



RESOLUÇÃO CEPE Nº 2.929

Aprova a criação do **Curso de Especialização em Modelagem 3D**.

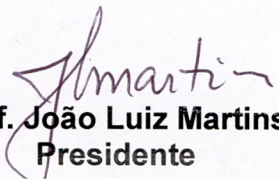
O **Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Ouro Preto**, em sua reunião extraordinária, realizada em 01 de junho deste ano, no uso de suas atribuições legais,

Considerando a documentação constante no processo UFOP nº 4.143/2006,

RESOLVE:

Aprovar a criação do **Curso de Especialização em Modelagem 3D**, cujo documento fica fazendo parte integrante desta Resolução, com a condição de que seja apresentada a planilha de custos completa.

Ouro Preto, em 01 de junho de 2006.


Prof. João Luiz Martins
Presidente



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

EM

MODELAGEM 3D

UFOP

PETROBRAS

(Universidade/PETROBRAS)

Fundação Gorceix



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MODELAGEM 3D

Curso de Pós-Graduação **lato sensu** de Especialização em Modelagem 3D
Área do Conhecimento = GEOCIÊNCIAS

JUSTIFICATIVAS

Tendo em vista a demanda crescente por profissionais qualificados em Modelagem 3D de Reservatórios no competitivo quadro da exploração de petróleo, foi idealizado e elaborado este Curso de Especialização em Modelagem Geológica 3D de Reservatórios, com enfoque em exploração de hidrocarbonetos.

OBJETIVOS

O Curso de Pós-Graduação **lato sensu** em Modelagem 3D de Reservatórios pretende formar especialistas capazes de preencher a lacuna de profissionais versados na aplicação desta ferramenta no entendimento da exploração de hidrocarbonetos. Visa, também, a ampliar a capacidade técnica e científica dos profissionais que trabalham na exploração de hidrocarbonetos em bacias sedimentares, oferecendo-lhes a oportunidade de aprofundar conhecimentos e/ou, adquirir novas competências nesta área.

CONCEPÇÃO DO PROGRAMA

Da forma como está organizado, o curso será dividido em cinco módulos: Conteúdo Básico; Correlação e Interpretação Sísmica; Métodos e Metodologia de Modelagens; Gerenciamento e Engenharia de Reservatórios; Trabalho Final.

O Trabalho Final será individual e consistirá na Avaliação de Reservatórios de áreas pertencentes a campos de hidrocarbonetos da PETROBRAS, sendo uma área diferente para cada aluno. Tendo em vista o caráter aplicado do curso, a PETROBRAS disponibilizará dados confidenciais para a execução do Trabalho Final. Quaisquer profissionais de outra instituição que participarem desta etapa deverão firmar termos de sigilo e confidencialidade.

INSTITUIÇÃO EXECUTORA

Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)



INSTITUIÇÃO INTERVENIENTE

Fundação Gorceix

INSTITUIÇÃO CONTRATANTE

PETROBRAS

PÚBLICO ALVO

Geólogos e geofísicos da PETROBRAS. Serão disponibilizadas duas vagas para docentes e/ou discentes do Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia da Escola de Minas (DEGEO-EM), para participação na etapa conceitual, módulo de conteúdo básico, conforme programa abaixo.

COORDENAÇÃO

Prof. Dr. Newton Gomes

CARGA HORÁRIA

O curso será desenvolvido em seis meses, com uma carga horária de 968 horas/aula, incluindo: aulas expositivas, trabalhos, seminários e uma excursão ao Campo.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

MÓDULO	ATIVIDADE	CH horas/aula
CONTEÚDO BÁSICO	1) Introdução à Caracterização de Reservatórios	40
	2) Interpretação de Perfis	40
	3) Interpretação de Dados de Perfis do Caso em Estudo	40
	4) Estratigrafia, Sedimentologia e Estrutural	40
	4A) Petrologia de Rochas Reservatório	40
	4B) <i>Excursão ao Campo</i>	64
CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO SÍSMICA	5) Correlação Rocha-perfil	64
	6) Correlação Estratigráfica e Zoneamento	40
	7) Métodos Quantitativos 1 – Análise Multivariada	16
	8) Introdução a Geofísica de Reservatórios	40



