

ADITIVO Nº 2 AO TERMO DE COOPERAÇÃO ICJ Nº 5900.0116352.20.9 (4600637113), QUE ENTRE SI CELEBRAM PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS E A UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO/UFRRJ COM A INTERVENIÊNCIA DA FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFRRJ/FAPUR, PARA DESENVOLVIMENTO DO PROJETO INTITULADO "PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM SEDIMENTAÇÃO DE ADENSANTE".

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, sociedade de economia mista, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda sob o nº 33.000.167/0001-01, com sede à Av. República do Chile, nº 65, cidade do Rio de Janeiro - RJ, por meio do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello – CENPES, com sede na Avenida Horácio Macedo, 950, Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, inscrito no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda sob o nº 33.000.167/0819-42, doravante denominada **PETROBRAS**, neste ato representada por Jorel Lopes Rodrigues dos Anjos, Gerente Tecnologia de Perfuração, Fluidos e Integridade do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello e a **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ**, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Economia sob o nº 29.427.465/0001-05, com sede na BR 465, KM 7, Pavilhão Central, Seropédica / Rio de Janeiro, neste ato representada pelo seu Representante Legal, Roberto de Souza Rodrigues, inscrito no [REDACTED] doravante denominada EXECUTORA, com interveniência administrativa da **FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFRRJ - FAPUR**, inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Economia sob o nº 01.606.606/0001-38, TERMO DE COOPERAÇÃO Nº 0050.0118605.21.9 2/32 com sede na Estrada Rio São Paulo, sn , KM 7, Campus Universitário, Seropédica / RJ, neste ato representada pelo seu Representante Legal, Armando Sales, inscrito no [REDACTED] doravante denominada **FUNDAÇÃO**, sendo também denominadas PARTÍCIPE quando referidas em conjunto, ou PARTÍCIPE quando referidas individualmente, têm entre si justo e acordado aditar o presente Termo de Cooperação, de acordo com as seguintes cláusulas e condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA - CONSIDERANDOS

- 1.1. Que o presente Termo de Cooperação vem atendendo o interesse de todos os Partícipes;
- 1.2. Que em razão de fatos supervenientes será necessária a celebração do presente aditivo, a fim de promover a continuidade das atividades previstas neste projeto e construir um algoritmo para cálculo da dinâmica de sedimentação em fluidos confinados, este código originalmente iria operar dentro do software SIMENTAR, contudo o grande aumento da demanda por este serviço na Cia.

CLÁUSULA SEGUNDA - OBJETO

2.1. O presente Aditivo tem por objeto:

2.1.1. Dilatar o prazo do termo de cooperação em 425 (quatrocentos e vinte e cinco) dias corridos;

2.1.1.1. O prazo estipulado no item 2.1.1. será considerado a partir da data seguinte à de encerramento do termo de cooperação ora aditado;

2.1.2. Aumentar o valor do Termo de Cooperação em R\$ 2.215.209,53 (dois milhões duzentos e quinze mil duzentos e nove reais e cinquenta e três centavos)

2.1.3. Promover as modificações no escopo original do Plano de Trabalho.

CLÁUSULA TERCEIRA - DAS ALTERAÇÕES

3.1. Alterar a “CLÁUSULA QUINTA - PRAZO DE VIGÊNCIA”, conforme a seguinte redação:

“5.1 - O prazo de vigência deste TERMO DE COOPERAÇÃO será de 1520 (mil quinhentos e vinte) dias corridos, a contar da assinatura deste Instrumento, podendo ser prorrogado, mediante aditivo, a ser firmado pelos PARTICIPES.”

3.2. Alterar a “CLÁUSULA SEXTA - APORTE FINANCEIRO E REPASSES”, conforme a seguinte redação:

“6.1 - A PETROBRAS repassará à FUNDAÇÃO o montante de R\$ 3.159.712,03 (três milhões cento e cinquenta e nove mil setecentos e doze reais e três centavos) em 4 (quatro) parcelas, observado o cronograma de desembolso constante do “Plano de Trabalho” deste TERMO DE COOPERAÇÃO.”

3.2.1. Uma vez que os valores dos repasses deste Termo de Cooperação já tenham sido desembolsados, o aumento dos valores, previsto neste aditivo, será implementado quando da prestação de contas final;

3.3. Substituir o Plano de Trabalho e a Planilha de Desembolso originais pelo Plano de Trabalho e Planilha de Desembolso atualizados, que são partes integrantes deste aditivo.

CLÁUSULA QUARTA - VIGÊNCIA

4.1. O presente Aditivo entra em vigor na data de sua assinatura.

CLÁUSULA QUINTA - RATIFICAÇÃO

5.1. As partes ratificam as demais condições estabelecidas no Termo de Cooperação ICJ nº 0050.0118605.21.9 (4600654833) e seu Aditivo nº 1, que não foram expressamente alteradas pelo presente aditivo.

