

### DESAFIO 3

- 1. Modelos de acoplamento de poro-elasticidade baseados na teoria de Biot, poderão ser empregados?**

Sim. E quanto mais modelos constitutivos estiverem disponíveis, melhor.

### DESAFIO 4

- 1. Quais são os dados históricos que a PETROBRAS tem disponíveis para esse desafio?**

São dados de diversos sensores relevantes que antecederam algumas falhas. O significado de cada sensor não será revelado pois alguns dos dados são confidenciais. A equipe receberá dados sem unidades físicas e apenas com identificações genéricas. Haverá a classificação dos dados conforme o tipo (causa não manipulável, causa manipulável ou consequência).

- 2. Em qual tecnologia esses dados estão armazenados?**

Os dados serão fornecidos em formato neutro (ex. CSV) não havendo necessidade de interface com os sistemas da Petrobras no primeiro momento. A preferência é que o algoritmo desenvolvido seja em linguagem aberta (ex. Python) para que seja incorporado aos nossos sistemas posteriormente (Node Red e PIAF).

- 3. Quão antigo é o histórico que a PETROBRAS e o SEBRAE têm?**

Os dados históricos pertencem à Petrobras, não havendo qualquer participação do SEBRAE nestes dados. No caso, são de poucos anos e há poucos eventos de falhas.

- 4. Há alguma estimativa do volume de dados histórico (MB, Giga, Tera...) para ser processado?**

Da ordem de Gigabytes.

- 5. Qual seria a capacidade de dados a ser utilizada para aprendizado do modelo?**

São no máximo três anos de operação de algo como cem sensores. Provavelmente 30% dos dados devem ser fornecidos para o treinamento do modelo, o restante deverá ser usado para avaliar a assertividade do mesmo. A frequência de amostragem varia de sensor para sensor.

- 6. As bases de dados são dados em SQL ou são imagens e vídeos (mapas e vídeos live)? Vocês esperam uma solução na nuvem ou onpremisses?**

Os dados são valores numéricos de leituras de sensores de grandezas físicas. Podem existir alguns valores booleanos (V / F). A solução pode ser um software que vai rodar em um servidor interno, provavelmente usando NodeRed e PIAF (comunicação com o historiador).

**7. Os dados históricos estão públicos para análise nesse momento?**

Não, alguns dos dados são confidenciais e precisam ser descaracterizados antes de serem fornecidos.

**8. Existe algum processo estabelecido atualmente? Se sim, qual o nível de acurácia?**

Não. Entretanto, o aprendizado dos operadores fez com que a ocorrência dos eventos diminuísse.

**9. Os especialistas da PETROBRAS no tema estarão disponíveis para o projeto?**

Parcialmente. Irão fornecer os detalhes necessários, porém não estarão à disposição em tempo integral para a equipe desenvolvedora.

## **DESAFIO 6**

**1. O equipamento utilizado já mede o torque aplicado e tem capacidade de compartilhar o dado?**

Atualmente são utilizados torquímetros convencionais, ou seja, sem capacidade de transmissão de dados. Nesse caso cabe exclusivamente ao executor da tarefa ajustar e acompanhar os valores aplicados. Vale ressaltar que a proposta do desafio é mais abrangente do que a aplicação de torque em si, pois todas as variáveis são igualmente importantes. Exemplos: aplicação ou não de graxa, tipo de graxa aplicada, fixadores com classe de resistência correta, sequência correta de aperto, tipo de elemento vedante, etc.

A implantação da tecnologia na gestão de torqueamento não requer, necessariamente, substituição dos equipamentos tradicionais por outros que tenham interface de dados. Basta que o sistema tenha, no mínimo, capacidade de registrar, mesmo que por meio de fotografia ou vídeo, os valores e especificações aplicadas. O mais importante nesse caso é ter a segurança de que o procedimento foi aplicado de maneira correta.

## **DESAFIO 7**

**1. Quais são os sinais clínicos pertinentes de serem medidos para a Petrobras neste projeto? É necessário que a medição seja feita continuamente, enquanto os trabalhadores estão executando suas atividades, ou é possível que as medições sejam feitas a partir de spotchecks (parar o movimento e medir) ou durante à noite? É possível que nossa solução diga respeito unicamente ao monitoramento de sinais clínicos ou também precisamos fornecer em conjunto através de nosso wearable os dados ambientais?**

O desafio não se limita ao monitoramento dos trabalhadores através dos wearables. Buscamos uma solução ampla que envolva imageamento, monitoramento ambiental e monitoramento “clínico” dos trabalhadores. Sobre os sinais clínicos, faz parte do desafio avaliar quais são os sinais que devem ser monitorados e implementar aqueles que são mais efetivos para garantia da saúde do trabalhador durante sua jornada de trabalho no interior desses locais. Sobre a medição é bastante desejável um monitoramento contínuo ou

medições spots em intervalos reduzidos de tempo. Desejamos com isso ter oportunidade de antecipar qualquer condição adversa à saúde do trabalhador.