MÉTODOS E METODOLOGIA DE MODELAGENS	9) Interpretação Sísmica 1 – Sismograma Sintético Interpretação de Horizontes e Falhas	40
	10) Inversão Sísmica	80
	11) Interpretação Sísmica 2 – Interpretação, Extração de Atributos Sísmicos e Correlações Geológicas	40
	12) Métodos Quantitativos 2 - Geoestatística	40
GERENCIAMENTO E ENGENHARIA DE RESERVATÓRIOS	13) Metodologia de Modelagem de Reservatório	40
	14) Modelagem de Velocidades Sísmicas e Conversão T X P	40
	15) Geometria Externa & Malha de Simulação	40
	16) Modelo de Fácies	40
	17) Modelo Petrofísico	40
EXCURSÃO DE CAMPO	18) Análise de Teste de Formação	32
	19) Gerenciamento de Reservatórios com OFM	32
	20) Engenharia de Reservatórios & Consultoria	40
	21) <i>Upscaling & Streamline</i>	40
	22) Cálculo de Volumes e Análise de Incertezas	40
	CAMPO: Chapada Diamantina	

EMENTÁRIO/PROGRAMAS

A) INTRODUÇÃO À CARACTERIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS (T 01).

Objetivo: Apresentação dos conceitos gerais associados aos processos de caracterização de reservatórios.

Programa do Curso: **Parte Teórica:** Reservas: Termos relacionados com as reservas de petróleo e gás natural, critérios para apropriação de reservas e diretrizes para a estimativa de reservas. Avaliação econômica de projetos de produção e análise de risco; desenvolvimento e execução de projetos de E&P e estudo de campo; Análise de perfis e petrofísica - métodos estatísticos; Análise sedimentológica; Qualidade e Heterogeneidade de Reservatórios; Métodos de Mapeamento. **Parte prática:** Estudo de Campo – Carapeba no Software Petrel.



B) INTERPRETAÇÃO DE PERFÍS (T 02).

Objetivo: Transmitir os fundamentos teóricos dos perfis elétricos, acústicos, radioativos e as técnicas de interpretação com vistas a obter parâmetros de reservatório necessários à modelagem geológica 3D.

Programa do Curso: Revisão dos principais ferramentas de perfilagem. Aspectos teóricos dos modelos de interpretação de perfis para arenitos limpos, arenitos argilosos e litologias complexas. Aplicações geológicas de perfis. Conceitos de perfilagem de produção e monitoramento de saturação de água em poços revestidos.

C) INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE PERFIS DO CASO EM ESTUDO (P 01).

Objetivo: Utilização do programa Interactive Petrophysics (IP) da Schlumberger para processamento dos dados de perfis e obtenção de parâmetros petrofísicos utilizados na Modelagem Geológica 3D de Reservatórios.

Programa do Curso: Revisão das principais funcionalidades do software IP; Estabelecimento de um fluxo de trabalho; Interpretação dos dados de perfis e geração de parâmetros petrofísicos de cada área de trabalho.

Obs.: Durante cada projeto (P_01) os alunos trabalharão com os dados de seu campo e utilizarão o software Interactive Petrophysics.

D) ESTRATIGRAFIA, SEDIMENTOLOGIA & ESTRUTURAL (T 03)

Objetivo: Discorrer sobre as práticas de incorporação de conceitos da estratigrafia, sedimentologia em modelos de reservatórios digitais.

Programa do Curso: Geologia Estrutural: Aspectos Conceituais e Casos; Elementos de Geometria e Arquitetura de Sistemas Depositionais; Estudos de Casos de Modelagem Geológica; Projetos de Pesquisa em Modelagem Geológica.

