY, Z.A.; ZOERB, G.C.; BIRTH, G.S. <b>Instrumentation and measurement for environmental sciences</b>. St. Joseph: The American Society of Agricultural Engineers, 1991. 272 p.</p> <p>KAMP, P.G.H.; TIMMERMAN, G.J. <b>Computerized environmental control in greenhouses</b>. Ede: IPC Plant Ede, 1996. 266 p.</p> <p>NELSON, P.V. <b>Greenhouse operation and management</b>. 6.ed. New York: Prentice-Hall, 2002. 692 p.</p> <p>TAKAKURA, T. <b>Climate under cover - digital dynamic simulation in plant bio-engineering</b>. Boston: Kluwer, 1993. 155 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <i>Acta Horticulturae</i>, <i>Agricultural and Forest Meteorology</i>, <i>Journal of Agricultural Engineering Research</i>, <i>Journal of Horticultural Science</i>, <i>Scientia Horticulturae</i>, <i>Transactions of the ASAE</i>.</p>							



DISCIPLINA:	Desenvolvimento de Sensores para Agricultura de Precisão					CÓDIGO:	ENG 733
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Sensores utilizados em agricultura de precisão. Plataformas para desenvolvimento de sensores. Sistema operacional Linux embarcado. Utilização da linguagem Python em plataformas com Linux embarcado. Utilização da linguagem C++ em plataformas com Linux embarcado. IDE Qt para o desenvolvimento de programas em C++ para plataformas com Linux embarcado. Circuitos eletrônicos analógicos e digitais. Simulação de circuitos analógicos e digitais. Interfaceamento das plataformas com Linux embarcado utilizando as portas de entrada e saída. Interfaceamento das plataformas com Linux embarcado utilizando diferentes padrões de comunicação. Interfaceamento das plataformas com Linux embarcado com sensores e atuadores. Desenvolvimento de sensores para agricultura de precisão utilizando plataformas com Linux embarcado.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>AGARWAL, Anant; LANG, Jeffrey. <b>Foundations of analog and digital electronic circuits</b>. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2005. 1.008 p. (Series in Computer Architecture and Design).</p> <p>BLANCHETTE, Jasmin; SUMMERFIELD, Mark. <b>C++ GUI programming with Qt4</b>. 2.ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008. 752 p. (Open Source Software Development Series).</p> <p>MOLLOY, Derek. <b>Exploring Beaglebone: tools and techniques for building with embedded Linux</b>. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 2014. 600 p.</p> <p>MOLLOY, Derek. <b>Exploring Raspberry Pi: interfacing to the real world with embedded Linux</b>. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 2016. 720 p.</p> <p>NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan. <b>Introduction to multisim for electric circuits</b>. 10.ed. London, Inglaterra: Pearson, 2014. 144 p.</p> <p>WHELAN, Brett; TAYLOR, James. <b>Precision agriculture for grain production systems</b>. Clayton, Victoria, Austrália: CSIRO Publishing, 2013. 208 p.</p> <p>ZHANG, Qin. <b>Precision agriculture technology for crop farming</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015. 374 p.</p> <p>ZHANG, Qin; PIERCE, Francis J. <b>Agricultural automation: fundamentals and practices</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2013. 411 p.</p> <p>PERIÓDICOS: <b>Applied Engineering Journal, Computer and Electronics in Agriculture, Precision Agriculture e Transactions of the ASABE</b>.</p>							

DISCIPLINA:	Aprendizado de Máquina na Agricultura					CÓDIGO:	ENG 734
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO			II
EMENTA							
<p>Características da linguagem Python. Tipos de variáveis. Estrutura de controle e repetição. Funções e classes. Pré-processamento de dados. Tipos de aprendizagem de máquina. Principais algoritmos de regressão. Principais algoritmos de classificação. <i>Deep learning</i>. Seleção de variáveis. Solução de problemas em engenharia de biosistemas utilizando aprendizagem de máquinas.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>BOWLES, M. <b>Machine learning in Python: essential techniques for predictive analysis</b>. Wiley, 2015.</p> <p>DUDA, R.O.; HART, P.E.; STORK, D.G. <b>Pattern classification</b>. 2.ed. Wiley, 2000. 688 p.</p> <p>GÉRON, A. <b>Mãos à obra – aprendizado de máquina com Scikit-Learn &amp; TensorFlow: conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes</b>. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019. 576 p.</p> <p>GRUS, J. <b>Data science from scratch</b>. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, 2015.</p> <p>HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. <b>Análise multivariada de dados</b>. 6.ed. Bookman, 2009. 688 p.</p> <p>JAMES, G.; WITTEN, D.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. <b>An introduction to statistical learning – with application in R</b>. Spring, 2013.</p> <p>MACKWORTH, A.K.; POOLE, D.L. <b>Python code for artificial intelligence: foundation of computational agents</b>. 2019.</p> <p>MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C.; HUBELE, N.F. <b>Estatística aplicada à engenharia</b>. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.</p> <p>NOCEDAL, J.; WRIGHT, S.J. <b>Numerical optimization</b>. 2.ed. Springer, 2006.</p> <p>PEDREGOSA, F.; VAROQUAUX, G.; GRAMFORT, A.; MICHEL, V.; THIRION, B.; GRISEL, O. et al. Scikit-learn: machine learning in Python. <b>Journal of Machine Learning Research</b>, v. 12, p. 2825-2830, 2011. Disponível em: <a href="https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html">https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html</a>.</p> <p>PYTHON 3.9.0 documentation. Disponível em: <a href="https://docs.python.org/3/">https://docs.python.org/3/</a>.</p> <p>ROMANO, F. <b>Learning Python</b>. Packt, 2015. 442 p.</p>							

DISCIPLINA:	Modelagem da Dinâmica de Água e Soluto no Solo					CÓDIGO:	ENG 740
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	4	PRÁTICAS	0	TOTAL	4	60
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
EMENTA							
O solo como um meio poroso contínuo. Relações solo-água. Dinâmica da água em solo saturado. Dinâmica da água em solo não saturado. Dinâmica de solutos no solo.							
REFERÊNCIAS							
<p>BEAR, Jacob; CHENG, Alexander H.D. <b>Modeling groundwater flow and contaminant transport</b>. Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 2010. 834 p. (Theory and Applications of Transport in Porous Media, 23).</p> <p>DAVID, E. Radcliffe; SIMUNEK, Jiri. <b>Soil physics with HYDRUS: modeling and applications</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. 388 p.</p> <p>HILLEL, Daniel. <b>Introduction to environmental soil physics</b>. New York, NY: Academic Press, 2003. 494 p.</p> <p>JURY, William A.; HORTON, Robert. <b>Soil physics</b>. 6.ed. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 2004. 384 p.</p> <p>LAL, Rattan; SHUKLA, Manoj K. <b>Principles of soil physics</b>. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004. 736 p. (Books in Soils, Plants, and the Environment).</p> <p>LIBARDI, Paulo Leonel. <b>Dinâmica da água no solo</b>. São Paulo, SP: EDUSP, 2005. 344 p.</p> <p>MARTINEZ, Mauro Aparecido; SILVA, J.G.G.; PEREIRA, D.R. Modelagem do movimento de sais no solo. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de. <b>Manejo de salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados</b>. Fortaleza, CE: INCT Sal, 2010. cap. 7, p. 94-113.</p> <p>REICHARDT, Klaus; TIMM, Luís Carlos. <b>Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações</b>. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2012. 500 p.</p> <p>TINKER, P.B.; NYE, P.H. <b>Solute movement in the rhizosphere</b>. 2.ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 2000. 464 p. (Topics in Sustainable Agronomy).</p> <p>WARRICK, Arthur W. <b>Soil water dynamics</b>. Oxford, UK: Oxford University Press, 2003. 416 p.</p> <p>ZHENG, Chunmiao; BENNETT, Gordon D. <b>Applied contaminant transport modeling</b>. 2.ed. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 2002. 621 p.</p>							