ANEXOS:

Anexo 1 – Plano de Trabalho Atualizado

E, por estarem assim justas e contratadas, as partes assinam o presente Aditivo ao Termo de Cooperação em 3 (três) vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro,

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS



Jorel Lopes Rodrigues dos Anjos
Gerente Tecnologia de Perfuração, Fluidos e Integridade do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
Data: 13/10/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO – UFRRJ



Roberto de Souza Rodrigues (17 de Outubro de 2023 16:39 ADT)

Roberto de Souza Rodrigues
Representante Legal
Data: 17/10/2023

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFRRJ - FAPUR



Armando Sales
Representante Legal
Data: 16/10/2023

TESTEMUNHAS:



Rafael Guimarães Da Silva (13 de Outubro de 2023 16:34 ADT)

Nome: Rafael Guimarães Da Silva
CPF: [REDACTED]
Data: 13/10/2023



claudia scheid (13 de Outubro de 2023 16:00 ADT)

Nome: claudia scheid
CPF: [REDACTED]
Data: 13/10/2023

Plano de Trabalho

Processo	2020/00236-8
Nº SAP	4600654833
Nº Jurídico	0050.0118605.21.9
Tipo de Investimento / Divulgação	PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO / PESQUISA APLICADA - PESQUISA APLICADA - Versão 2
Vigência	20/08/2021 a 17/10/2025
Coordenador	Cláudia Míriam Scheid

Dados Gerais

Duração	50 mês(es)
----------------	------------

Projeto - Identificação

Título em Português

Pesquisa e desenvolvimento em sedimentação de adensante

Projeto - Instituições/Empresas

Instituições de Pesquisa/Empresas

Proponente	Conveniente	Executora	
		Nome	Nº Ato Credenciamento
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO/UFRRJ	FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFRRJ/FAPUR	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	0238/2014

Objetivo Geral

O objetivo deste projeto é construir um algoritmo a partir da proposta, validação e teste de modelos matemáticos com base em dados experimentais de bancada e na solução de problemas reais relativos à atividade de construção e operação de poços de petróleo. Com ele será possível projetar fluidos, operar e propor metodologias para a manutenção e revisitação de poços de óleo e gás. O software será testado em estudos de casos reais da indústria de óleo e gás.

Objetivos Específicos

Desenvolver modelos de sedimentação de material adensante em fluidos de perfuração base água e base sintética/óleo. Os modelos serão aplicados em formulações de novos fluidos, estudos de casos de intervenções e revisitações de poços, estudos de mitigação de elevação da pressão em anulares confinados (APB) entre muitos outros estudos de casos. Neste projeto, serão implementados no software já existente novas ferramentas que levam em conta a diversidade de modelos reológicos, efeitos da temperatura na sedimentação, distribuição de tamanho de partículas, transmissão de pressão do sedimento formado, efeitos de dois ou mais fluidos em uma mesma coluna de perfuração

ou fluido confinado. O software será desenvolvido em linguagem Fortran por ter possibilidade de interfaces, rapidez de execução e robustez nos cálculos.

Nos laboratórios do LEF serão realizados experimentos de sedimentação em fluidos base água em uma coluna instrumentada com medidores de pressão, temperatura e concentração de sólidos para determinar a altura do sedimento. Para fluidos a base de óleo que são opacos, os dados experimentais serão fornecidos pelo CENPES/Petrobras. Pretende-se realizar experimentos no LEF/UFRRJ para fluidos a base de óleo que não sejam opacos, ou seja, para fluidos em que é possível visualizar a interface de sedimentação. Ainda na parte experimental, tem-se como objetivo realizar experimentos para avaliara transmissibilidade de pressão através do bombeamento de fluidos com alto teor de sólidos.

Justificativas

Durante o processo de perfuração de poços de petróleo, o fluido de perfuração pode ficar confinado no anular formado entre os tubos de revestimento por meses até o início da produção. Ao longo do tempo de confinamento, o adensante do fluido de perfuração pode sedimentar, formando uma torta de sedimentação no fundo no anular. Quando a extração de hidrocarbonetos se inicia, a temperatura do poço aumenta causando a expansão volumétrica do líquido confinado o que ocasiona o aumento da pressão no anular, um fenômeno conhecido como Annular Pressure Build up, APB. O APB pode levar ao rompimento do revestimento e o colapso do poço. Nos poços construídos com sapata aberta, a mitigação do APB tem sido uma preocupação frequente na etapa de produção pois o aumento da pressão no anular pode ocasiona a fratura na formação rochosa e/ou no cimento da sapata,. Caso isto ocorra, o fluido de perfuração confinado começará a ser filtrado pela rocha ou ainda, caso o sedimento cubra a sapata, pela torta previamente sedimentada de adensante, aliviando assim a pressão dentro do anular.

Neste contexto, para projetar, iniciar a produção ou mesmo revisitar poços consolidados é fundamental conhecer como ocorreu o processo de sedimentação do adensante. Basicamente são duas as questões a serem avaliadas, primeiro deseja-se saber a altura do sedimento formado pelo adensante no fundo do anular, de forma a verificar se houve o cobrimento do trecho de rocha aberto até a sapata. Segundo, se o sedimento formado transmite pressão para a rocha ou se o mesmo se comporta como um selante. Uma vez conhecida estas questões pode-se avançar na execução de projetos de poços, produção de óleo ou solução de casos particulares envolvendo fluidos confinados que podem ser formados por um único fluido de perfuração ou , em casos mais complexos, de sistemas de fluidos sobrepostos.

Desta forma, este projeto visa estudar a sedimentação de material adensante em fluidos de perfuração. O processo de sedimentação é difícil de ser obtido por medidas diretas e indiretas via instrumentação. Assim, a modelagem matemática do processo representa uma ferramenta importante para prever o comportamento do sistema e auxiliar nas tomadas de decisão.