- 2. A respeito do desafio 7 dos projetos de inovação deste edital, vocês poderiam passar mais informações sobre quais são esses tipos de espaços confinados? São espaços subterrâneos? São túneis? Tanques? De que espaço se trata? São locais onde já existe alguma estrutura de cabeamento e/ou possui equipamentos elétricos/eletrônicos?**

Os espaços confinados são diversos, sendo os casos mais comuns o interior de equipamentos de processo, em instalações onshore e offshore: Tanques, Vasos de Pressão, Reatores, Torres de Processamento (Ex: Torre de destilação etc.) entre outros. Estes locais não possuem estruturas de cabeamento e não possuem equipamentos elétricos.

## **DESAFIO 9**

- 1. Poderiam nos informar quais variáveis já são medidas?**

Pressão de Descarga; Nível do Tanque de Selagem; Corrente Elétrica; Temperatura do Motor; Temperatura do Mancal Axial.

- 2. O desafio contempla motores trifásicos? Qual a potência média? Possui painel de comando central? Existe comunicação entre painel de comando e sala de controle? Se existe, qual o modo de comunicação (cabo ou rádio)?**

Sim, trifásicos. 960 kW, 4000 V, 188 A (full load). Existe comunicação entre o painel CCM e a sala de controle, via rede em vários protocolos, tipo ethernet, IEC 61850.

- 3. O fluido está em escoamento multifásico?**

Não. Trata-se de água do mar.

- 4. Qual o atual fabricante de moto-bomba mais difundido nas instalações offshore? Existe um modelo de moto-bomba largamente utilizado para levantarmos seus parâmetros técnicos, e então partir para uma solução genérica? Sempre visando a escalabilidade do projeto, mas partindo de um cenário atual?**

Neste momento do edital devem ser considerado os principais fabricantes disponíveis no mercado e, em um momento futuro, pós assinatura de acordo de sigilo, as informações técnicas poderão ser detalhadas.

- 5. O conjunto moto-bomba já possui algum sistema/sensor de monitoramento? Ou deseja-se que se desenvolva um sistema de monitoramento completo desde hardware até software?**

As variáveis monitoradas são: Pressão de Descarga; Nível do Tanque de Selagem; Corrente Elétrica; Temperatura do Motor; Temperatura do Mancal Axial. Porém, isso não significa que o processo de aquisição não deva ser melhorado ou adequado para os objetivos a que se destina este desafio. Atente

para os documentos já publicados sobre este desafio, incluindo a live e respostas às perguntas feitas na Live.

**6. Pode-se instalar sensores no corpo do motor? Se sim, a preferência é a utilização de sensores sem fio?**

Propomos que detalhe os seus respectivos projetos, indicando claramente quais sensores, onde instalar e como estes devem ser instalados para que os mesmos sejam analisados de modo específico e a viabilidade de instalação possa ser avaliada. A preferência de utilização é sensores com fio, a tecnologia wireless ainda não está difundida no âmbito de plantas offshore em razão de serem naturalmente menos confiáveis que a tecnologia com fio. No entanto, caso a tecnologia wireless se mostre mais viável e seja evidenciado a mesma ou maior confiabilidade, poderemos analisar a proposta.

## **DESAFIO 10**

**1. Nos desafios que possuem como áreas tecnológicas a realidade aumentada e/ou tecnologias imersivas, os hardwares necessários devem ser fornecidos pela empresa que desenvolver a solução, ou a Petrobrás irá adquirir os hardwares diretamente de fornecedores de hardware?**

Sim. Os hardwares deverão ser fornecidos pela empresa durante o desenvolvimento da solução, devendo constar esse planejamento no plano de trabalho da proposta. Posteriormente, o modelo de negócios da implantação deve incorporar suas especificações e o hardware ser fornecido na solução final.

O desafio número 10 deste edital possui a particularidade de necessitar da aplicação real da pintura industrial por pistola airless para fins de desenvolvimento da solução, calibração e testes das funcionalidades elaboradas. Sendo assim, será necessário a proponente contemplar o uso de equipamentos de execução deste tipo de pintura (pistola airless, compressor, entre outros) em seu plano de trabalho, podendo buscar prestação de serviço na área ou parceria com fornecedores destes equipamentos.