DISCIPLINA:	Hidrologia de Águas Subterrâneas					CÓDIGO:	ENG 741
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	II		
EMENTA							
<p>Água subterrânea e aquíferos. Suprimento e armazenagem. Movimento das águas subterrâneas. Hidráulica dos poços. Qualidade das águas subterrâneas. Aproveitamento de águas subterrâneas de grandes bacias.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>BEAR, Jacob. <b>Hydraulics of groundwater</b>. New York, NY: McGraw-Hill, 2007. 592 p. (Dover Books on Engineering).</p> <p>BOUWEAR, H. <b>Groundwater hydrology</b>. New York, NY: McGraw-Hill, 1978. 480 p.</p> <p>CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M.R. <b>Hidrologia subterrânea</b>. 2.ed. Barcelona, Espanha: Omega, 1983. 2.359 p.</p> <p>DAVIS, Stanley N.; DE WIEST, R.J.M. <b>Hydrogeology</b>. New York, NY: John Wiley &amp; Sons, 1966. 463 p.</p> <p>FRANCISS, F.O. <b>Hidráulica de meios permeáveis: escoamento em meios porosos</b>. São Paulo, SP: EDUSP, 1980. 169 p.</p> <p>McWHORTER, David B.; SUNADA, Daniel K. <b>Ground-water hydrology and hydraulics</b>. Littleton, CO: Water Resources Publications, 2010. 304 p.</p> <p>TODD, D.K. <b>Hidrologia de águas subterrâneas</b>. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 1967. 319 p.</p>							

DISCIPLINA:	Irrigação por Aspersão e Localizada II					CÓDIGO:	ENG 743
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
EMENTA							
Discussão de artigos científicos sobre dimensionamento, manejo e operação de sistemas de irrigação por aspersão e localizada. Análise de modelos computacionais para dimensionamento e avaliação de sistemas de irrigação por aspersão e localizada.							
REFERÊNCIAS							
PERIÓDICOS: <b>Agricultural Water Management, Irriga, Irrigation Science, Journal of the Irrigation and Drainage Engineering, Transactions of the ASAE e Water Resources Management.</b>							

DISCIPLINA:	Manejo de Água-Planta em Solos Salinos					CÓDIGO:	ENG 744
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	II		
EMENTA							
Origem dos solos salinos e alcalinos. Físico-química e classificação dos solos salinos. Qualidade da água de irrigação e seus efeitos no solo. Movimento de sais no solo e lixiviação. Efeito dos sais sobre o desenvolvimento das plantas. Práticas culturais empregadas no controle e na recuperação de solos salinos.							
REFERÊNCIAS							
AYRES, R.S.; WESTCOT, D.W. <b>A qualidade da água na agricultura</b> . 2.ed. Campina Grande, PB: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).							
BIGGAR, J.W.; NIELSEM, D.R. Miscible displacement and leaching phenomenon. In: DINAVER, R.C. <b>Irrigation of agricultural lands</b> . Madison, WI: American Society of Agronomy (ASA), 1967. p. 254-274. (Agronomy, 11).							
BRESLER, Eshel; McNEAL, Brian L.; CARTER, David L. <b>Saline and sodic soils</b> . Berlin, Alemanha: Springer-Verlag, 1982. 236 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 10).							
KIRKHAM, Don; POWERS, William L. <b>Advanced soil physics</b> . New York, NY: John Wiley & Sons, 1972. 534 p.							
RICHARDS, L.A. <b>Diagnosis and improvement of saline and alkali soils</b> . Washington, DC: USDA, 1969. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).							

## II.4. Disciplinas Gerais

DISCIPLINA:	Estágio em Ensino I					CÓDIGO:	ENG 776
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	0	PRÁTICAS	1	TOTAL	1	15
NÚMERO DE CRÉDITOS	1			PERÍODO	I e II		
EMENTA							
Esta disciplina propõe-se a fornecer a estudantes de pós-graduação experiência de ensino, pelo planejamento, preparação e lecionamento de aulas teóricas e práticas de disciplinas em nível de graduação do Departamento de Engenharia Agrícola sob a supervisão e acompanhamento do professor da respectiva disciplina de graduação.							
REFERÊNCIAS							
De acordo com a disciplina de graduação em que estiver estagiando.							

DISCIPLINA:	Estágio em Ensino II					CÓDIGO:	ENG 777
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	0	PRÁTICAS	2	TOTAL	2	30
NÚMERO DE CRÉDITOS	2			PERÍODO	I e II		
EMENTA							
<p>Esta disciplina propõe-se a fornecer a estudantes de pós-graduação experiência de ensino, pelo planejamento, preparação e lecionamento de aulas teóricas e práticas de disciplinas em nível de graduação do Departamento de Engenharia Agrícola sob a supervisão e acompanhamento do professor da respectiva disciplina de graduação.</p>							
REFERÊNCIAS							
De acordo com a disciplina de graduação em que estiver estagiando.							



DISCIPLINA:	Estágio em Ensino III					CÓDIGO:	ENG 778
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	0	PRÁTICAS	3	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I e II		
EMENTA							
<p>Esta disciplina propõe-se a fornecer a estudantes de pós-graduação experiência de ensino, pelo planejamento, preparação e lecionamento de aulas teóricas e práticas de disciplinas em nível de graduação do Departamento de Engenharia Agrícola sob a supervisão e acompanhamento do professor da respectiva disciplina de graduação.</p>							
REFERÊNCIAS							
De acordo com a disciplina de graduação em que estiver estagiando.							

DISCIPLINA:	Tópicos Especiais I					CÓDIGO:	ENG 790
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	1	15
NÚMERO DE CRÉDITOS	1				PERÍODO	I, II e III	
EMENTA							
<p>Disciplina de oferecimento não-regular, ministrada por professores visitantes ou da própria instituição, concentrada ou não. Conteúdo variável, abrangendo temas importantes para a formação global do estudante, não abordados nas disciplinas regulares oferecidas na UFV.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.</p>							

DISCIPLINA:	Tópicos Especiais II					CÓDIGO:	ENG 791
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	2	30
NÚMERO DE CRÉDITOS	2			PERÍODO	I, II e III		
EMENTA							
<p>Disciplina de oferecimento não-regular, ministrada por professores visitantes ou da própria instituição, concentrada ou não. Conteúdo variável, abrangendo temas importantes para a formação global do estudante, não abordados nas disciplinas regulares oferecidas na UFV.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.</p>							

DISCIPLINA:	Tópicos Especiais III					CÓDIGO:	ENG 792
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I, II e III		
EMENTA							
Disciplina de oferecimento não-regular, ministrada por professores visitantes ou da própria instituição, concentrada ou não. Conteúdo variável, abrangendo temas importantes para a formação global do estudante, não abordados nas disciplinas regulares oferecidas na UFV.							
REFERÊNCIAS							
Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.							