Com base nisso, o projeto visa desenvolver um software abrangente que permita avaliar a sedimentação ocorrendo em diversos cenários da indústria do petróleo. A validação da modelagem matemática será realizada com o auxílio de dados experimentais levantados no Laboratório de Escoamento de Fluidos (LEF) da UFRRJ, para fluidos base água, e dados experimentais do CENPES/Petrobras, para fluidos base óleo opacos.

Resultados Esperados

Descrição do Resultado	Tipo de Resultado
Avaliação da transmissibilidade de pressão em suspensões altamente concentradas	Conhecimento Produzido
Avaliação do efeito da distribuição granulométrica sobre a sedimentação	Conhecimento Produzido
Desenvolvimento de conhecimento sobre a sedimentação de fluidos de perfuração confinados	Conhecimento Produzido
Melhor conhecimento do efeito da temperatura sobre a sedimentação	Conhecimento Produzido
Formação de recursos humanos na área de sedimentação	Outros
Melhora na infraestrutura do laboratório de fluidos da UFRRJ	Outros
Desenvolvimento de software para avaliação da sedimentação em fluidos confinados	Produto

Metodologia

A metodologia será dividida em parte computacional e experimental, a serem descritas a seguir.

METODOLOGIA TEÓRICA DE MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA.

A modelagem do sistema terá como ponto de partida um modelo já desenvolvido pelo LEF/UFRRJ desde 2013, sendo importante destacar as seguintes etapas:

- Aprimorar um modelo matemático baseado na teoria do contínuo que seja capaz de simular a sedimentação considerando a reologia do fluido base, a reologia da suspensão, distribuição do tamanho das partículas no fluido, a temperatura, a pressão, e a presença de inúmeros fluidos na coluna além da geometria da coluna;
- Implementar técnicas de solução do modelo com base em métodos numéricos;
- Com base em dados experimentais de bancada para sedimentação de adensantes, estimar os parâmetros do modelo;
- Com base nos dados experimentais validar o modelo;
- Testar o modelo obtido em estudo de casos reais fornecidos pela indústria de óleo e gás.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia experimental será dividida em 3 partes: estudo da sedimentação em fluidos a base de água, a base de fluidos sintéticos/óleo e avaliação da transmissibilidade de pressão. O modelo será validado por famílias de fluidos base água e sintéticos. Os fluidos que servirão para a validação serão escolhidos previamente por classificação de tipos.

A) FLUIDOS BASE ÁGUA

Os estudos experimentais de sedimentação dos fluidos a base de água serão desenvolvidos no LEF/UFRRJ. Os vários aspectos a serem abordados neste tópico são descritos a seguir.

A.1) SEDIMENTAÇÃO COM UM FLUIDO

Conhecer as distribuições de concentração de sólidos ao longo do tempo e da posição é essencial para compreender como as partículas sedimentam em uma mistura sólido-líquido. Dessa forma, os ensaios experimentais da sedimentação de adensantes envolverão o monitoramento da concentração dos sólidos em uma coluna de sedimentação modular composta por até 3 módulos. Os módulos possuem 1 m de altura e podem ser acoplados formando uma coluna com uma altura total de 3 m. Saídas laterais permitem a adaptação da instrumentação necessária para o monitoramento da fração volumétrica de sólidos. Dentre os instrumentos a serem utilizados encontram-se medidores de condutividade (para fluidos base água), transmissores de pressão (para fluidos base óleo), seringas para coleta de amostras destinadas aos ensaios gravimétricos e termopares para aferição da temperatura.

Para cada experimento serão preparados fluidos de perfuração cujo teor inicial de sólidos (barita) variará entre 5 e 20% v/v. A escolha dessa faixa de concentração se justifica com base nas propriedades dos fluidos simulados no SimSag (software de simulação da deposição de baritina), provenientes de demandas da PETROBRAS.

Os fluidos base água e base óleo serão preparados de acordo com as especificações e procedimentos determinados pelo CENPES. No entanto, no caso particular dos fluidos aquosos, o uso da técnica de condutividade para fins de monitoramento da concentração de sólidos requer a agitação do fluido (já adensado) por um período suficiente para promover, não só a sua homogeneização, mas a estabilização de sua condutividade. Isso se faz necessário devido à existência de outros sólidos que não o componente principal do adensante. Em outras palavras, a barita é, na verdade, uma mistura de sólidos, e a presença de componentes que são parcial ou totalmente solúveis no meio contínuo do fluido, interfere nas medidas de condutividade elétrica.

Após o período de preparo do fluido, a suspensão deve ser alimentada na coluna de sedimentação até a altura inicial desejada. O processo de alimentação envolve ou veter rapidamente ou bombear o fluido até a altura predeterminada, momento em que se dá partida no sistema de monitoramento, efetuando-se as leituras de pressão (no caso de fluidos base óleo) ou de condutividade (no caso de fluidos base água). A leitura das propriedades (condutividade ou pressão) será efetuada automaticamente em intervalos de tempo que serão definidos de acordo com a dinâmica de sedimentação dos sólidos, perfazendo um tempo total de experimento que pode levar horas ou poucos dias. No tempo final, amostras serão coletadas em diferentes alturas da coluna de sedimentação com o auxílio de seringas, sempre do topo para a base da coluna. As amostras serão destinadas às análises gravimétricas.