**2. Poderia detalhar mais o que precisa ser monitorado?**

As condições de exposição de elementos da planta industrial, que necessitam de proteção contra corrosão, remetem ao esquema de pintura industrial adequado a essa finalidade.

O esquema de pintura define tipo de tinta, quantidade de mãos, espessura das camadas de tinta, forma de aplicação, entre outros. A qualidade requerida para a pintura é obtida pelo atendimento a diversos requisitos. Destacamos aqui a espessura mínima de cada camada de tinta, variando de 25 a mais de 500 micrometros, e sua aplicação de forma homogênea. Nesse sentido, buscamos o monitoramento de diversos parâmetros como velocidade de avanço da pintura, alinhamento durante a varredura com a pistola airless, distância da aplicação, perpendicularidade e tudo que influenciar o atendimento a requisitos especificados. A solução, além de monitorar e orientar o pintor por meio de

assistência em tempo real, deve controlar a aplicação para impedir o manuseio inadequado da pistola airless pelo pintor, seja pelo uso equivocado que resulte em defeitos na pintura (ângulo de projeção da tinta, sobreposição entre as camadas de tinta, baixa espessura, entre outros) seja pela adoção de posições ergonomicamente prejudiciais ao pintor em sua saúde ou em sua produtividade.

A solução deve, então, explorar o conceito de ferramenta à prova de falhas (poka yoke), garantindo a qualidade da pintura almejada ao longo do próprio processo de execução.

## **DESAFIO 12**

### **1. A busca a partir do modelo 3D tem que ser automática ou será efetuada por consulta de um usuário?**

A proponente deve considerar as duas situações, tanto um mecanismo de busca/consulta manual pelo usuário como a geração automática de relatórios visando a confirmar a implementação de recomendações de estudos de riscos na instalação representada pelo seu modelo 3D.

## **DESAFIO 14**

### **1. Já existe alguma instrumentação (coleta de dados) no processo ou ela ainda será realizada? Se sim, qual tecnologia está sendo utilizada para coleta e armazenamento?**

Na maioria dos casos, somente medição no final da tocha. A ideia é que também haja instalação de alguns instrumentos de medição intermediários, baseados na expertise das proponentes na melhor forma de “engenheirar” esses instrumentos. É possível fazer algumas inferências por aberturas de válvulas.

### **2. Já tem algum dado de descarte? Se sim, como ele está? Quanto tempo é o histórico dele? Qual tecnologia está sendo utilizada para coleta e armazenamento? Há imagens disponíveis?**

Somente dados globais (total da tocha) por refinaria, eventualmente alguma refinaria mede valores intermediários. Os medidores de tocha são ultrassônicos na sua maioria. Há alguns medidores termais em limites de baterias, em poucas refinarias e poucas unidades. Muitos desses instrumentos não estão confiáveis.

### **3. Os usuários estimam o tempo de resposta necessário para o sistema (minutos, segundos, etc)?**

Devido à dinâmica focada em passagens não desejadas (vazamentos), o tempo de resposta para identificar tem que ser breve, mas não instantâneo (diria minutos a horas). Pode haver limitação de saneamento (manutenção).

### **4. O espaço de análise sofre influência de iluminação natural?**

Não. Não se aplica.

## DESAFIO 15

- 1. Na chamada diz que esperam o monitoramento e simulação a partir e modelos físicos e matemáticos fornecidos. Que modelos são esses? Quando serão fornecidos?**

Modelos relevantes para o processo de perfuração, como escoamento de fluidos, esforços em colunas, torque e arraste e transmissão de calor. Estes modelos estão disponíveis na literatura e nós apontaremos quais são usados por nossos simuladores. As implementações geralmente são proprietárias, mas podemos fornecer resultados para validação de suas próprias implementações. O fornecimento depende da assinatura de acordo de sigilo.

- 2. Na perfuração virtual a ser construída os modelos matemáticos e físicos fornecidos precisarão ser associados ao cronograma previsto da perfuração virtual?**

É desejável que a perfuração virtual siga o programa do poço. Por exemplo, se a instalação do BOP tiver uma duração de 5 dias, seu modelo deve prever a evolução da temperatura do poço e da rocha ao longo de 5 dias em condição estática.

- 3. A Petrobras já utiliza algum modelo, mesmo que simplificado, para este processo?**

Temos alguns modelos do processo de perfuração, como por exemplo hidráulica, torque e arraste, implementados em tempo real. Os modelos matemáticos são públicos, mas as implementações são proprietárias.