E) CORRELAÇÃO ROCHA-PERFIL (P 02).

Objetivo: O presente curso terá por objetivos treinar geólogos de reservatórios (1) na preparação de dados de rocha para correlação rocha-perfil (perfil integrado de análises seqüências de testemunhos no programa AnaSeTe), (2) na utilização de resultados de análises laboratoriais e descrições de testemunhos para calibrar estimativas de espessuras porosas com hidrocarbonetos e curvas processadas de perfis, principalmente os cálculos de porosidade efetiva de perfil, de saturação de água de perfil, e (3) na estimativa de curvas de permeabilidade a partir de correlações dos plugues com os perfis, usando redes neuronais, no programa nFac.

Programa do Curso: 1. Treinamento no programa AnaSeTe: o objetivo do programa AnaSeTe é integrar e preparar dados para correlação rocha-perfil, corrigindo-os todos para uma única base comum de profundidade de



referencia, de forma que se torne possível correlacionar dados de diferentes origens. Adicionalmente, o programa permite a visualização conjunta de descrições e imagens de testemunhos, análises laboratoriais em plugues de testemunhos, bem como curvas e imagens de perfis, facilitando as interpretações. 2. Controles geológicos sobre as propriedades petrofísicas: são dados conceitos sobre os principais controles geológicos (texturais) sobre a porosidade, sobre a permeabilidade e sobre as saturações residuais de água em acumulações de hidrocarbonetos. 3. Calibração de curvas de perfis: calibração de curvas processadas de perfis utilizando resultados de análises de plugues, com ênfase na calibração de curvas de porosidade e curvas de saturação de água. O foco no procedimento de calibração rocha-perfil é dado no conceito de suporte de amostragem, bem como das diferenças que existem nos procedimentos de medições entre perfis e análises de laboratório. 4. Parâmetros de corte: determinação e análise crítica de parâmetros de corte a partir do perfil integrado de análises sequenciais de testemunhos. 5. Estimativa de curvas de permeabilidade: estimativa de curvas de permeabilidade a partir de correlações de plugues com os perfis, usando redes neurais, no programa nFac.

Obs.: Durante cada projeto (P 02) os alunos trabalharão com os dados de seu campo.

F) CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA E ZONEAMENTO (P 03)

Objetivo: Construir um modelo estratigráfico conceitual baseado em técnicas de estratigrafia de sequência.

Programa do Curso: Princípios básicos de correlação estratigráfica; Definição das unidades estratigráficas; Correlação entre poços; Definir um sistema de referência estratigráfica; Utilização do software Petrel (*Well Correlation*).

Obs.: Durante cada projeto (P 03) os alunos trabalharão com os dados de seu campo.

G) MÉTODOS QUANTITATIVOS 1 – ANÁLISE MULTIVARIADA (T 04)

Objetivo: Análise e modelos de técnicas estatísticas.

Programa do Curso: Conceitos básicos de análise estatística; Análise de Componentes Principais; Regressão; Redes Neurais.

H) INTRODUÇÃO À GEOFÍSICA DE RESERVATÓRIOS (T 05)

Objetivo: Introdução à sísmica de reservatório.

Programa do Curso: Introdução a Geofísica de Reservatórios; Aquisição Sísmica voltada para a Caracterização de Reservatórios (CR); Processamento Sísmico voltado para a CR; Integração Rocha-Perfil-Sísmica; Morfologia do Traço Sísmico nos Poços e o seu Significado Geológico; Interpretação Sísmica voltada para a CR; Processos Especiais (Extração de Atributos,



AVO, Inversão Sismo-estratigráfica, Inversão Petrofísica); Sísmica no Monitoramento da Perfuração de Poços; Sísmica 4D; Campo de Petróleo Instrumentalizado; Metodologia de amarração T x P; Metodologia de interpretação sísmica; Metodologia de modelagem de velocidades sísmicas e conversão T x P.