A gravimetria é um método analítico quantitativo, que será empregado como técnica de referência para a medição da concentração volumétrica de sólidos no procedimento de calibração das medidas de condutividade elétrica. Ou seja, quando o experimento for finalizado, os valores de teor de sólidos obtidos por gravimetria serão associados aos valores de condutividade com o intuito de construir uma curva de calibração.

Por outro lado, as medidas de pressão hidrostática dispensam o levantamento de uma curva de calibração, já que a pressão (P) pode ser prontamente relacionada com densidade da suspensão (?) e, conseqüentemente, com a concentração de sólidos (?_s):

$$P_{(i+1)} = P_i + \rho_{(i+1)} g(z_{(i+1)} - z_i)$$

$$\rho_{(i+1)} = \rho_s \rho_{(s,i+1)} + \rho_l (1 - \rho_{(s,i+1)})$$

Nas equações acima, Z representa a posição, ρ_s e ρ_l , indicam as densidades das fases sólida e líquida, respectivamente; já os subscritos i e i+1 designam o valor da propriedade correspondente no i-ésimo e i-ésimo+1 ponto da coluna de sedimentação.

A.2) CALIBRAÇÃO (CONDUTIVIDADE ELÉTRICA)

A curva de calibração é a principal ferramenta utilizada na determinação indireta da concentração local de sólidos por meio de técnicas de monitoramento como a condutividade. A sua construção envolve associar, para cada ponto de medição e no tempo final de cada ensaio, o valor de concentração volumétrica obtido por gravimetria com a respectiva razão de condutividade, $k = k_{\text{susp}}/k_{\text{clarif}}$, sendo k_{susp} e k_{clarif} , as condutividades da suspensão e do clarificado, respectivamente. Uma vez que a barita é um sólido não condutor, é consistente afirmar que um aumento de concentração acarretaria no decréscimo da condutividade elétrica do meio. A barita é composta por uma mistura de sólidos, de modo que alguns deles apresentam solubilidade em água. Portanto, quanto maior a concentração inicial da suspensão, maior o teor de sólidos solúveis.

A solubilização desses compostos faz com que os eletrodos mensurem valores absolutos de condutividade crescentes na zona de clarificado (ausência de partículas), quando a concentração inicial de sólidos da suspensão é aumentada. Com o intuito de evitar tal dificuldade nas medições do clarificado, a concentração volumétrica de sólidos foi relacionada com a razão de condutividade, k , e não com a condutividade absoluta da mistura sólido-líquido, k_{susp} . Dessa forma, a razão de condutividade do clarificado é sempre o valor unitário (independente do teor inicial de sólidos na suspensão), enquanto o acúmulo de partículas reduz as leituras de condutividade. Outros pontos a serem utilizados no levantamento da curva de calibração serão as concentrações iniciais da suspensão e as correspondentes aferições de k no tempo $t = 0$ s.

A.3) SEDIMENTAÇÃO COM DOIS FLUIDOS

Tendo em vista a alta demanda por simulações da deposição de baritina quando há dois fluidos confinados no anular de um poço, serão realizados experimentos que sejam capazes de reproduzir (mesmo que parcialmente) essa configuração.

Para tanto, será preparado um determinado volume de fluido aquoso, o qual atuará como colchão espaçador, e um volume maior de fluido de perfuração base óleo.

O procedimento experimental consistirá em bombear o volume de fluido de perfuração preparado para o recipiente de testes, com a alimentação ocorrendo pela base da coluna. Em seguida, bombeia-se o colchão espaçador até que a interface entre os dois fluidos fique posicionada na altura de interesse.

A alimentação dos fluidos por meio de uma bomba é mais aconselhável do que verter as suspensões na coluna com o auxílio de um funil quando se trata da sedimentação com dois fluidos. Além disso, utilizar o processo manual de alimentação torna-se inviável caso os três módulos sejam acoplados, formando uma coluna de 3 m de altura.

Após a alimentação dos fluidos, inicia-se o processo de monitoramento da concentração dos sólidos por meio das flutuações de pressão no fluido base óleo e de condutividade ao longo do fluido aquoso.

Por fim, de forma independente ao ensaio experimental da sedimentação, será realizado uma avaliação da influência da presença de sólidos na tensão interfacial entre o colchão espaçador e o fluido de perfuração. Logo, faz-se necessário recorrer a laboratórios parceiros para que esse estudo seja possível e a tensão interfacial seja considerada na modelagem matemática a ser proposta.

A.4) SEDIMENTAÇÃO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Em poços de petróleo o fluido confinado no anular experimenta um fluxo de calor proveniente da circulação do óleo no tubo de produção. Como resultado, é estabelecido um gradiente de temperatura ao longo do anular, que inevitavelmente afeta a dinâmica de sedimentação dos sólidos.

A fim de se investigar o comportamento da sedimentação com a temperatura, os ensaios experimentais serão realizados à temperatura ambiente, 65 e 80°C, valores estes que podem sofrer alterações de acordo com a necessidade. Uma vez que na sedimentação em batelada não há escoamento que não o ocasionado pela diferença de densidade entre as fases sólida e líquida, torna-se necessário aquecer os fluidos ainda no tanque de preparo. Só então, o fluido será bombeado para a coluna de sedimentação, onde a temperatura será mantida constante por meio do uso de fitas térmicas.