- 4. Já existe alguma instrumentação (coleta de dados) no processo ou ela ainda será realizada? Se sim, qual tecnologia está sendo utilizada para coleta e armazenamento? Quais dados estão sendo coletados? Qual o tamanho de histórico para cada tipo de dado?**

Os dados são coletados e disponibilizados através da solução comercial "Intelie Live". O conjunto exato de tags e o tamanho do histórico só podem ser fornecidos com acordo de sigilo. Nosso interesse se estende também a cenários hipotéticos, antes da aquisição dos sinais e com muitas incertezas nos parâmetros.

- 5. Poderá utilizar dados de sísmica reais para integrar as informações?**

A solução pode assumir que as sísmicas estarão disponíveis na implantação, mas o fornecimento de sísmicas reais para testes não deve ser usada como premissa, mesmo com acordo de sigilo.

- 6. No desafio 15 na perfuração virtual a ser construída é necessário mostrar detalhes do BOP?**

Há detalhes relevantes para a perfuração virtual, como identificar se o elemento de coluna passando pelo BOP poderia ser cortado pelo mesmo em caso de necessidade. Contudo, não é essencial que o BOP seja detalhado além do seu estado (aberto/fechado/fechado contra a coluna).

**7. Quais fenômenos vocês imaginam/gostariam que estivessem no simulador Poço Virtual?**

Gostaríamos, no mínimo, de uma arquitetura aberta e expansível, onde cada simulador consuma resultados e alimente os demais. O básico é ter o escoamento dos fluidos, pressões, temperaturas e a movimentação das colunas. Segurança de poço (kick/blowout) é importante. Sugere-se identificar interações entre as diferentes visões do poço (fluidos, perfuração direcional, estrutura de poço, geologia), pois simulações isoladas são rotineiras.

## **DESAFIO 16**

**1. O projeto pode ser realizado em Python?**

Inicialmente pode ser realizado em qualquer tecnologia. Muito do que se faz de ciência de dados na empresa é feito em Python. Logo, Python pode ser usado. O principal ponto no desafio não é nem muito o ferramental ou a linguagem que vai ser utilizada, mas sim uma métrica de qualidade dos dados. Ou seja, um número ou algo do tipo que nos diga que nos permita comparar como estão os dados de diversos projetos, para que possamos optar por se dedicar aos projetos que possuem dados com maior qualidade.

**2. Qual o perfil de formação e experiência da equipe que irá utilizar a plataforma?**

O público alvo são os cientistas de dados. Entretanto, profissionais da Petrobras que não são cientistas de dados, como por exemplo, engenheiros, geólogos e geofísicos podem usar ciência de dados em seus projetos. Sendo assim, este desafio deve atender não apenas aos cientistas de dados da empresa, mas a todos que usem estas técnicas em seu dia a dia.

## **DESAFIO 17**

**1. A tarifa é do mercado livre ou mercado regulamentado?**

Será feita uma errata no edital: na realidade, o desafio 17 tem como objetivo final a predição do preço da energia elétrica e não de tarifa de energia (nem ACR nem ACL, portanto).

**2. Seria preço horário ou preço semanal por patamar?**

Nosso objetivo inicial é o preço semanal por patamar de carga (Decomp), especialmente considerando a possibilidade de detecção de correlação das variáveis de interesse (principalmente chuva/vazão-carga-limites de intercâmbio) com o preço: por termos maior histórico e mesmo maior influência das vazões no preço semanal, entendemos ser o primeiro passo, até por maior possibilidade de calibração da ferramenta/modelo de Machine Learning. No entanto, existe um acoplamento entre Decomp e Dessem e nossa

expectativa é de que a solução proposta se aplique/seja compatível ao modelo de formação de preços vigente à época (acreditamos que em 2021 seja o Dessem também para PLD mas, mesmo que em 2021 não seja, é muitíssimo provável que em 2022 sim). Então, pelo menos em nível de compatibilidade de informações, é um requisito obrigatório que as previsões cheguem até o nível do preço semanal e desejável que cheguem até o detalhamento do preço horário, mas sabemos que a amostragem provavelmente não será suficiente para a calibração.

**3. Vocês já realizam a coleta, mesmo que manual, de algum dado? Se sim, quais?**

Sim. Realizamos a coleta de boa parte dos dados/arquivos dos decks de saída dos modelos Newave, Decomp, Dessem e Gevazp; ENA (Relatórios Preliminares Consistidos); Carga por Patamar; Arquivos dos Modelos de Chuva-Vazão; Previsão de Precipitação, dentre outros. No entanto, ainda se faz necessário um esforço considerável principalmente para a estruturação dos mesmos em bancos de dados da Petrobras.