DISCIPLINA:	Problemas Especiais I					CÓDIGO:	ENG 794
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	1	15
NÚMERO DE CRÉDITOS	1			PERÍODO	I, II e III		
EMENTA							
<p>Visa oferecer ao aluno a oportunidade de estudar temas de seu interesse relacionados com a área específica de pesquisa e julgado de importância para a sua formação.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.</p>							

DISCIPLINA:	Problemas Especiais II					CÓDIGO:	ENG 795
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	2	30
NÚMERO DE CRÉDITOS	2			PERÍODO	I, II e III		
EMENTA							
<p>Visa oferecer ao aluno a oportunidade de estudar temas de seu interesse relacionados com área a específica de pesquisa e julgado de importância para a sua formação.</p>							
REFERÊNCIAS							
<p>Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.</p>							

DISCIPLINA:	Problemas Especiais III					CÓDIGO:	ENG 796
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I, II e III		
<b>EMENTA</b>							
<p>Visa oferecer ao aluno a oportunidade de estudar temas de seu interesse relacionados com a área específica de pesquisa e julgado de importância para a sua formação.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>Serão estabelecidas, a critério do professor responsável pela disciplina, e aprovadas pela Comissão Coordenadora.</p>							

DISCIPLINA:	Seminário					CÓDIGO:	ENG 797
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	1	PRÁTICAS	0	TOTAL	1	15
NÚMERO DE CRÉDITOS	1			PERÍODO		I e II	
EMENTA							
Técnicas de apresentação de trabalho científico em público. Treinamento de apresentação de seminário pelos alunos de pós-graduação e seminários sobre temas de interesse proferidos por especialistas convidados.							
REFERÊNCIAS							
Será definida pelo prelecionista.							



DISCIPLINA:	Pesquisa					CÓDIGO:	ENG 799
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	-	PRÁTICAS	-	TOTAL	-	-
NÚMERO DE CRÉDITOS	-				PERÍODO	1 e 2	
EMENTA							
Essa disciplina visa acompanhar o progresso realizado pelo estudante em sua pesquisa de dissertação ou de tese.							
REFERÊNCIAS							

## II.5. Disciplinas ofertadas em língua inglesa

DISCIPLINA:	Mycotoxins in Agricultural Products					CÓDIGO:	ENG 673
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	2	TOTAL	5	75
NÚMERO DE CRÉDITOS	5			PERÍODO	I		
<b>EMENTA</b>							
<p>Mycotoxins in pre-harvest: contamination of crops. Mycotoxin risk assessment and management in agricultural products. Deterministic methods for assessing mycotoxin exposure. Food safety and regulations of agricultural products contaminated by mycotoxins. Legislation and regulation of mycotoxin limits in foods. Sampling for evaluation of mycotoxins in agricultural products. Mycotoxin analysis techniques. Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) to control mycotoxins in agricultural products. Influence of environmental conditions on the production of mycotoxins. Control of mycotoxins in grain storage. Techniques for decontamination/detoxification of mycotoxins in grains. Mycotoxins and their effects on human and animal health.</p>							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
<p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011.</p> <p>AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. <b>Limites Máximos Tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.</b> Resolução RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017 (alteração da Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011).</p> <p>EUROPEAN UNION LAW – EU-LEX. <b>Teores máximos de certos contaminantes presentes nos alimentos.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:I21290">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:I21290</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. de 2018.</p> <p>HUI, Y.H.; BRUINSMA, B.L.; GORHAM, J.R.; NIP, W.K.; TONG, P.S.; VENTRESCA, P. <b>Food plant sanitation.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 2003.</p> <p>LESLIE, J.F.; LOGRIECO, A.F. <b>Mycotoxins reduction in grain chains.</b> Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2014. 377 p.</p> <p>MAGAN, N.; OLSEN, M. <b>Mycotoxins in food.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.</p> <p>MILLER, J.D.; TRENHOLM, H.L. <b>Mycotoxins in grain.</b> Saint Paul, MN: Eagan Press, 1997.</p> <p>NAVARRO, Shlomo; NOYES, Ronald T. <b>The mechanics and physics of modern grain aeration management.</b> Boca Raton, FL: CRC Press, 2001. 672 p.</p> <p>O'DONNELL, Colm; TIWARI, Brijesh K.; CULLEN, P.J.; RICE, Rip G. <b>Ozone in food processing.</b> Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2012. 312 p.</p> <p>ROMER LABS. <b>Mycotoxin regulations for food and feed in the USA.</b> Disponível em: &lt;<a href="https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD">https://mediacenter.biomin.net/Go/FopK4dqD</a>&gt;. Acesso em: 24 abr. 2018.</p> <p>SINHA, K.K.; BHATNAGAR, D. <b>Mycotoxins in agriculture and food safety.</b> New York, NY: Marcel Dekker, 1998.</p> <p>WEIDENBÖRNER, M. <b>Mycotoxins in plant products: cereals and cereal products.</b> Berlin, Alemanha: Springer, 2017. 822 p.</p>							

DISCIPLINA:	Algorithms Applied to Agricultural Processes					CÓDIGO:	ENG 691
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	2	PRÁTICAS	2	TOTAL	4	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	4			PERÍODO	I		
EMENTA							
Algorithms in the development of computer programs. Programming languages applied to agricultural process. Application development for agricultural process. Decision support systems for agricultural process.							
REFERÊNCIAS							
CAMPBELL, Stephen L.; CHANCELIER, Jean-Philippe; NIKOUKHAH, Ramine. <b>Modeling and simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4.</b> 2.ed. Berlin, Alemanha: Springer, 2010. 330 p.							
CORMEN, Thomas H. <b>Algoritmos: teoria e prática.</b> 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2012. 944 p.							
FRITZSON, Peter. <b>Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1.</b> New Jersey, NJ: Wiley-IEEE, 2004. 944 p.							
GILAT, Amos. <b>MATLAB com aplicações em engenharia.</b> 4.ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2012. 430 p.							
GOMEZ, Claude. <b>Engineering and scientific computing with Scilab.</b> Basileia, Suíça: Birkhäuser Verlag, 1999. 491 p.							
GRIVET, Jean-Philippe. <b>Méthodes numériques appliquées pour le scientifique et l'ingénieur.</b> 2.ed. Paris, França: EDP Sciences, 2013. 400 p.							
LEITE, Mário. <b>Scilab: uma abordagem prática e didática.</b> 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2015. 600 p.							
MAYER, David G. <b>Algorithms and agricultural systems.</b> Berlin, Alemanha: Springer, 2003. 118 p.							
SEDGEWICK, Robert; FLAJOLET, Philippe. <b>An introduction to the analysis of algorithms.</b> 2.ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2013. 604 p.							
STELLMAN, Andrew; GREENE, Jennifer. <b>Use a cabeça! C#.</b> 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2010. 738 p.							