A necessidade do equilíbrio térmico ser atingido ainda no tanque de preparo se justifica já que a condutividade elétrica é uma grandeza dependente da temperatura. Dessa forma, caso o fluido seja alimentado a uma temperatura diferente da temperatura imposta pelas fitas térmicas, se estabelecerá um gradiente de temperatura radial que afetará as leituras de condutividade.

A despeito do exposto no parágrafo acima, em cada temperatura deverá ser construída uma curva de calibração condutividade vs. concentração tal como descrito anteriormente. Só assim será possível isolar o real efeito da temperatura na sedimentação dos sólidos.

B) FLUIDOS SISTÉTICOS /ÓLEO OPACOS (dados experimentais serão fornecidos pelo CENPES/PETROBRAS)

C) ENSAIOS DE TRANSMISSIBILIDADE DE PRESSÃO

Para avaliar a capacidade de transmissão de pressão em leitos de sólidos compactados serão realizados ensaios reológicos e testes de bombeabilidade de suspensões com alto teor de sólidos. Para isso será montado um loop composto por um tanque de mistura, uma bomba helicoidal, tubulações, válvulas de controle e sistemas de medição. Serão realizados ensaios com variação da concentração de sólidos da suspensão, vazão e queda de pressão. A complementação dos testes se dará com ensaios de reologia, onde serão investigados o comportamento reológico do fluido e a força gel. Para a caracterização da suspensão serão realizados ensaios para a determinação da densidade e granulometria do material.

Mecanismo de Acompanhamento da Execução

Os mecanismos a serem utilizados para execução/acompanhamento/avaliação do projeto serão:

* Emissão de relatórios, contendo as ações planejadas e desenvolvidas no período, bem como as ações futuras. Além disso, serão apresentados os

problemas que eventualmente possam surgir durante o período e soluções para os mesmos.

* Reuniões semestrais com o coordenador do projeto, coordenador executivo e gestor da rede para discussão e aprovação do relatório do período.

* Divulgação dos relatórios para o comitê técnico e científico da rede.

* O indicador de desempenho será o de realização físico-financeiro do projeto

Projeto - Etapas/Atividades

Etapas

Ordem	Nome
1	Planejamento
2	Execução
3	Controle
4	Encerramento

Atividades

Etapas	Atividades	Mês de Início	Mês Final	Duração
1	Detalhamento de orçamento	08/2021	07/2022	12
1	Planejamento de experimentos	08/2021	07/2023	24
1	Seleção de bolsista	08/2021	09/2021	2
2	compra de equipamentos	08/2021	11/2023	28
2	revisão bibliográfica	08/2021	09/2025	50
2	Montagem de unidades experimentais	09/2021	08/2023	36
2	Modelagem e simulação	10/2021	08/2025	47
2	Análise dos resultados	11/2021	09/2025	47
2	Calibração e testes preliminares	11/2021	06/2023	20

Atividades

Etapas	Atividades	Mês de Início	Mês Final	Duração
2	Levantamento de dados experimentais	12/2021	08/2025	45
2	Desenvolvimento backend	10/2023	09/2025	24
2	Desenvolvimento frontend	10/2023	09/2025	24
3	Acompanhamento das metas e indicadores do projeto	08/2021	09/2025	50
3	Relatórios de acompanhamento	08/2021	09/2025	50
3	Reunião de coordenação	08/2021	09/2025	50
4	Encerramento do instrumento contratual	09/2025	09/2025	1

Projeto - Equipe Executora

Equipe Executora				
Função	Titulação (nível)	Instituição Executora	Período (meses)	Carga Horária Semanal
Coordenador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	26	1
Pesquisador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	26	1
Pesquisador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	26	1
Pesquisador	Recém-Mestre	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	50	40
Bolsista - Mestrando	Pesquisador I	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	50	40
Bolsista - Graduando	Nível Médio / Graduação	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	50	20

Equipe Executora				
Função	Titulação (nível)	Instituição Executora	Período (meses)	Carga Horária Semanal
Pesquisador	Profissional Júnior	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	40
Pesquisador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	2
Pesquisador	Mestre I	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	40
Pesquisador	Profissional Júnior	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	40
Bolsista - Pós-doutorando	Recém-Doutor	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	40
Pesquisador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	2
Pesquisador	Doutor I	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	1
Pesquisador	Doutor II	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	24	2

Coordenador	Nome	Cláudia Míriam Scheid
	E-mail	scheid@ufrj.br

Projeto - Relatórios Previstos

Relatório	Mês
Relatório de Acompanhamento Gerencial 1	11/2021
Relatório Técnico 1	07/2022

Relatório	Mês
Relatório de Acompanhamento Gerencial 2	11/2022
Relatório Técnico 2	07/2023
Relatório de Acompanhamento Gerencial 3	10/2023
Relatório Técnico 3	07/2024
Relatório de Acompanhamento Gerencial 4	07/2024
Relatório de Acompanhamento Gerencial 5	07/2025
Relatório Técnico 4	07/2025
RTC - ANP	10/2025

Orçamento - Parcela Planejada

Quantidade de Parcelas Planejadas - 4		
Mês	Valor da Parcela (R\$)	Percentual (%)
08/2021	594.000,00	18,80%
04/2023	350.502,50	11,09%
11/2023	2.165.209,53	68,53%
09/2024	50.000,00	1,58%
TOTAL	3.159.712,03	100,00%

Aportes Financeiros

O valor do aporte financeiro necessário para desenvolver as atividades descritas nesse plano de trabalho será de R\$ 3.159.712,03. Tendo em vista as características deste projeto, o aporte financeiro da Petrobras deverá ser realizado em 4 parcela(s), da seguinte forma:

1ª Parcela - R\$ 594.000,00, na assinatura do instrumento contratual e contra apresentação de recibo.