I) INTERPRETAÇÃO SÍSMICA 1 – SISMOGRAMA SINTÉTICO, INTERPRETAÇÃO DE HORIZONTES E FALHAS (P 04).

Objetivo: Interpretação sísmica e preparação para modelagem de velocidades.

Programa do Curso: Montagem de projeto; Carregamento de dados (sísmica, poços, tabelas tempo-profundidade, velan); Sismogramas sintéticos (localização dos horizontes a interpretar em tempo); Interpretação dos horizontes e falhas (rastreamento).

Obs.: Durante este projeto (P 04) os alunos trabalharão com os dados de seu campo e utilizarão os softwares Petrel ou Gocad.

J) INVERSÃO SÍSMICA (P 05)

Objetivo: Difundir a tecnologia de integração dos dados sísmicos, de perfis de poços e de informações estratigráficas no processo de caracterização de reservatórios petrolíferos.

Programa do Curso: Este curso visa a capacitar os participantes na inversão do cubo de dados sísmicos utilizando perfis de poços. Será demonstrado, entre outras coisas, que o processamento de dados sísmicos voltado para reservatórios de petróleo pode ser beneficiado com a incorporação dos dados de perfis de poços. A tecnologia de inversão sismoestratigráfica 3-D será desenvolvida através de aulas teóricas pela manhã e aulas práticas à tarde.

L) INTERPRETAÇÃO SÍSMICA 2 – INTERPRETAÇÃO, EXTRAÇÃO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS E CORRELAÇÕES GEOLÓGICAS (P 06).

Objetivo: Interpretação sísmica e preparação para modelagem de velocidades.

Programa do Curso: Carregamento de dados (cubo de impedância e refletividade); Interpretação em detalhe de reservatórios; Extração de atributos sísmicos e suas possíveis interpretações.

Obs.: Durante este projeto (P 06) os alunos trabalharão com os dados de seu campo e utilizarão os softwares Petrel ou Gocad.



Prática:

- Criação de uma malha grossa a partir da malha fina;
- Transferência de propriedades da malha fina para a grossa;
- Controle de qualidade das propriedades transferidas;

Streamline:

- Conceitos gerais sobre simulação *streamline*;
- *Workflow* do Petrel (definir modelo de fluidos; função de saturação; esquema de completação; controle de fluidos; definição de um caso de simulação; análise de ajuste de histórico)

Obs.: Durante este projeto (P 11) os alunos trabalharão com os dados de seu campo e utilizarão o software Petrel, RML ou Gocad (*upscaling*) e Petrel (*streamline*).

V) CÁLCULO DE VOLUMES E ANÁLISE DE INCERTEZAS (P 12)

Objetivo: Abordagem determinística e probabilística no cálculo de volumes de hidrocarbonetos *in place*.

Programa do Curso: Cálculo determinístico de volumes *in place*. Cálculo probabilístico de volumes *in place* considerando as principais fontes de incertezas nos parâmetros associados:

- geometria externa dos reservatórios (topo, espessura de areia, tamanho e forma dos corpos sedimentares);
- distribuição das propriedades de rocha (porosidade, permeabilidade, ntg, saturação de água);
- contato entre fluidos;

Obs.: Durante este projeto (P_12) os alunos trabalharão com os dados de seu campo e utilizarão o software Petrel ou Gocad (Jacta).

COLEGIADO DO CURSO

A Coordenação Didática e Administrativa do Curso de Especialização Modelagem 3D será exercida por um Colegiado, que terá a seguinte constituição:

I - três docentes vinculados ao Departamento de Geologia, a serem indicados pela Assembléia Departamental;

II - um representante discente, e respectivo suplente, indicados pelos seus pares.

Este Colegiado terá um Coordenador, escolhido entre seus membros, designado pelo Diretor de Unidade, ou setor equivalente, com mandato de dois anos, permitida uma recondução.