DISCIPLINA:	Special Topics (Geoprocessing applied to agriculture)					CÓDIGO:	ENG 792
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	0	PRÁTICAS	3	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO			I
EMENTA							
Basic concepts of GIS. Geoprocessing tools for vector layers. Spatial selections. Basic concepts of geostatistics. Unsupervised and supervised classification. Orbital remote sensing in QGIS 3. Cases in geoprocessing applied to agriculture.							
REFERÊNCIAS							
Pucha-Cofrep, F., Fries, A., Cánovas-García, F., Oñate-Valdivieso, F. González-Jaramillo, V., & Pucha-Cofrep, D. <b>Fundamentals of GIS: Applications with ArcGIS</b> , Editora Cia. LTDA, 2018							
Huisman, O.; Rolf A. <b>Principles of Geographic Information Systems</b> . An introductory textbook. ITC. 2009							
ISAACS, E.H. e SRIVASTAVA, R.M. <b>An introduction to applied geostatistics</b> . Oxford University Press. 561 p. 1989							
LEICK, A. <b>GPS Satellite surveing</b> . John Wiley & Sons. 560 p. 1995.							
QGIS documentation. Available in < <a href="https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/">https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/</a> >							
Ćulibrk, D., Vukobratovic, D., Minic, V., Fernandez, M.A., Osuna, J.A. and Crnojevic, V. <b>Sensing technologies for precision irrigation</b> . Springer New York. 2014.							
Han, S., Steward, B. L., & Tang, L. <b>Precision Agriculture Technology for Crop Farming</b> . CRC Press, New York. 2015.							
Revista Ciência Agronomica. <b>Agriculture 4.0</b> , v. 51, n.5. 2020. Available at <a href="http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/issue/view/76">http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/issue/view/76</a> .							
PERIÓDICOS: <b>Precision Agriculture, Transactions of the ASABE, Applied Engineering in Agriculture, Biosystems Engineering, Computer and Electronics in Agriculture.</b>							

DISCIPLINA:	Special Topics (Post-Harvest of Agricultural Products)					CÓDIGO:	ENG 792
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
EMENTA							
Psychrometry. Post-harvest losses of agricultural products. Post-harvest physiology of fruits and vegetables. Storage of agricultural products. Quality of agricultural products. Factors affecting quality of stored agricultural products. Grain drying.							
REFERÊNCIAS							
<p>ALTMAN, A., HASEGAWA, P.M. <b>Plant biotechnology and agriculture</b>. Academic Press, Cambridge, 2012.</p> <p>BALA, B. K. <b>Drying and storage of cereal grains</b>. Wiley-Blackwell, New Jersey, 2016.</p> <p>CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. <b>Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio</b>. Editora: UFLA, Lavras, 2005.</p> <p>JONGEN, W. <b>Fruit and vegetable processing</b>. CRC Press, Boca Raton, 2002.</p> <p>MUJUMDAR, A.S. <b>Handbook of industrial drying</b>. CRC Press, Boca Raton, 2006.</p> <p>PITT, J.I.; HOCKING, A.D. <b>Fungi and Food Spoilage</b>. Springer, London, 2009.</p> <p>SILVA, J.S. <b>Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas</b>. Editora Aprenda Fácil, Viçosa, 2008.</p> <p>TAIZ, L. ZEIGER, E. <b>Plant physiology</b>. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, 2010.</p> <p>THOMPSON, A. K. <b>Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage</b>. Blackwell Publishing, Oxford, 2003.</p> <p>WRIGLEY, C. <b>Encyclopedia of grain science</b>. Academic Press, Cambridge, 2004.</p>							

DISCIPLINA:	Special Problems (Digital Agriculture)					CÓDIGO:	ENG 796
DURAÇÃO EM SEMANAS	CARGA HORÁRIA SEMANAL					CARGA HORÁRIA TOTAL	
15	TEÓRICAS	3	PRÁTICAS	0	TOTAL	3	45
NÚMERO DE CRÉDITOS	3			PERÍODO	I		
<b>EMENTA</b>							
Principles of digital agriculture. GNSS - Global Navigation Satellite Systems. Mapping soil attributes. Mapping plant attributes. Yield mapping. Internet of thing and connectivity. Cloud computing and big data. Digital irrigation. Geoprocessing in the digital agriculture. Machine learning. Applications of digital agriculture to agriculture engineering systems.							
<b>REFERÊNCIAS</b>							
Castrignanò, A., Buttafuoco, G., Khosla, R., Mouazen, A., Moshou, D. and Naud, O. eds.. <b>Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming</b> . Academic Press. 2020.							
Ćulibrk, D., Vukobratovic, D., Minic, V., Fernandez, M.A., Osuna, J.A. and Crnojevic, V. . <b>Sensing technologies for precision irrigation</b> . Springer New York. 2014.							
Han, S., Steward, B. L., & Tang, L. <b>Precision Agriculture Technology for Crop Farming</b> . CRC Press, New York. 2015.							
Revista Ciência Agronômica. <b>Agriculture 4.0</b> , v. 51, n.5. 2020. Available at <a href="http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/issue/view/76">http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/issue/view/76</a> .							
Whelan, B. & Taylor, J.. <b>Precision Agriculture for Grain Production Systems</b> . Csiro publishing, 2013.							
Zhang, Q. & Pierce, F. J., eds. <b>Agricultural automation: fundamentals and practices</b> . CRC Press, 2013.							
PERIÓDICOS: <b>Precision Agriculture, Transactions of the ASABE, Applied Engineering in Agriculture, Biosystems Engineering Journal, Computer and Electronics in Agriculture.</b>							

### III – CURRICULUM VITAE RESUMIDO DOS ORIENTADORES DO PPGEA-UFV

### III.1. Docentes da Área de Concentração em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

Prof. Evandro de Castro Melo

#### Atuação Profissional

O Prof. Evandro de Castro Melo é Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV tendo se aposentado como Professor Titular. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em pós-colheita de grãos e de plantas medicinais.

#### Formação

1992 - 1995: Doutorado em Agronomia. Universidad Politécnica de Madrid, UPM, Espanha.

1982 - 1987: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1977 - 1981: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

#### Pós-Doutorado

2011 - 2012: Pós-Doutorado. Universitat Politècnica de València, UPV, Espanha.

#### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2270068425571957>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=cDENdOsAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1418-8345>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=21742927400>



Prof. Ernandes Rodrigues de Alencar

### Atuação Profissional

O Prof. Ernandes Rodrigues de Alencar é Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Ocupou cargo de Docente de Nível Superior de março de 2010 a janeiro de 2021, na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, onde foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Brasília de junho de 2014 a maio de 2018. Atua como Orientador de Mestrado e de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade física e química de alimentos, tecnologias emergentes na conservação de produtos agrícolas, controle de microrganismos em produtos de origem vegetal, prevenção e controle de micotoxinas em produtos de origem vegetal. Pesquisador 2 do CNPq.