2ª Parcela - R\$ 350.502,50, 21 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.

3ª Parcela - R\$ 2.165.209,53, 28 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.

4ª Parcela - R\$ 50.000,00, 38 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.

Orçamento - Origem Desembolso Recurso

Orçamento - Detalhamento

Despesas	Valor Total (R\$)	Percentual (%)
Despesas de Capital		
Equipamento e Material Permanente	591.978,79	18,74%
Total	591.978,79	18,74%
Despesas Correntes		
Equipe Executora	2.304.752,14	72,94%
Passagens	18.000,00	0,57%
Diária ou Ajuda de Custo	7.560,00	0,24%
Material de Consumo	38.000,00	1,20%
Serviços de Terceiros	20.000,00	0,63%
Outras Despesas	179.421,10	5,68%
Total	2.567.733,24	81,26%
TOTAL GERAL	3.159.712,03	100,00%

		GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ				
11	Mestre I	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	12	83,80	40	321.555,72

VALOR TOTAL	18.000,00
-------------	-----------

Nº	Tipo	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	Serviço Técnico Especializado	Serviço de terceiro	LABORATÓRIO DE ESCOAMENTO DE FLUIDOS GIULIO MASSARANI/LEF/UFRRJ	20.000,00
VALOR TOTAL				20.000,00

JUSTIFICATIVA TÉCNICA DE SOLICITAÇÕES DE ADITIVOS

13/10/2023 15:38

Número SAP: 4600654833**Número do Processo:** 2020/00236-8**Título do Projeto:** Pesquisa e desenvolvimento em sedimentação de adensante**Tipo:** Solicitação de Aditivo de Escopo**Elaborador:** Cláudia Miriam Scheid

Texto: O presente ADITIVO DE ESCOPO visa a inclusão de novas atividades ao atual projeto em desenvolvimento. Tais atividades levarão, entre outros itens, a contratação de mais pesquisadores para compor o corpo de trabalho, sendo 1 engenheiro, 2 profissionais de TI e um bolsista de pós doutorado. Serão necessários também a extensão de prazo e um aditivo de valor. Os detalhes da proposta serão apresentados a seguir.

O projeto em desenvolvimento trata da sedimentação de adensantes em fluidos de perfuração. O foco são os fluidos confinados na região anular compreendida entre dois revestimentos.

O objetivo inicial deste projeto foi o desenvolvimento de um software (Simsag) que permitirá a avaliação entre outras questões da altura de sedimento no anular, da densidade equivalente e do perfil de pressão. Já foram entregues duas versões do programa e a última já roda acoplado ao software Simcar no ambiente Petrobras.

Devido à grande demanda de utilização do Simsag, foi solicitado que o mesmo trabalhe como um software independente. Para que isso ocorra terão que ser preparadas interfaces de Frontend e Backend, treinamento de pessoal, preparo de manuais entre outras atividades que não estavam inicialmente previstas, justificando então o aditivo de escopo.

Para alcançar o desenvolvimento deste padrão de software será necessário contratar novos pesquisadores para compor o grupo de pesquisa, entre eles:

*1 pesquisador engenheiro que ficará responsável pelo desenvolvimento do software e atualização dos módulos que ainda estão sendo estudados.

*1 pesquisador voltado a TI para desenvolver o Frontend do programa.

*1 pesquisador voltado a TI para desenvolver o Backend do programa.

*1 pesquisador pós-doutorado que ficará responsável pelo desenvolvimento de estudos relacionados aos efeitos térmicos na sedimentação.

*1 pesquisador professor da UFRRJ na área de matemática para colaborar no desenvolvimento numérico do programa.

Além disso, a carga horária dos 3 professores já participantes do projeto será aumentada em 1 h para cobrir o atendimento as novas atividades do projeto.

Será necessário também uma EXTENSÃO DE PRAZO DO PROJETO VIGENTE EM 14 meses de forma a permitir a elaboração das novas propostas do projeto. O projeto ficará com 50 meses de execução.

Com relação ao trabalho experimental do projeto, serão necessários alguns ajustes, entre eles:

*A aquisição de mais transdutores de pressão para equipar o vaso de sedimentação.

*Sistema de filmagem para observação da queda da interface em bancada.

*Compra de 2 computadores para os trabalhos de TI.

*Contratação de serviço de terceiro para execução de peças de tornearia.

*Aumento dos valores de material de consumo de forma a contemplar mais 14 meses de projeto.

* Previsão de passagens e diárias para participar do enahpe 2025

A seguir serão detalhados os valores necessários para o ADITIVO DE VALOR contemplando 4 categorias:

- 1)Itens incluídos
- 2)Itens com extensão de prazo
- 3)Professores com carga horário aumentada
- 4)Itens do material de consumo com valor alterado

1)ITENS A SEREM INCLUÍDOS

RECURSOS HUMANOS

ITEM: Contratação pesquisador engenheiro.