O mandato da representação discente será estabelecido em reunião do Colegiado, em função da duração do Curso em que esteja matriculado o aluno eleito.

Compete ao Colegiado de Coordenação Didática e Administrativa:

I - manifestar-se sobre o currículo do Curso e suas alterações, para aprovação pelo CEPE;

II - decidir as questões referentes à matrícula, dispensa de disciplina, transferência e aproveitamento de créditos, bem como à representação e recursos que lhe forem dirigidos, atendidas as peculiaridades do Curso;

III - propor ao CEPE a criação, transformação, exclusão e extinção de disciplinas do Curso;

IV - propor ao Chefe de Departamento e Diretor de Unidade as medidas necessárias ao bom andamento do Curso;

V - aprovar ou ratificar, mediante análise dos **curricula vitae**, os nomes dos professores que integrarão o corpo docente do Curso;

VI - deliberar sobre recursos ou representações de alunos a respeito de matéria didática, trabalhos escolares e promoções;

VII - analisar e deliberar sobre as inscrições e matrículas dos candidatos ao Curso;

VIII - indicar o orientador do trabalho final.

CORPO DOCENTE

O corpo docente do curso será composto pelos seguintes professores do Departamento de Geologia (tabela 12.1), além de professores da PETROBRAS (tabela 12.2), a serem credenciados pelo Colegiado do Curso.

Tabela 12.1: Professores da UFOP

DOCENTE	TITULAÇÃO	ÁREA
Newton Gomes Souza	Doutorado em Geologia (Univ. Clausthal-Alemanha 19??)	1.07.01.00-1 GEOLOGIA



Tabela 12.2: Professores da PETROBRAS

DOCENTE	TITULAÇÃO	ÁREA
Olinto Gomes de Souza Júnior	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Rudolfo Beer	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Renato Jordan Leite	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Carlos Emanuel de Souza Cruz	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Guilherme Raja Gabaglia	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Cristiano Leite Sombra	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Cristiano Leite Sombra	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Paulo Roberto Schroeder Johann	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Dayse Daltro de Castro	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Alexandre Rodrigo Maul	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Luiz Carlos Soares de Freitas	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Ana Beatriz Fanha	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Rita Parisi Conde Pozzi	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA



Antonio Carlos Decnop Coelho	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Helio Chagas Leitão	Mestrado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA
Daniel Nunes de Miranda Filho	Doutorado	1.07.01.00-1 GEOLOGIA

SISTEMAS DE AVALIAÇÃO

Do aluno:

- Frequência às aulas – mínimo de 75% em cada Disciplina;
- Aproveitamento Mínimo – 60% dos pontos em cada disciplina, distribuídos em escala de 0 a 10. A verificação da aprendizagem será feita por disciplina, mediante critérios que permitam atribuição de notas individuais. A forma de mensuração do aproveitamento, visando indicar o conceito do participante, em cada uma das disciplinas ministradas, será estabelecida pelos professores em função de conteúdo e objetivos pedagógicos propostos. O rendimento escolar do aluno será expresso em notas e conceitos, de acordo com a seguinte escala:

CONCEITO	NOTA
A - Excelente	9,0 – 10,0
B – Bom	7,5 – 8,9
C – Regular	6,0 – 7,4
D – Insuficiente	5,9 – 0,0

- MONOGRAFIA: Cada aluno elaborará uma monografia, orientada e avaliada por um professor da equipe do curso, através da qual o aluno deve demonstrar habilidade para pesquisa bibliográfica e redação sobre o tema.

CONTROLE DE FREQUÊNCIA

Frequência às aulas – mínimo de 75% em cada disciplina, verificada por meio de chamada e assinatura em lista de presença

CERTIFICAÇÃO

A Universidade Federal de Ouro Preto concederá aos concluintes do Curso de Pós-Graduação **lato sensu** em Modelagem 3D a titulação de especialista em Modelagem 3D.