### Formação

2006 - 2009: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2004 - 2006: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2000 - 2004: Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0646231743976574>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=97UomD0AAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4288-4097>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=14526800700>

Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni

### Atuação Profissional

A Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni é professora titular da Universidade Federal de Viçosa, foi Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, nos períodos de 2001 a 2005 e de 2008 a 2018, e, de 2013 a 2015, representante titular do Conselho Técnico de Pós-Graduação Strictu Sensu junto ao Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da Universidade Federal de Viçosa. No período de 1995 a 2020 atuou como orientadora no Programa de Pós-Graduação em Entomologia da UFV. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Processamento de Produtos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: armazenamento de produtos agrícolas, ozônio em processos de descontaminação, detoxificação e remoção de agrotóxicos, óleos essenciais no controle de insetos-praga de grãos e subprodutos armazenados. É pesquisadora 1A do CNPq.

### Formação

1988 - 1992: Doutorado em Agronomia. Universidad Politécnica de Valencia, U.P.V., Espanha.

1980 - 1983: Mestrado em Engenharia Agrícola. Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Brasil.

1971 - 1974: Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4507285261589525>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=EgQ6JjUAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8648-5034>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6507109096>

Prof. Paulo Cesar Correa

### Atuação Profissional

O Prof. Paulo Cesar Corrêa é Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Atua na área de Engenharia de Processamento de Produtos Agrícolas: Propriedades Físicas, Qualidade, Secagem, Armazenagem e Transporte (grãos, sementes, frutas e hortaliças). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG em 1976, e Professor da Universidade Federal de Viçosa desde 1976. Foi bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq a partir 1984, tendo atingido o nível 1A e é Pesquisador Mineiro da FAPEMIG, a partir de agosto de 2013. Integrou missões técnicas ao exterior e contribuiu como membro de diversos comitês, comissões e grupos de trabalho nacionais: MCT, CNPq, CAPES, FINEP - Coordenador da Rede Nacional de Cooperação em Pesquisa, Recope - Conservação e Transporte, FAPEMIG - Membro da Câmara de Assessoramento de Agricultura.

### Formação

1988 - 1992: Doutorado em Agronomia - Area: Ingenieria Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid, UPM, Espanha.

1977 - 1982: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1971 - 1975: Graduação em Engenharia Agrônômica. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3354405129153863>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9843-1455>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7102477976>

## III.2. Docentes da Área de Concentração em Construções Rurais e Ambiente

Profa. Fernanda Campos de Sousa

### Atuação Profissional

A Profa. Fernanda de Campos Sousa é Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Membro do AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Membro colaborador do ICAAM (Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas), Unidade de Investigação e Desenvolvimento (I&D) da Universidade de Évora - Portugal. Atua na área de Construções Rurais e Ambiente.

### Formação

2014 - 2018: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2012 - 2014: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2007 - 2012: Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4415641699553918>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=GWVgULQAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5584-728X>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57214846031>

Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

### Atuação Profissional

A Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco é Professora Titular Voluntária da Universidade Federal de Viçosa, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq e Bolsista Pesquisadora Mineira da FAPEMIG. Foi Coordenadora pela UFV do Convênio CAPES/FIPSE - Brasil-EUA - University of Illinois e University of Purdue; Coordenadora Técnico-Científico dos Convênios Guarda-Chuva entre a UFV e Universidade de Évora- Portugal, Universidade Nacional da Colômbia, Iowa State University e University of Kentucky. Foi fundadora e Coordenadora Geral do AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais). Foi presidente da Comissão Internacional do DEA-UFV e membro da Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola-UFV, Membro Técnico Científico da AVIMIG. Tem experiência na Área de Engenharia Agrícola com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, atuando principalmente nos seguintes temas: conforto térmico e sistemas de condicionamento ambiente; ambiência, instalações e sustentabilidade na produção animal, qualidade do ar, bem-estar animal e resfriamento adiabático evaporativo e outros. É pesquisadora 1B do CNPq.

### Formação

1993 - 1996: Doutorado em Ciência Animal. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

1986 - 1988: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1976 - 1980: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras.

### Pós-Doutorado

2014 - 2015: Pós-Doutorado. Universidade de Florença, UNIFI, Itália.

2014 - 2015: Pós-Doutorado. Universidade de Évora, UE, Portugal.

2003 - 2003: Pós-Doutorado. Iowa State University, IASTATE, Estados Unidos.

2002 - 2003: Pós-Doutorado. University of Kentucky, UK, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5167484637971756>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4557-8071>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=12785846200>

Prof. Richard Stephen Gates

### Atuação Profissional

O Prof. Richard Stephen Gates é Professor Titular da Iowa State University, e é Diretor do Centro da Indústria de Óvos (Egg Industry Center) desde janeiro de 2020. Ele foi professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Biológica da University of Illinois at Urbana-Champaign de agosto de 2008 a dezembro de 2019. De 1985 a 2008, ele foi professor da University of Kentucky iniciando como Professor Assistente até atingir a condição de Professor Titular e ser o Chefe do Departamento de Engenharia de Biosistemas e Agrícola. Seus trabalhos recentes de pesquisa envolve a determinação de perdas pós-colheita, determinação da qualidade do ar em instalações agrícola e avaliação de técnicas de mitigação, incluindo manipulação de dieta e biofiltração, e desenvolvimento de bioinstrumentação para medir o bem-estar animal. Ele é co-inventor de tecnologias de controle de ambiente, incluindo otimização econômica, controle de déficit de pressão de vapor e controle variável integrado no tempo e o uso de lógica difusa para sistemas de ventilação e aquecimento em estágios, alguns dos quais são amplamente utilizados. Nos EUA, ele é habilitado com engenheiro profissional (Professional Engineer).

### Formação

1980 - 1984: Doutorado em Biological Engineering. Cornell University, Estados Unidos.  
1978 - 1980: Mestrado em Agricultural Engineering. Cornell University, Estados Unidos.  
1974 - 1978: Graduação em Agricultural Engineering. University of Minnesota System, Estados Unidos.

### Pós-Doutorado

2000 - 2001: Pós-Doutorado. Iowa State University, Estados Unidos.  
1993 - 1993: Pós-Doutorado. University Of Natal, África do Sul.  
1993 - 1993: Pós-Doutorado. Kitasato University, Japão.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2756093240051723>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=5RRW46YAAAAJ&hl=en&oi=sra>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2812-1739>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7102178031>

### III.3. Docentes da Área de Concentração em Energia na Agricultura

Prof. Delly Oliveira Filho

#### Atuação Profissional

O Prof. Delly Oliveira Filho é Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV tendo se aposentado como Professor Titular. Atua como Professor desde 1988 na Área de Energia do Departamento de Engenharia Agrícola. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica, Engenharia Agrícola e Ambiental, e Engenharia Mecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: gerenciamento do lado da demanda, planejamento integrado de recursos energéticos, análise exergética e energética, energia solar fotovoltaica e térmica e racionalização do uso de energia em processos agroindustriais, instrumentação, modelagem e controle em processos agrícolas, energia solar fotovoltaica, e biogás.

#### Formação

1991 - 1995: Doutorado em Electrical Engineering. McGill University, MCGILL, Canadá.