## **DESAFIO 18**

**1. O veículo de transporte do equipamento para coleta de dados da queima deve ser objeto da proposta de inovação? Ou basta fazer o projeto do equipamento de forma que seja possível transportá-lo por diversos modais?**

O projeto do veículo não é necessário, mas o equipamento deve ser compacto e robusto/protegido de forma a ser transportado por modais diferentes (aeronaves, pequenas embarcações, picapes ou carros de passeio, considerando trepidações de estradas não pavimentadas, por exemplo), sem ser danificado.

**2. No minuto 1:44 do vídeo de apresentação do desafio, a engenheira Aline faz menção que o equipamento de medição possa ser transportado por qualquer modal. Quais modais são sugeridos para o transporte do equipamento de medição?**

A depender da acessibilidade ao local de monitoramento e o tempo necessário para instalação e condicionamento dos equipamentos, poderão ser usados aeronaves de asa fixa ou móvel, embarcações de pequeno porte e também transporte terrestre por vias não pavimentadas. No caso de vias terrestres, é necessário considerar situações em que pode não haver a disponibilidade de picapes, apenas de carros de passeio.

**3. O modelo matemático de movimentação da pluma deve ser objeto da proposta de inovação submetida?**

Não. O modelo de dispersão da pluma não faz parte deste desafio de inovação.

**4. O sistema de aquisição, armazenamento e transmissão de dados e o tratamento estatístico dos dados coletados devem ser objeto da proposta de**



**inovação apresentada? Ou é suficiente especificar o sistema de transmissão seguindo algum protocolo a ser escolhido?**

O equipamento precisa ser completo. Desta forma, o sistema de aquisição, armazenamento e transmissão de dados, assim como o tratamento estatístico dos dados coletados devem ser objeto da proposta de inovação. Como falado no vídeo do Desafio 18, é importante lembrar que o local de monitoramento pode ser remoto e isso implica não só na questão de disponibilidade de energia elétrica, mas também na forma de transmissão de dados do campo para a Sala de Crise.

## **DESAFIO 19**

**1. A PETROBRAS tem hardware que coleta algum dado histórico? Ou tem que incluir no projeto?**

Os dados históricos dos monitoramentos já realizados, são coletados em cartão de memória ou pen drive acoplado ao equipamento que faz o monitoramento (câmera de infravermelho que gera vídeos das plumas de vazamentos e fotos do ponto de vazamento - válvula, flange, conexões, etc). Posteriormente, são descarregados para computador.

Neste desafio buscamos uma ferramenta que possa ser usada em campo para registro dos dados durante o monitoramento com a câmera. Atualmente, após descarregar os vídeos e fotos gerados pela câmera durante o monitoramento, o usuário precisa assistir cada vídeo para ver onde é o ponto de vazamento (ponto exato de uma válvula, ou flange, ou qualquer outro componente de linha) e inserir manualmente uma indicação no exato ponto de vazamento para que a equipe de manutenção saiba onde deve atuar. A ferramenta poderia, no mínimo, tirar a foto e permitir ao usuário já sinalizar o ponto de vazamento já durante o monitoramento, sem necessidade de assistir cada vídeo posteriormente e para fazer este procedimento em quase 100 pontos, em média, por monitoramento. Os dados já seriam descarregados prontos.

Não é necessário um hardware para armazenar os dados históricos, mas sim para os registros de campo e que possam ser exportados para computador.

## **DESAFIO 20**

**1. A PETROBRAS já tem as imagens? Se sim, de onde vêm as imagens? Quantas imagens são?**

A Petrobras dispõe de imagens e poderá fornecer algumas para teste, tanto na escala de poros, quanto de plugues. O desafio não prevê o processamento de um conjunto de imagens, mas sim o desenvolvimento de uma plataforma que possa processar quantas forem necessárias (não simultaneamente).

**2. Com qual frequência são/devem ser adquiridas? Como essas imagens estão armazenadas? Qual a resolução das imagens? Existem imagens já processadas por especialistas? Por exemplo, relatórios que utilizaram as imagens para realizar as análises.**

Já existem imagens processadas por sistemas especializados. A resolução varia de 1 micron no caso de micro-CTs até cerca de 500 microns no caso de tomógrafos médicos. Exemplos de imagens podem ser encontrados gratuitamente na internet, ver, por exemplo <https://www.digitalrocksportal.org/about/>.

**3. O sistema pode utilizar Inteligência Artificial para fazer essa modelagem e simulação?**

Sim, pode mas IA seria recomendável apenas na etapa de processamento de imagens e não na simulação das propriedades. Notar que não serão fornecidos *datasets* para treinamento de propriedades.

