

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PRÉ-PROJETO DE ENGENHARIA
DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE
CALCULADORA DE PROPRIEDADES POROELÁSTICAS
DISCIPLINA LEP - 01449: Projeto de Software Aplicado à Engenharia
Setor de Modelagem Matemática Computacional

Versão 1
Matheus Sousa Bastos
Nicolau Azevedo Prates
Prof. André Duarte Bueno

MACAÉ - RJ
Maio - 2025

Sumário

1	Introdução	2
1.1	Identificação da Proposta	2
1.2	Resumo	3
1.3	Escopo do Problema	4
1.4	Objetivos	4
1.5	Metodologia	4
1.6	Informações Adicionais Específicas	4
2	Etapas, Cronograma e Orçamento Preliminar	6
2.1	Etapas	6
2.2	Cronograma	7
2.3	Orçamento Preliminar	7
2.4	Informações Extras Mecanismos Gestão	7

Capítulo 1

Introdução

Segundo o CREA/CONFEA um dos quesitos fundamentais que diferenciam a atuação de um técnico da atuação de um engenheiro é a capacidade de desenvolver um projeto de engenharia; Neste trabalho, apresenta-se a pré-proposta de um projeto em engenharia de software aplicado a solução de um problema específico da engenharia de petróleo.

Apresenta-se aqui a proposta de desenvolvimento do software Calculadora de Propriedades Poroelásticas. Um software aplicado a engenharia de petróleo e que visa utilizar equações de aproximação conhecidas na literatura para calcular propriedades elásticas em rochas com mineralogias diversas.

1.1 Identificação da Proposta

Tipo de investimento /divulgação:

- PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO / DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE
- Versão 1

Coordenador:

- André Duarte Bueno

Gerência técnica:

- Nome Empresa/Instituição: Petrofísica/Geofísica
- Nome Gerente: Fernando Moraes
- E-mail:fernando@lenep.uenf.br

Equipe:

- Matheus Bastos & Nicolau Prates [matheusbastos@lenep.uenf.br & nicolauprates@lenep.uenf.br]

Vínculo institucional do processo:

- UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO/UENF
- CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO - LENEP
- SETOR DE MODELAGEM MATEMÁTICA COMPUTACIONAL
- SETOR DE PETROFÍSICA
- SETOR DE GEOLOGIA

Duração:

- 1 Semestre

Data de submissão:

- 30/04/2025

Número da proposta:

- LDSC-2025-1-P50

Tipo de instrumento contratual:

- Trabalho de disciplina

Título do projeto:

- Calculadora de Propriedades Poroelásticas

Palavras-chave:

- Petrofísica, Geofísica, Cisalhamento, Compressibilidade, Geologia

1.2 Resumo

- Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um software capaz de calcular propriedades elásticas de rochas com composições mineralógicas distintas. A ferramenta será fundamentada em conceitos de física das rochas, particularmente nas relações entre os principais módulos elásticos, módulo de cisalhamento, módulo de compressibilidade, módulo de Young e razão de Poisson e seu comportamento sob diferentes condições de porosidade, saturação e anisotropia. O software permitirá a simulação de diferentes cenários geológicos, oferecendo suporte a aplicações em geofísica, engenharia de petróleo e caracterização de reservatórios.

1.3 Escopo do Problema

- A caracterização precisa das propriedades elásticas de rochas é essencial para diversas áreas da geociência, especialmente na interpretação sísmica, modelagem geomecânica e engenharia de reservatórios. Contudo, a variabilidade mineralógica e a presença de fluidos tornam essa tarefa complexa. Modelos teóricos como Voigt-Reuss-Hill, Gassmann e Marion são utilizados para estimar os módulos elásticos médios, considerando composições heterogêneas e estados de saturação. No entanto, sua aplicação prática exige ferramentas computacionais que incorporem tais modelos de forma integrada e flexível, lacuna que este software busca preencher.

1.4 Objetivos

Os objetivos deste projeto de engenharia são:

- Objetivo geral:
 - Desenvolver um software para simulação e cálculo das propriedades elásticas de rochas, utilizando diferentes modelos teóricos e considerando variáveis como composição mineralógica, porosidade, saturação de fluidos e anisotropia induzida por tensões.
- Objetivos específicos:
 - Implementar os principais módulos elásticos: módulo de Young, cisalhamento, compressibilidade e razão de Poisson, a partir de dados de entrada fornecidos pelo usuário.
 - Incorporar modelos de estimativa média, como Voigt, Reuss, Hill e Hashin-Shtrikman, para tratar misturas mineralógicas complexas.
 - Simular efeitos da saturação de fluidos com base na Teoria de Gassmann e no modelo de Marion, comparando propriedades em rochas secas e saturadas.
 - Avaliar os efeitos da anisotropia induzida por tensões, com ênfase em sua influência na propagação de ondas sísmicas e modificação dos módulos elásticos.