1980 - 1983: Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

1983 - 1984: Especialização em Fontes Renováveis de Energia para Secagem. McGill University, MCGILL, Canadá.

1975 - 1979: Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

#### Pós-Doutorado

Pós-Doutorado. Iowa State University, Iowa, Estados Unidos.

#### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7574004973909574>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=cHbJXEQAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4133-0199>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003855760>

Prof. Marcio Arêdes Martins

### Atuação Profissional

O Prof. Marcio Arêdes Martins é Professor Associado da Universidade Federal de Viçosa. Atua como pesquisador na área de Engenharia Térmica e Biocombustíveis, com ênfase em modelagem computacional CFD, produção e caracterização de óleos vegetais e biodiesel, e desenvolvimento de sistemas térmicos. Atua em estreita parceria com empresas no dimensionamento, projeto e construção de fornos, incineradores, trocadores de calor e desenvolvimento de plantas piloto para produção e processamento de biomassa.

### Formação

1999 - 2002: Doutorado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

1997 - 1999: Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

1991 - 1996: Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

### Pós-Doutorado

2015 - 2016: Pós-Doutorado. University of Illinois at Urbana-Champaign, UIUC, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7897592687964012>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=V9ccwnMAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5705-9431>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7402262320>



Profa. Natália dos Santos Renato

### Atuação Profissional

A Profa. Natália dos Santos Renato é Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Tem interesse nos seguintes tópicos: Fenômenos de Transporte, Mecânica dos Fluidos, Energia da Biomassa, Energias Renováveis, Aproveitamento Energético de Resíduos e Modelagem de Sistemas Ambientais.

### Formação

2009 - 2013: Doutorado em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2007 - 2009: Mestrado em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2003 - 2007: Graduação em Física. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4260040847863817>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6168-8257>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010845100>

### III.4. Docentes da Área de Concentração em Mecanização Agrícola

Prof. Daniel Marçal de Queiroz

#### Atuação Profissional

O Prof. Daniel Marçal de Queiroz é professor titular do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. É Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFV desde 1 de julho de 2018 até a presente data. É membro do Comitê Assessor de Engenharia Agrícola do CNPq. Foi diretor-presidente da Fundação Arthur Bernardes de 2011 a 2014, presidente da Associação Brasileira de Engenharia Agrícola de 2009 a 2011 e diretor técnico do Centro Nacional de Treinamento e Armazenagem de 2001 a 2012. Foi Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFV de 1996 a 1998. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Agricultura de Precisão e Projeto de Máquinas Agrícolas. Pesquisador 1D do CNPq.

#### Formação

1992 - 1995: Doutorado em Engenharia Agrícola e Biológica. Purdue University, Estados Unidos.

1983 - 1984: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1976 - 1980: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

#### Pós-Doutorado

2015 - 2016: Pós-Doutorado. University of Florida, Gainesville, FL, Estados Unidos.

#### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6597845927084787>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=MzDAfq0AAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-3855>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602255317>

Prof. Domingos Sárvio Magalhães Valente

#### Atuação Profissional

O prof. Domingos Sárvio Magalhães Valente é Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Atua nas Áreas de Mecanização Agrícola, e Agricultura de Precisão e Digital. É pesquisador 2 do CNPq.

#### Formação

2007 - 2010: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2005 - 2007: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1999 - 2004: Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

#### Pós-Doutorado

2017: Pós-Doutorado. University of Illinois at Urbana-Champaign, UIUC, Estados Unidos.

#### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8080945803303151>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=dIqejy0AAAAJ&hl=en&oi=sra>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7248-8613>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55081047300>

Profa. Flora Maria de Melo Villar

### Atuação Profissional

A Profa. Flora Maria de Melo Villar é professora Adjunta no Departamento de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Projeto de Máquinas e Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: sensoriamento remoto, vibrações mecânicas, simulações e máquinas agrícolas.

### Formação

2012 - 2016: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2010 - 2012: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2005 - 2010: Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0035437140076859>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=kDGiXSAAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7022-4219>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195238892>

Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto

### Atuação Profissional

O Professor Francisco de Assis de Carvalho Pinto é Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa e, atualmente, é o diretor da Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância - CEAD/UFV. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Visão Artificial, atuando principalmente nos seguintes temas: agricultura de precisão, visão artificial, processamento de imagens, simulação e máquinas agrícolas. É pesquisador 1D do CNPq.

### Formação

1996 - 2000: Doutorado em Engenharia Agrícola. University of Illinois - System, UIUC, Estados Unidos.

1990 - 1992: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1987 - 1990: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Pós-Doutorado

2008 - 2009: Pós-Doutorado. University of Illinois at Urbana-Champaign, UIUC, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2844578870363537>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=XLwerSIAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8279-9535>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7102739792>

Prof. Haroldo Carlos Fernandes

### Atuação Profissional

O Prof. Haroldo Carlos Fernandes é Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Máquinas e Implementos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: ensaios de máquinas agrícolas e máquinas de colheita e transporte florestal, ergonomia e segurança, relação máquina-solo e sua interação com a atividade microbiana e sistemas de preparo do solo. É pesquisador 1D do CNPq.

### Formação

1994 - 1996: Doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

1990 - 1992: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1978 - 1982: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5663947271820846>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5276-5441>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005418241>

Prof. Marconi Ribeiro Furtado Junior

### Atuação Profissional

O Prof. Marconi Ribeiro Furtado Junior é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Ele atua nas áreas de Mecanização Agrícola, Projeto de Máquinas Agrícolas, Ergonomia e Segurança em Máquinas Agrícolas, Relação Máquina-Solo, Capacidade de Tração, Aplicação de Defensivos Agrícolas e Ensaio de Máquinas/Implementos Agrícolas

### Formação

2013 - 2016: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2011 - 2013: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2006 - 2010: Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3689897239952789>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=KNJ-aLsAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1491-3981>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56230230700>

Prof. Mauri Martins Teixeira

### Atuação Profissional

O Prof. Mauri Martins Teixeira é Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV tendo se aposentado com Professor Titular. Foi Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Atua na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Aplicação de Defensivos Agrícolas, Mecanização Agrícola e Armazenagem e processamento de produtos agrícolas, atuando principalmente em: aplicação de defensivos agrícolas, armazenagem de grãos, máquinas agrícolas e projetos de máquinas agrícolas. Foi Assessor Agrônomo da Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais - CASEMG e Chefe do Departamento de Consultoria do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem - CENTREINAR. É Membro do Comitê Consultivo do Programa de Certificação de Unidades Armazenadoras da CONAB.

### Formação

1994 - 1997: Doutorado em Agronomia. Universidad Politécnica de Madrid, UPM, Espanha.

1983 - 1988: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1973 - 1977: Graduação em Engenharia Agrônoma. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0898521160762302>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2051-2161>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15137585100>



### III.5. Docentes da Área de Concentração em Recursos Hídricos e Ambientais

Prof. Alisson Carraro Borges

#### Atuação Profissional

O Prof. Alisson Carraro Borges atua desde 2004 no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo atualmente Professor Associado III. É tutor do Programa PET/SESu/MEC no curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Pesquisador Mineiro (PPM/FAPEMIG) e coordenador do Laboratório da Qualidade Ambiental (lqa.ufv.br). Atualmente orienta oito estudantes a mestrado/doutorado e coordena três projetos de pesquisa financiados por agência de fomento. Trabalha prioritariamente com avaliação, modelagem da qualidade, tratamento e reúso de águas superficiais, subterrâneas e residuárias.