ANO 1

Valor mensal (com encargos): R\$ 26.796,31

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 321.555,68

ANO 2

Valor mensal (com encargos): R\$ 28.808,75

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 345.705,04

JUSTIFICATIVA: Com o desenvolvimento do software independente será necessário a contratação de um pesquisador engenheiro com Mestrado para atuar no desenvolvimento do software principal com a constante atualização dos módulos que compõem o programa. Além disso, este pesquisador dará suporte as atividades de projeto, como construção dos sistemas de sedimentação, obtenção de dados experimentais, tratamento dos dados e modelagem matemática.

ITEM: Contratação pesquisador de TI para Frontend.

ANO 1

Valor mensal (com encargos): R\$ 17.791,87

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 213.502,47

ANO 2

Valor mensal (com encargos): R\$ 19.173,21

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 230.078,48

JUSTIFICATIVA: Em vista das novas atividades incorporadas ao projeto relacionadas ao desenvolvimento de um software independente do Simsag será necessário a contratação de um profissional de TI voltado para o Frontend do software.

ITEM: Contratação pesquisador de TI para Backend.

ANO 1

Valor mensal (com encargos): R\$ 17.791,87

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 213.502,47

ANO 2

Valor mensal (com encargos): R\$ 19.173,21

Valor total (com encargos sociais e 12 meses de participação): R\$ 230.078,48

JUSTIFICATIVA: Em vista das novas atividades incorporadas ao projeto relacionadas ao desenvolvimento de um software independente do Simsag será necessário a contratação de um profissional de TI voltado para o Backend do software.

ITEM: Contratação pesquisador pós doutorado.

Valor mensal: R\$ 7.370,00

Valor total (bolsa para 24 meses de participação): R\$ 176.880,00

JUSTIFICATIVA: Para o desenvolvimento dos estudos relacionados aos efeitos térmicos na sedimentação será contratado um bolsista de pós doutorado.

ITEM: Contratação professor Matemática:

Hora semanal: 1

Valor mensal: R\$ 715,57

Valor total (HH para participação de 24 meses): R\$ 17.173,68

JUSTIFICATIVA: Para o desenvolvimento das novas atividades do projeto, será contratado um professor com doutorado do departamento de Matemática da UFRRJ que auxiliará no desenvolvimento do código principal do software.

COMPRA DE EQUIPAMENTOS (itens incluídos)

EQUIPAMENTOS

ITEM: Compra de transdutores de pressão

Valor: R\$ 13.613,65

Quantidade: 4

Valor total: R\$ 54.454,60

JUSTIFICATIVA: Serão necessários mais 4 transdutores de pressão para equipar a coluna de sedimentação, de forma a obter o perfil de concentração ao longo da mesma.

ITEM: Compra de computadores

Valor: R\$ 10.000,00

Quantidade: 2

Valor total: R\$ 20.000,00

JUSTIFICATIVA: Os computadores serão utilizadas pelos profissionais de TI no desenvolvimento do Frontend e Backend do software.

ITEM: Compra de sistema de filmagem

Valor solicitado: R\$ 15.000,00

JUSTIFICATIVA: Compra de um sistema de filmagem com câmera para acompanhar a frente de sedimentação nos ensaios no vaso sedimentador.

SERVIÇO DE TERCEIRO (item incluído)

ITEM: Contratação de serviço de terceiro

Valor solicitado: R\$ 20.000,00

JUSTIFICATIVA: contratação de serviço de terceiro PF e PJ para confecção de peças para coluna e vaso de sedimento.

ITEM: Passagens

Valor solicitado: R\$ 18.000,00

JUSTIFICATIVA: Passagens Rio de Janeiro - Campina Grande para 6 pesquisadores do projeto poderem participar do ENAHPE 2025.

ITEM: Diárias

Valor solicitado: R\$ 7.560,00

JUSTIFICATIVA: Diárias para 6 pesquisadores do projeto poderem participar do ENAHPE 2025. São 3 diárias para cada participante no valor de R\$420,00

2)ITEM COM EXTENSÃO de PRAZO

ITEM: Extensão do prazo do pesquisador aluno de graduação.

Valor mensal: R\$ 780,00

Período inicial: 24 meses

Período estendido: 26 meses

total de meses: 50

Valor total (bolsa para os 50 meses anos de participação): R\$ 39.000,00

JUSTIFICATIVA: Diante da extensão de prazo do projeto para 50 meses, a bolsa do aluno de graduação teve seu prazo alterado para contemplar o novo período. O Aluno de graduação auxiliará na parte experimental do estudo da sedimentação.

ITEM: Extensão do prazo do pesquisador bolsista graduado (aluno de mestrado)

Valor mensal: R\$ 2.140,00

Período inicial: 36 meses Período estendido: 14 meses total de meses: 50

Valor total (bolsa para os 50 meses anos de participação): R\$ 107.000,00

JUSTIFICATIVA: Diante da extensão de prazo do projeto para 50 meses, a bolsa do pesquisador graduado teve seu prazo alterado para contemplar o novo período. O aluno de mestrado irá desenvolver experimentos relacionados ao bombeamento de suspensões concentradas e sedimentação de partículas.

ITEM: Extensão do prazo do pesquisador bolsista com Mestrado.