**4. Existe uma definição exata das propriedades de interesse para o desafio 20?**

São muitas propriedades de interesse. Quanto mais propriedades o software calcular melhor. O mínimo seria: porosidade, conectividade poros, permeabilidade absoluta (tanto em formulação Darcy, Stokes ou Stokes-Darcy) e raio de gargantas de poros. Também de interesse são propriedades elétricas (FF e índice resistividade), pressões capilares e permeabilidades relativas. O processamento de imagens (escala de poros ou testemunho) também é de interesse, em particular segmentação e reconhecimento de padrões para identificação de estruturas geológicas.

## DESAFIO 22

**1. Há dados históricos dessa perda? Quão antigo é esse histórico? Como estão armazenados esses dados? Quais são os dados específicos para fazer esse monitoramento?**

Sim, há histórico na base de dados do sistema Plant Information. O histórico de dados de um poço registra dados desde sua abertura. Há dados de pressão e temperatura em determinados pontos do escoamento desde o fundo do poço até a plataforma. Dispomos também para cada poço o histórico do status de abertura de válvulas e vazões de injeção de gás lift. Utilizamos modelos de simulação de fluxo multifásico para cada poço nos quais tais modelos utilizam dados do Plant Information para a estimativa de perfis termo hidráulicos, holdup de líquido, desde o fundo do poço até a plataforma e estimativas de vazão de produção. Empregamos simulação PVT do petróleo produzido para estimar envelope de hidratos.

Os dados específicos para o monitoramento para cada poço são: pressão, temperatura em dados pontos do escoamento desde o fundo do poço à plataforma, armazenados no sistema Plant Information, status de abertura de válvulas submarinas e na plataforma, também armazenados no sistema Plant Information, saídas do modelo de simulação de fluxo multifásico permanente e transiente do escoamento desde o fundo do poço até a plataforma, modelo de fluido (*black oil* ou composicional), envelope de hidratos.

## DESAFIO 24

- 1. Há dados históricos dessa perda? Quão antigo é esse histórico? Como estão armazenados esses dados? Quais são os dados específicos para fazer esse monitoramento?**

Para o desafio 24, serão disponibilizados: (i) resultados de liberação flash (composição do fluido de reservatório, RGO, API, densidade do gás, massa molar e densidade da fração C20+); (ii) resultados de liberação diferencial (fator volume de formação, razão de solubilidade, viscosidade e massa específica do óleo); (iii) dados geoquímicos; (iv) dados de perfilagem.

- 2. Existem modelos matemáticos disponíveis que podem ser usados como referência?**

Sim, existem correlações empíricas para cálculos de propriedades termodinâmicas (Standing, Lasater, Glaso, entre outras), mas não possuem grande acurácia e nem sempre obedecem a tendências das propriedades quando se trabalha fora dos limites dos dados utilizados para treinamento.

## **DESAFIO 25**

- 1. Haverá acesso ao banco de dados das curvas de permeabilidade relativa existentes?**

Sim. Com dados descaracterizados quanto à localização.

- 2. Além da permeabilidade relativa, a Petrobras também tem interesse em obter outros parâmetros através de IA, como permeabilidade (K), litofácies e porosidade efetiva?**

Já temos outras iniciativas para obtenção de outros dados. Neste desafio o foco será a permeabilidade relativa.

- 3. Quais tipos e quantidade de dados serão disponibilizados para a prova de conceito, visto a heterogeneidade das rochas?**

Dados de permeabilidade relativa (em torno de 400 curvas), permeabilidade absoluta, porosidade, distribuição de gargantas de poros, fotos, tomografias, classificação de fácies e outras informações pertinentes (quando disponíveis) para as amostras que fizeram análise de permeabilidade relativa.

- 4. Existem modelos matemáticos disponíveis que podem ser usados como referência?**

Apesar de existirem métodos para estimar permeabilidade relativa através de características mais simples das rochas (como propriedades elétricas ou distribuição de garganta de poros), nenhum método é capaz de lidar com a heterogeneidade e complexidade das rochas do pré-sal, objeto deste estudo.

## **DESAFIO 27**

- 1. O sensor a ser usado tem que ser não intrusivo?**

Os sensores não intrusivos e intrusivos serão considerados.

2. **O histórico das análises laboratoriais da qualidade da água de resfriamento, das amostras dos depósitos, e demais amostras de produtos dos trocadores será fornecido? Ou seja, quando do desenvolvimento do projeto de P&D é possível considerar como premissa para o projeto que análises laboratoriais existem e serão fornecidas?**

Os dados das propriedades e composição química dos fluidos, tipo de possíveis depósitos salinos e cenários de produção serão fornecidos.

#### **DESAFIO 28**

1. **Qual o nível de incerteza desejado nas medidas das frações de fluidos?**  
Em torno de 10% para a fração de cada fase.
2. **Se pretende usar no futuro para sistemas de medição fiscal?**  
No momento, o desafio se refere somente à medição da fração de cada fase, e não à vazão.