#### Formação

2003-2007: Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo, Brasil.

2001 – 2003: Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo, Brasil.

1995-2000: Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Brasil.

#### Pós-Doutorado

2011 – 2012. University of London, UL, Inglaterra. Grande área: Engenharias.

#### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4946166845669510>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=dS6nW1oAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9729-6439>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=32367571200>

Prof. Andre Pereira Rosa

### Atuação Profissional

O Prof. Andre Pereira Rosa é professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Atua na área de Saneamento Básico e Controle ambiental, com ênfase no tratamento biológico de esgoto, digestão anaeróbia, gerenciamento e aproveitamento energético de recursos, qualidade do meio físico e monitoramento de sistemas descentralizados e simplificados de esgoto doméstico.

### Formação

2010 - 2013: Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

2007 - 2009: Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

2002 - 2007: Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0717040480319769>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=DOXsCAYAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5490-5698>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55389806200>

Prof. Aristides Ribeiro

### Atuação Profissional

O Prof. Aristides Ribeiro é professor titular do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Água e Solo e Meteorologia Florestal, atuando principalmente nos seguintes temas: recursos hídricos, hidrologia florestal, sistema e modelos agrícolas e florestais, climatologia, mudanças climáticas e modelagem ecofisiológica. Criou o grupo de pesquisa intitulado "Sistema e Modelos em Biomas Agrícolas e Florestais - BIOMODEL" que congrega pesquisadores, estudantes (IC, Ms, Ds e PDs) e técnicos que se dedicam ao estudo das relações solo-planta-atmosfera procurando entender os diferentes processos biofísicos no desenvolvimento dos vegetais. Atualmente possui projetos aprovados pelo CNPq e FAPEMIG, importantes órgãos de fomento à pesquisa no Brasil, e convênios (SIF/UFV) de pesquisa com as principais empresas florestais do país e do exterior.

### Formação

1992 - 1996: Doutorado em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura). Universidade de São Paulo, Brasil.

1988 - 1991: Mestrado em Agrometeorologia. Escola Superior Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Brasil.

1983 - 1987: Graduação em Engenharia Agrônômica. Universidade Federal de Lavras, UFLA, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8652338930029697>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15846603500>

Profa. Catariny Cabral Aleman

### Atuação Profissional

A Profa. Catariny Cabral Aleman é Professora Adjunta I do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, com experiência em Engenharia Agrícola, atuando nas áreas de Irrigação, Hidráulica, Manejo de Irrigação, Irrigação de Precisão e Viabilidade Econômica do Uso da Irrigação. É chefe do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e parecerista de períodos científicos, boletins da EMBRAPA e projetos PIBIC/CNPq FAI.

### Formação

2012 - 2015: Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; ESALQ/USP, Brasil.

2010 - 2011: Mestrado em Agronomia. Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, Brasil.

2006 - 2009: Graduação em Engenharia Agrônoma. Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7009457937836064>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=IC1fM9AAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3894-3077>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189074215>

Prof. Demetrius David Silva

### Atuação Profissional

Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq desde 1997. Reitor da Universidade Federal de Viçosa - UFV (gestão 2019-2023). Membro do Conselho Científico da Fundação Centro Internacional de Educação, Capacitação e Pesquisa Aplicada em Águas (Unesco-HidroEx), como representante do corpo docente das universidades reconhecidas pelo Ministério da Educação. Vice-Reitor da Universidade Federal de Viçosa - gestão 06/2011-06/2015. Presidente do Conselho de Administração do Centro Tecnológico de Desenvolvimento Regional de Viçosa (CenTev) - gestão 06/2011-06/2015. Diretor-Presidente da Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), gestões 08/2006-07/2010 e 08/2010-05/2011. Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV nos períodos de 2002/2004 e 2004/2006. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos e Conservação de Solo e Água, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão de recursos hídricos, modelagem ecohidrológica, escoamento superficial, erosão hídrica e modelagem hidrológica. É pesquisador 1A do CNPq.

### Formação

1990 - 1994: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

1987 - 1990: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1983 - 1987: Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Pós-Doutorado

2015 - 2016: Pós-Doutorado. University of Florida, Gainesville, FL, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3676842528299362>

Scholar Google: [https://scholar.google.com/citations?user=fni9x\\_UAAAAJ&hl=en&oi=sra](https://scholar.google.com/citations?user=fni9x_UAAAAJ&hl=en&oi=sra)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9666-7421>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=14819053000>

Prof. Everardo Chartuni Mantovani

### Atuação Profissional

O Prof. Everardo Chartuni Mantovani é Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Aposentou-se no mesmo Departamento onde foi Professor Titular a partir de 1998, tendo sido Auxiliar de Ensino, Professor Auxiliar, Assistente e Adjunto no período de 1983 a 1998. Coordenou diversos projetos financiados pelo CNPq, FAPEMIG, BNB, EMBRAPA e atualmente é o coordenador de um programa de pesquisa sobre disponibilidade de recursos hídricos no Oeste da Bahia com recursos do PRODEAGRO e AIBA (2017-2021). Criou e coordenou por 20 anos o GESAI (Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada) - DEA/UFV. Em 2008 criou a empresa Irriplus Tecnologia e Treinamento Ltda dentro da incubadora de empresas tecnológicas da UFV voltada para a organização e desenvolvimento de tecnologias e soluções para agricultura irrigada de pequeno porte. É o idealizador e criador da empresa IRRIGER, pioneira em manejo da irrigação em base técnica para o agronegócio brasileiro, hoje empresa do grupo Valmont que utiliza a Irriger como plataforma mundial. Orienta atualmente três doutorandos, três mestrando do PPGEA-UFV e quatro graduandos em trabalhos de iniciação científica e trabalhos de fim de curso. Orientou 52 dissertações de mestrado e 27 de doutorado. Publicou cerca de 5 livros, 34 capítulos de livros, 142 artigos em revista com corpo editorial, 388 artigos completos e resumos publicados em anais de congressos e revistas técnicas. Desenvolveu 12 softwares de uso na área de irrigação e recursos hídricos.

### Formação

1989 - 1993: Doutorado em Agronomia - Manejo da Irrigação. Universidad de Córdoba, Espanha.