Valor mensal: R\$ 4.610,95

Período inicial: 36 meses Período estendido: 14 meses total de meses: 50

Valor total (bolsa para os 50 meses anos de participação): R\$ 230.547,50

JUSTIFICATIVA: Diante da extensão de prazo do projeto para 50 meses, a bolsa do pesquisador com mestrado teve seu prazo alterado para contemplar o novo período. O pesquisador com mestrado é responsável por auxiliar a desenvolver os experimentos de sedimentação fluidos e conjunto de fluidos imiscíveis, a modelagem matemática do fenômeno e desenvolvimento do software.

3) PROFESSORES COM CARGA HORÁRIA AUMENTADA E EXTENSÃO DE PRAZO

ITEM: Aumento carga horária Profa. Claudia Scheid:

Atual

Hora semanal: 1 h Valor mensal: R\$ 809,60

Alteração

Hora semanal: 2h Valor mensal: R\$ 1.619,20

Valor total (HH para participação de 24 meses de participação): R\$ 38.860,80

JUSTIFICATIVA: Devido as novas atividades do projeto, a carga horária do professor dedicada ao projeto foi aumentada para 2 horas por semana.

ITEM: Aumento carga horária Prof. Luis Américo Calçada:

Atual

Hora semanal: 1 h Valor mensal: R\$ 809,60

Alteração

Hora semanal: 2h Valor mensal: R\$ 1.619,20

Valor total (HH para participação de 24 meses de participação): R\$ 38.860,80

JUSTIFICATIVA: Devido as novas atividades do projeto, a carga horária do professor dedicada ao projeto foi aumentada para 2 horas por semana.

ITEM: Aumento carga horária Prof. Luiz Augusto Meleiro:

Atual

Hora semanal: 1 h Valor mensal: R\$ 809,60

Alteração

Hora semanal: 2h Valor mensal: R\$ 1.619,20

Valor total (HH para participação de 24 meses de participação): R\$ 38.860,80

JUSTIFICATIVA: Devido as novas atividades do projeto, a carga horária do professor dedicada ao projeto foi aumentada para

2 horas por semana.

4)ALTERAÇÃO DE VALORES DE MATERIAL DE CONSUMO

ITEM: Material hidráulico

Valor atual: R\$ 6.584,82

Valor solicitado: R\$ 12.000,00

JUSTIFICATIVA: O valor acrescido no item busca prever gastos com a extensão de prazo do projeto na manutenção das unidades experimentais

ITEM: Material elétrico

Valor atual: R\$ 6.000,00

Valor solicitado: R\$ 10.000,00

JUSTIFICATIVA: O valor acrescido no item busca prever gastos com a extensão de prazo do projeto na manutenção das unidades experimentais

ITEM: Material particulado e reagentes

Valor atual: R\$ 2.500,00

Valor solicitado: R\$ 5.000,00

JUSTIFICATIVA: O valor acrescido no item busca prever gastos com a extensão de prazo do projeto na manutenção das unidades experimentais

ITEM: Material de acabamento

Valor atual: R\$ 2.500,00

Valor solicitado: R\$ 5.000,00

JUSTIFICATIVA: O valor acrescido no item busca prever gastos com a extensão de prazo do projeto na manutenção das unidades experimentais

ITEM: Material de estrutura

Valor atual: R\$ 2.696,13

Valor solicitado: R\$ 6.000,00

JUSTIFICATIVA: O valor acrescido no item busca prever gastos com a extensão de prazo do projeto na manutenção das unidades experimentais

Serviços de Terceiros	0,00	20.000,00	20.000,00
Outras Despesas	72.506,36	179.421,10	106.914,74
Total	441.978,31	2.567.733,24	2.125.754,93
Total Geral	944.502,50	3.159.712,03	2.215.209,53

3	material particulado e reagentes	-	2.500,00	-	0,00	-	5.000,00	-	0,00	A
4	Material de acabamento	-	2.500,00	-	0,00	-	5.000,00	-	0,00	A
5	Material de estrutura	-	2.696,13	-	0,00	-	6.000,00	-	0,00	A
Serviços de Terceiros										
1	Serviço de terceiro	-	0,00	-	0,00	-	20.000,00	-	0,00	I

Equipe Executora - Remuneração/Ressarcimento

1	Cláudia Miriam Scheid	36	809,60	0,00	0	0,00	0,00	26	809,60	0,00	0	0,00	0,00	A
2	Luis Américo Calçada	36	809,60	0,00	0	0,00	0,00	26	809,60	0,00	0	0,00	0,00	A

	Definido 8													
10	Membro de Equipe não Definido 8	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	12	10.056,64	9116,33	0	0,00	0,00	1
11	Membro de Equipe não Definido 9	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	12	14.748,80	12047,51	0	0,00	0,00	1

	Scheid													
Equipe Executora - Bolsas														
4	Allan Barbosa Geoffroy Motta	36	4.610,95	0,00	0	0,00	0,00	50	4.610,95	0,00	0	0,00	0,00	A
5	Juliana Mariano de Souza	36	2.140,00	0,00	0	0,00	0,00	50	2.140,00	0,00	0	0,00	0,00	A



Emitido em 17/10/2023

TERMO ADITIVO Nº 103/2023 - GABREI (12.28.01.04)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 18/10/2023 10:56)

JOSE ANTONIO PIMENTA BARROS

CHEFE DE GABINETE - TITULAR

GABREI (12.28.01.04)

Matrícula: ###69#4

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **103**, ano: **2023**, tipo:
TERMO ADITIVO, data de emissão: **18/10/2023** e o código de verificação: **73130cfb60**