1.5 Metodologia

A Figura 1.1 apresenta a metodologia a ser utilizada no desenvolvimento do sistema.

1.6 Informações Adicionais Específicas

- Coloque aqui informações adicionais, importantes, relevantes e que não se encaixaram nos demais tópicos deste documento.
- Entre as referências utilizadas em sala de aula podemos citar:

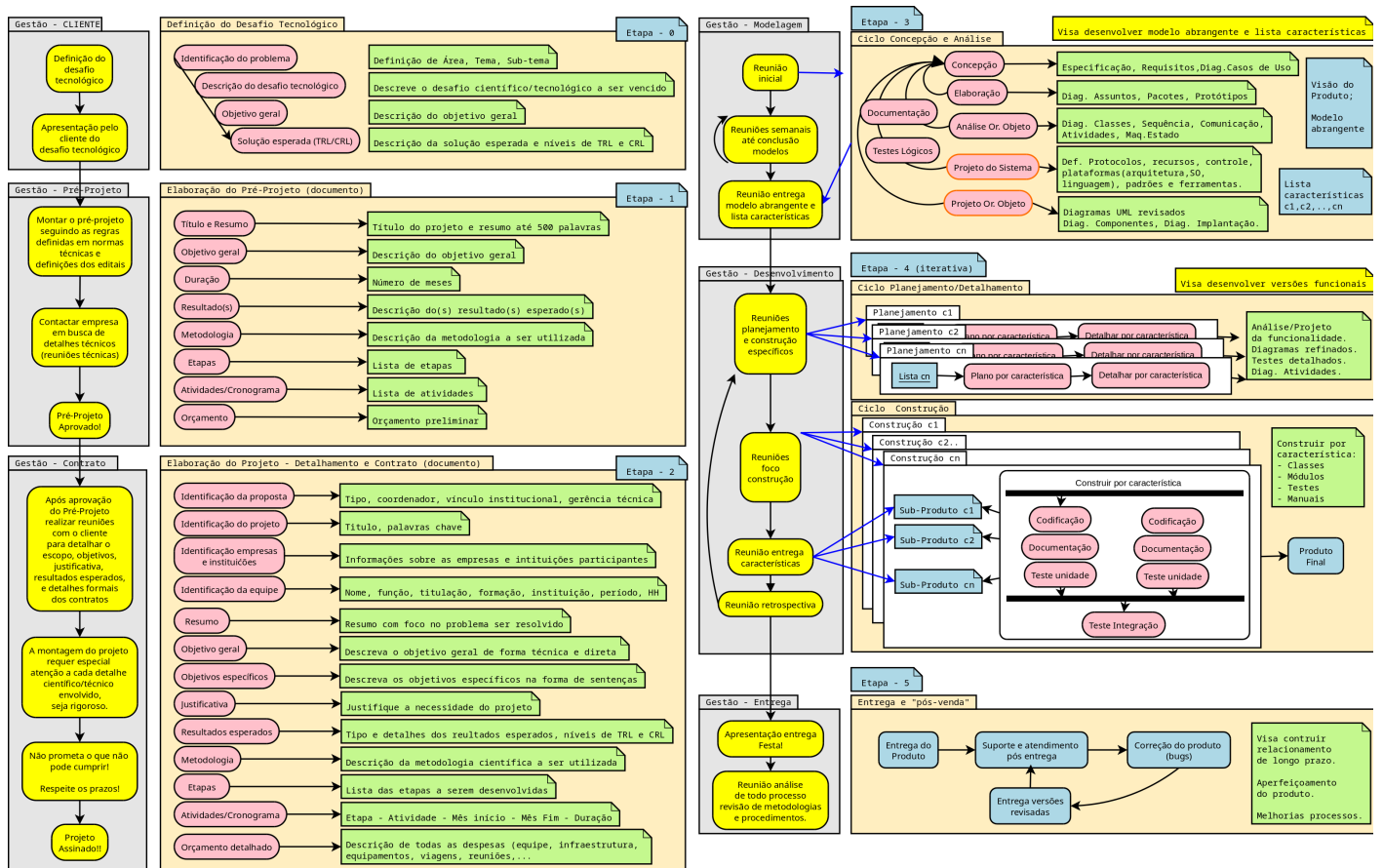


Figura 1.1: Metodologia utilizada no desenvolvimento do sistema

- UML: [Blaha and Rumbaugh, 2006, Rumbaugh et al., 1994].
- Projetos: [autores, 2017, Inc, 2021, Pires, 2012, Woiler, 1996].
- Gestão de Projetos: [Abrantes, 2020, de Logística e Tecnologia da Informação, 2011, Heldman, 2000, de Moura Menezes, 2018, Pahl, 2005, Valeriano, 2015, Rosa, 2007].
- Produtos: [Abrantes, 2020].
- C++: [Bueno, 2003].