1982 - 1986: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1977 - 1981: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7532968937685437>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8795-8793>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006418829>

Prof. Fernando Falco Pruski

### Atuação Profissional

O Prof. Fernando Falco Pruski aposentou-se como Prof. Titular da Universidade Federal de Viçosa. Pesquisador do CNPq desde 1993, sendo, atualmente, pesquisador nível 1A. Foi assessor científico do Comitê Assessor de Engenharia Agrícola no período de 10/2012 a 10/2015. Coordena o grupo de pesquisa do CNPq intitulado Planejamento e manejo integrado dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável da agricultura. O Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) criado e coordenado pelo pesquisador desde 1997, é um grupo voltado ao desenvolvimento de tecnologias e obtenção de subsídios para o planejamento, manejo e gestão integrados dos recursos hídricos. Os trabalhos conduzidos pelo Professor têm sido realizados considerando duas linhas de pesquisa: conservação de solo e água; e planejamento e gestão de recursos hídricos. Em reconhecimento à sua atuação em pesquisa, já foi agraciado com os seguintes prêmios ou distinções: a) Prêmio Pesquisa Agropecuária - Agricultura Real, tendo sido classificado como um dos três melhores trabalhos no Brasil e contemplado com um carro 0 km; b) Medalha de Ouro Peter H. Rolfs do Mérito em Pesquisa, equivalente ao Pesquisador do Ano de 2008 da Universidade Federal de Viçosa; e c) Prêmio da Soil and Water Conservation Society 2009 como Best Paper Research Award for Impact and Quality of a Paper Published between 2004 and 2008.

### Formação

1990 - 1993: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1988 - 1990: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1978 - 1982: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, Brasil.

### Pós-Doutorado

2000 - 2001: Pós-Doutorado. Purdue University, West Lafayette, IN, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8112296100983934>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7957-6402>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603317418>

Prof. Fernando França da Cunha

### Atuação Profissional

O Prof. Fernando França da Cunha é Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa atuando em disciplinas de graduação e pós-graduação. É membro efetivo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) onde orienta estudantes de mestrado e doutorado, suas pesquisas são relacionadas ao manejo e engenharia de irrigação. É pesquisador 2 do CNPq.

### Formação

2005 - 2009: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2003 - 2005: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1999 - 2003: Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3298521301507257>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=CE3ewwcAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1671-1021>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219203953>



Dr. Lineu Neiva Rodrigues

### Atuação Profissional

O Dr. Lineu Neiva Rodrigues é pesquisador na área de recursos hídricos e irrigação e chefe adjunto de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Cerrados. É membro da Comissão Técnica de Capacitação da Embrapa. É diretor de políticas públicas da Associação Brasileira de Engenharia Agrícola. Atua como consultor científico de diversos órgãos de fomento à pesquisa e revistas científicas. Coordena o grupo de pesquisa do CNPq intitulado Rede Agrohidro. Foi supervisor do Núcleo de Articulação Internacional da Embrapa Cerrados. Foi consultor da Organização dos Estados Americanos (OEA) e pesquisador visitante na Universidade da Califórnia-EUA, Davis, no departamento de estudos de terra, ar e recursos hídricos, onde desenvolveu trabalho em modelagem da hidrologia de áreas irrigadas. Foi membro titular da Câmara Técnica de Análise de Projetos, presidente da Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia e Conselheiro titular do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Foi membro do Comitê gestor do Portfólio de Projetos em Mudanças Climáticas de Agricultura Irrigada da Embrapa e representante do Brasil na Plataforma de Recursos Hídricos e Tecnologia de Irrigação do Programa de Cooperação para o Desenvolvimento Tecnológico Agroalimentar e Agroindustrial do Cone Sul (PROCISUR). Temas de interesse: irrigação, recursos hídricos, hidrologia, mudanças climáticas. É pesquisador 2 do CNPq.

### Formação

1996 - 1999: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1993 - 1995: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1988 - 1992: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa.

### Pós-Doutorado

1999 - 2001: Pós-Doutorado. University of Nebraska Lincoln, UNL, Estados Unidos.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6975132145446157>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=qDjy5YMAAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5971-3441>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55665339900>

Prof. Michel Castro Moreira

### Atuação Profissional

O Prof. Michel Castro Moreira é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Foi docente da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), onde coordenou o grupo de pesquisa Geotecnologias e Recursos Hídricos (GeoTecHidro) e atuou como membro do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. É docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da UFOB, orientando trabalhos que visam a gestão dos recursos hídricos e a conservação do solo e água em áreas de Cerrado do Oeste da Bahia. No Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFV atua nas áreas de desenvolvimento de sistemas computacionais, gestão e planejamento de recursos hídricos, conservação de solo e água, geoprocessamento e levantamento aéreo utilizando aeronaves remotamente pilotadas (RPAs).

### Formação

2006 - 2010: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

2004 - 2006: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1999 - 2003: Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9185818270225480>

Scholar Google: [https://scholar.google.com/citations?user=Bo4yA\\_QAAAAJ&hl=en&oi=ao](https://scholar.google.com/citations?user=Bo4yA_QAAAAJ&hl=en&oi=ao)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8024-7705>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15925766600>

Prof. Ricardo Santos Silva Amorim

### Atuação Profissional

O Prof. Ricardo Santos Silva Amorim é Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Foi Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso (DSER/FAAZ/UFMT) de 2005 a 2019, onde foi Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical de 2012 a 2019. É credenciado nos Programas de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da FAAZ/UFMT e em Engenharia Agrícola do DEA/CCA/UFV. Revisor da Revista Brasileira de Ciência do Solo, Revista Brasileira em Engenharia Agrícola e Ambiental e Revista Engenharia Agrícola. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Conservação de Solo e Água, atuando principalmente nos seguintes temas: hidrologia, monitoramento e modelagem hidrológica em bacias hidrográficas, manejo e conservação do solo e água, dinâmica de água e solutos no solo e modelos de erosão hídrica. É pesquisador 2 do CNPq.

### Formação

1999 - 2003: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1997 - 1999: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1992 - 1997: Graduação em Engenharia Agrônômica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Brasil.

### Pós-Doutorado

2010 - 2011: Pós-Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7163717039353133>

Scholar Google: <https://scholar.google.com/citations?user=coWGXj0AAAAJ&hl=en&oi=ao>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4570-1770>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=34067466200>

Prof. Rubens Alves de Oliveira

### Atuação Profissional

O Prof. Rubens Alves de Oliveira é Professor Titular do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Ele foi coordenador do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental (2002 a 2004) e Chefe do Departamento de Engenharia Agrícola (2011 a 2013). Diretor do Centro de Ciências Agrárias, Gestão (2013 a 2017) e (2017 a 2021), preside a Câmara de Ensino e o Conselho Departamental desse Centro. Membro do Conselho Universitário (CONSU) e do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) da Universidade Federal de Viçosa. Atua na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Irrigação, Drenagem e Empreendedorismo. Em 2015 foi agraciado com a Medalha da Comenda Antônio Secundino de São José, outorgada pelo Governo do Estado de Minas Gerais. Desenvolveu 12 produtos tecnológicos incluindo-se o Irrigâmetro, sendo o inventor principal deste aparelho com registro da patente em nome da Universidade Federal de Viçosa. Em 2015, a tecnologia do Irrigâmetro recebeu o Prêmio Bom Exemplo de Inovação, concedido pela Rede Globo Minas, Jornal O Tempo, Federação das Indústrias de Minas Gerais e Fundação Dom Cabral. É pesquisador 2 do CNPq.

### Formação

1991 – 1996: Doutorado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1988 – 1991: Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1985 – 1986: Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

1980 – 1984: Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.

### Perfis

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3901144044342991>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2557-592X>

Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=22957276900>