#### **DESAFIO 29**

1. **Qual é o nível de TRL esperado para o desafio?**  
O nível de TRL é um critério de seleção na primeira fase. Portanto, deve ser levado em conta o que está detalhado no Edital quanto ao que é esperado deste critério.
2. **Nesta fase, espera-se que a solução esteja pronta para aplicação off-shore ou poderia ser inicialmente topside?**  
Aplicação offshore é o grande desafio e o que pode trazer maior benefício.

#### **DESAFIO 30**

1. **Esses dados incluem dados quantitativos e/ou dados qualitativos? Levando em consideração que esse projeto tem três etapas distintas: construção, manutenção e abandono, o projeto precisará abordar as 3 simultaneamente? O processo de tomada de decisão é em grupo?**  
O espaço do desafio é bem amplo e há expectativa de que a proponente especifique um nicho e foque em desempenhar um bom papel dentro deste nicho. Portanto, há espaço para soluções quantitativas e qualitativas. O projeto pode se concentrar em uma etapa específica da vida do poço, pois as três têm necessidades diferentes. Deve ser considerada a hipótese de decisões colegiadas. A informação gerada deve alinhar técnicos que defendem soluções divergentes, porque estão trabalhando com informações parciais.
2. **Poderá ter acesso as certas informações internas da empresa para servir de piloto ao uso de AI para estruturar as informações?**  
Após assinatura de acordo de sigilo.

## DESAFIO 39

### 1. É aceitável o uso de embarcação autônoma para dispersão de produto aglomerante e coleta de óleo? Eles poderiam trabalhar em “enxame”?

O uso de embarcação autônoma é uma das soluções esperadas.

O uso de produtos químicos, tais como o de “aglomerantes”, é regulado por lei e costuma ser de difícil aprovação pelos órgãos reguladores. Mas, de toda forma, é algo que pode ser considerado. Usar “enxames” de embarcações autônomas é uma possibilidade interessante sim.

## DESAFIO 43

### 1. Qual é o tipo / porte do forno de produção de hidrogênio?

O conjunto de forno e tubos contendo os catalisadores é chamado de reformador. Os fornos/reformadores utilizados na Petrobras na área de produção de H<sub>2</sub> são os de queima lateral (“side-fired”) e os de queima de topo (“top-fired”). Exemplos de porte de reformadores “top-fired” são para uma unidade de capacidade média: comprimento de 8750 mm, largura de 5660 mm, altura do tubo aquecida de 10000 mm, 64 tubos, 2 fileiras e para uma unidade de grande capacidade: comprimento de 15582 mm, largura de 14700 mm, altura do tubo aquecida 11250 mm, 312 tubos, 6 fileiras.

### 2. Tipo (diâmetro/espessura/ material) e geometria da tubulação metálica?

Os tubos metálicos estão na posição vertical. Cada reformador possui um conjunto de tubos com dimensões similares. No entanto, estas dimensões podem variar para diferentes reformadores. O diâmetro dos tubos também pode-se alterar em função da temperatura e do tempo de operação, sendo inclusive a medição desta variação utilizada, como uma das medidas que contribui para avaliar a vida residual. Exemplos típicos são: a) material HP modificado + Nb (25Cr 35Ni+1Nb); diâmetro externo de 121,6mm, diâmetro interno de 101,6, espessura **10** mm; b) material Hp modificado + Nb; diâmetro externo de 135mm, diâmetro interno de 101,6mm, espessura de 16,7 mm; c) material HP modificado + Nb, diâmetro externo de 143,1mm, diâmetro interno de 114,3mm, espessura de 14,4 mm. Sugere-se também consultas à literatura disponível que oferece maiores informações sobre a composição do material, forno de reforma etc.

### 3. Há acessibilidade ao forno? Ele está montado em uma refinaria ou FPSO?

Os fornos de reforma (reformadores) estão instalados em diferentes refinarias do sistema Petrobras. O interior do forno pode ser visualizado em operação por janelas de inspeção, normalmente para inspeção visual ou medida de temperatura por pirometria ótica. Os sistemas desejados para o desafio 43 podem ser utilizados para a inspeção externa do tubo, durante paradas programadas da unidade, onde o interior do forno pode ser acessado. Alternativamente, os tubos podem ser inspecionados internamente, após o descarregamento dos catalisadores, sem necessidade de acessar o interior do forno.

#### 4. Em qual estágio o forno está na refinaria?

Os fornos reformadores estão em operação nas refinarias do sistema Petrobras em suas unidades de produção de hidrogênio.