Capítulo 2

Etapas, Cronograma e Orçamento Preliminar

Neste capítulo temos a lista das etapas, cronograma e orçamento.

2.1 Etapas

Esta proposta, caso aprovada, será desenvolvida seguindo as etapas abaixo descritas. Um detalhamento das etapas esta disponível aqui:

- Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico
 - Identificação do problema, descrição do desafio tecnológico, objetivo geral e solução esperada (TRL/CRL).
- Etapa 1 - Elaboração do pré-projeto
 - Elaboração da primeira versão do projeto, rascunho inicial (este documento).
- Etapa 2 - Elaboração do projeto - detalhamento e contrato
 - Após aprovação do pré-projeto os alunos detalham o mesmo gerando o projeto. Os dados do pré-projeto podem ser copiados para o projeto, a seguir tudo deve ser detalhado. As etapas associadas devem ser bem definidas. O cronograma deve ser realista. O orçamento deve ser bem realizado.
- Etapa 3 - Modelagem de engenharia:
 - Concepção; Elaboração; Análise Orientada a Objeto; Projeto do Sistema; Projeto Orientado a Objeto.
 - Realização de testes lógicos; Documentação (geração dos documentos de modelagem e diagramas associados).
- Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e construção/implementação:
 - Detalhamento e construção das "*features*" do software (teremos aqui diversos ciclos de desenvolvimento, a depender a complexidade do sistema a ser desenvolvido).

- Realização de testes de integração e confecção dos manuais do desenvolvedor e do usuário.
- Etapa 5 - Entrega do produto:
 - Verificações finais na documentação e testes.
 - Entrega do produto.

2.2 Cronograma

Apresenta-se a seguir o cronograma de execução do projeto.

- Exemplo considerando produto desenvolvido em 4-6 meses:

Mês	1	2	3	4	5	6
Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico	X					
Etapa 1 - Elaboração do pré-projeto	X	X				
Etapa 2 - Elaboração do projeto - detalhamento e contrato		X	X			
Etapa 3 - Modelagem de engenharia			X			
Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e implementação			c1	c2	c3	F
Etapa 5 - Entrega do produto (defesa)						D

2.3 Orçamento Preliminar

Trata-se de um projeto acadêmico com fins didáticos, onde os envolvidos não trabalharam com nenhuma carga orçamentária pré disponibilizada.

2.4 Informações Extras Mecanismos Gestão

- Os desenvolvedores visaram trabalhar com a metodologia SCRUM e outros métodos ágeis. Com ciclos de trabalho curtos e bem definidos.

Referências Bibliográficas

- [Abrantes, 2020] Abrantes, J. (2020). *Projeto e Engenharia de Produtos*. Ciencia Moderna. ISBN-13 : 978-8539910847. 5
- [autores, 2017] autores, V. (2017). *Projetos de engenharia - uma introdução*. LTC. ISBN-13 : 978-8521634454. 5
- [Blaha and Rumbaugh, 2006] Blaha, M. and Rumbaugh, J. (2006). *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos com UML 2*. Campus, Rio de Janeiro. 5
- [Bueno, 2003] Bueno, A. D. (2003). *Programação Orientada a Objeto com C++ - Aprenda a Programar em Ambiente Multiplataforma com Software Livre*. Novatec, São Paulo, 1 edition. 5
- [de Logística e Tecnologia da Informação, 2011] de Logística e Tecnologia da Informação, S. (2011). *Fundamentos em Gestão de Projetos - Construindo Competências para Gerenciar Projetos BRASIL*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). 5
- [de Moura Menezes, 2018] de Moura Menezes, L. C. (2018). *Gestão de Projetos*. Atlas. 5
- [Heldman, 2005] Heldman, K. (2005). *Gerência de projetos*. Elsevier. ISBN 13 : 978-8535216844, Rio de Janeiro. 5
- [Inc, 2021] Inc, P. M. I. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge and the Standard for Project Management*. PMI Project Management Institute. ISBN 13: 978-1628256642. 5
- [Pahl, 2005] Pahl, G. (2005). *Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos - Métodos e Aplicações*. Blucher. ISBN-13: 978-8521203636. 5
- [Pires, 2012] Pires, A. M. S. (2012). *Projeto de Instalações Elétricas e Telecomunicações*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. 5
- [Rosa, 2007] Rosa, M. O. (2007). *Gerenciamento de projetos de governo*. PMI-DF - PMInforma. 5
- [Rumbaugh et al., 1994] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., and Lorensen, W. (1994). *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos*. Edit. Campus, Rio de Janeiro. 5
- [Valeriano, 2015] Valeriano, D. (2015). *Moderno Gerenciamento de Projetos*. Pearson. 5
- [Woiler, 1996] Woiler, S. (1996). *Projetos: planejamento, elaboração, análise*. Atlas. 5