### DESAFIO 48

#### 1. Os dados de monitoramento serão enviados de uma plataforma offshore para um escritório? Se sim, será possível utilizar o meio de comunicação via Satélite já presente na plataforma para transmitir os pacotes (já processados) como parte da solução?

O foco deste desafio está nas operações do downstream, em que há utilização de vapor. Assim, a solução esperada não demanda envio de dados de plataforma offshore. Os dados relativos ao monitoramento das perdas de vapor precisarão ser transmitidos via rede sem fio da área industrial de uma instalação terrestre (p.ex.: uma refinaria) para uma sala de controle ("escritório").

#### 2. O sistema precisa ser necessariamente independente do já existente (seria um sistema redundante)?

O sistema não seria redundante, e sim utilizado em substituição ao atual (diagnóstico empregando dispositivo portátil ou visual).

#### 3. Seria uma ferramenta crítica/vital ou de auxílio?

Não seria uma ferramenta crítica no sentido de não podermos prescindir do uso contínuo da mesma.

#### 4. Teríamos dados/informações da planta ou precisaríamos trabalhar com dados próprios?

A Petrobras irá fornecer as informações consideradas necessárias ao desenvolvimento da solução, mediante assinatura de acordo de sigilo.

#### 5. Qual a dimensão média das tubulações, temperaturas médias do vapor que flui, comprimento total da tubulação, número de válvulas médio em um circuito desses? Quão uniforme é a parede externa da tubulação que se deseja monitorar? Os vazamentos de vapor ocorrem com mais frequência em conexões/acoplamentos ou furos na tubulação?

Este desafio visa monitorar e quantificar perdas de vapor que ocorrem por falhas em equipamentos (especialmente, nos purgadores de vapor) e por vazamentos em tubulações.

Os purgadores são instalados em linhas de 1/2 pol ou 3/4 pol e operam com vapor saturado em diversas classes de pressão. Podemos considerar como faixa de maior interesse as de vapor de 3,5 kgf/cm<sup>2</sup> (~140 °C) a 10,5 kgf/cm<sup>2</sup> (~250 °C).

Quanto ao vazamento de vapor em tubulações, os trechos a serem monitorados podem ter centenas de metros, os diâmetros variam de 1/2 a 20 pol e a temperatura pode chegar a 400 °C (vapor superaquecido). Os vazamentos ocorrem com maior frequência em conexões como flanges e válvulas. As tubulações possuem isolamento térmico externo.

## DESAFIO 50

1. **Qual o interesse em ferramentas computacionais com métodos de ajuste histórico dos modelos geológicos baseado em filtro de kalman e deep learning?**

Ajustes rápidos, mas sempre respeitando critérios geológicos pré-definidos, conforme o esperado para o modelo deposicional do reservatório. E claro, filtro de Kalman e deep learning podem ser usados, mas tem que ter regras geológicas para evitar ajustes não plausíveis ao esperado pelo modelo geológico do campo.

2. **Sobre diminuir o tempo necessário para obter o ajuste histórico, existe o interesse de implementar o BR kalman em GPUs para acelerar o processo?**

Implementar BR kalman em GPUs tem potencial para solucionar apenas parte do desafio. Atentar para a obrigatoriedade de resultados que obedeçam critérios geológicos.

## DESAFIO 51

1. **Sobre o edital da Petrobras, no Desafio 51, onde trata da Redução de Carbono, caberiam projetos de redução de CO<sub>2</sub> atrelados a resíduos provenientes da alimentação produzida na plataforma? No caso, a nossa Startup tem como proposta tratar o resíduo orgânico sólido proveniente de cozinhas e restaurantes de forma acelerada, formando composto orgânico.**

Não. As propostas de projetos de inovação submetidas ao desafio 51 deverão focar na redução das emissões de GEEs dos processos e operações da cadeia de O&G.

## DESAFIO 54

1. **Qual a faixa de variação da fração de óleo que deve-se levar em consideração na entrada (ou início) do processo de tratamento de água?**

Considerar o teor de óleos e graxas máximo de 1000 mg/L.

2. **Para que especificamente a Petrobras deseja a água dessalinizada, quais as condições da água antes e depois do tratamento, e o volume diário ou vazão de água?**

Não queremos dessalinizar a água produzida. A intenção é descartá-la, após remoção de óleo, atendendo a Resolução CONAMA 393/2007.

**3. A Petrobras irá fornecer água produzida de óleo para que possa ser utilizado em protótipos para testes?**

Sim, é possível.

**4. Como os testes em planta piloto demandam grandes investimentos, existe a possibilidade de usar unidade piloto do Cenpes para teste na fase final?**

A depender da tecnologia a ser desenvolvida, é possível.