

# Valor Econômico Total sobre atividade de abandono de poços

## *Total Economic Value on well abandonment activity*

**Alexander Aldano de França**

**Fernandes** 

Petrobras, Rio de Janeiro-Rio de Janeiro, Brasil.  
E-mail: alexanderaldano@petrobras.com.br

**Gerizaldo Cavalcanti**

**Gomes Maia** 

Petrobras, Natal-Rio Grande do Norte, Brasil.  
E-mail: gerizaldo@petrobras.com.br

**Andre Luis Severino**

**Abrego** 

Petrobras, Rio de Janeiro-Rio de Janeiro, Brasil.  
E-mail: andre.abrego@petrobras.com.br

**Danilo Colombo** 

Petrobras, Rio de Janeiro-Rio de Janeiro, Brasil.  
E-mail: colombo.danilo@petrobras.com.br

### Palavras-chave:

Abandono de poços.  
Sustentabilidade.  
Análise econômica.  
Valor Monetário Esperado.  
Riscos.

### Keywords:

Well abandonment.  
P&A.  
Sustainability.  
Economic analysis.  
Expected Monetary  
Value. Risks.

### Recebido:

07 de novembro de 2025

### Aceito para publicação:

08 de abril de 2026

### Publicado:

04 de abril de 2026

<https://doi.org/10.70369/m5zkvw25>



### RESUMO

O abandono de poços constitui uma etapa crítica dentro do processo de descomissionamento em projetos de exploração e produção de petróleo, refletindo o compromisso da indústria com a sustentabilidade, a proteção ambiental e a responsabilidade social. A execução adequada e no tempo certo do abandono permanente é fundamental para evitar impactos ambientais negativos, como vazamentos de hidrocarbonetos e contaminação de aquíferos subterrâneos, preservando assim ecossistemas marinhos e terrestres. Segundo o Decommissioning Insights Report 2023, da IOGP, campanhas de abandono de poços podem representar de 40% a 60% do orçamento total dos programas de descomissionamento. Este trabalho aplica conceitos consagrados de análise econômica para estimar os impactos da postergação do abandono de poços, por até cinco anos, em relação ao cronograma previsto no Planejamento Estratégico da Petrobras (2025–2029). Para isso, realiza-se uma análise comparativa do Valor Econômico Total (VET) em três cenários de cronograma, considerando cinco parcelas de custo (todas trazidas a valor presente): (i) custos diretos de abandono, (ii) custos regulatórios associados ao não atendimento de compromissos do SGIP, (iii) valor monetário esperado (VME) de eventos de perda de integridade/blowout, (iv) custos de obrigações por descomissionamento (não-COGO) e (v) custos de oportunidade relacionados a projetos de revitalização. A metodologia foi aplicada a uma carteira de 150 intervenções, selecionadas pela disponibilidade das funções de probabilidade de falha de integridade necessárias ao cálculo do VME. Os resultados indicam que o abandono no momento adequado evita um custo significativamente superior ao desembolso financeiro destinado no Planejamento Estratégico. Conclui-se que, além de ambientalmente responsável e uma obrigação do contrato de concessão, o abandono de poços é decisivo para sustentabilidade do negócio de exploração e produção de petróleo.

### ABSTRACT

Well P&A constitutes a critical stage within the decommissioning process in oil exploration and production projects, reflecting the industry's commitment to sustainability, environmental protection, and social responsibility. The correct and timely execution of permanent abandonment is essential to prevent adverse environmental impacts, such as hydrocarbon leaks and contamination of underground aquifers, thereby protecting marine and terrestrial ecosystems. According to the IOGP's Decommissioning Insights Report 2023, well abandonment campaigns can represent 40% to 60% of the total budget for decommissioning programs. Established economic analysis concepts are applied to estimate the impacts of postponing well abandonment for up to five years relative to the schedule set out in Petrobras' Strategic Planning (2025–2029). To this end, a comparative analysis of Total Economic Value (TEV) is performed across three scheduling scenarios, considering five cost components (all discounted to present value): (i) direct abandonment costs, (ii) regulatory costs associated with non-compliance with SGIP commitments, (iii) expected monetary value (EMV) of well integrity loss/blowout events, (iv) decommissioning obligations costs (non-COGO), and (v) opportunity costs related to revitalization projects. The methodology is applied to a portfolio of 150 interventions, selected based on the availability of well integrity failure probability functions required to compute EMV. The results indicate that performing abandonment at the appropriate time avoids costs significantly higher than the financial disbursement allocated in the Strategic Plan. In conclusion, beyond being environmentally responsible and a concession obligation, well abandonment is decisive for the sustainability of the oil exploration and production business.

# 1 INTRODUÇÃO

## Cenário mundial

O abandono de poços na indústria petrolífera representa um dos maiores desafios econômicos e operacionais do setor. Conforme estimativas da *Ocean Conservancy* (2024), foram perfurados cerca de 55 mil poços e construídas cerca de 7 mil plataformas ao longo de 80 anos, apenas na porção estadunidense no Golfo do México. Embora muitas dessas estruturas já tenham sido descomissionadas, em junho de 2023 ainda havia cerca de 500 plataformas e 2.700 poços com descomissionamento pendente, incluindo casos em que a responsabilidade pelo abandono pode estar associada a operadores que deixaram de existir (poços 'órfãos'). O custo médio para descomissionar um poço em águas profundas nessa região é de USD 24MM, e o investimento total para abandono previsto para os próximos anos pode ultrapassar USD 34B. Diante dessa magnitude financeira, torna-se essencial o uso de metodologias analíticas avançadas, que vão além das métricas tradicionais de fluxo de caixa, sendo necessário quantificar o risco regulatório e os riscos associados à degradação da integridade, em caso de postergação da decisão de abandono de poços.

## Importância ambiental

Para além dos aspectos econômicos, o descomissionamento de instalações de exploração e produção de petróleo e gás natural representa um compromisso fundamental com a sustentabilidade ambiental e a responsabilidade socioambiental das empresas. Trata-se de uma etapa essencial do ciclo de vida de projetos petrolíferos que visa a minimizar riscos às pessoas, ao meio ambiente e aos demais usuários das áreas anteriormente ocupadas. No caso específico de abandono de poços, o objetivo central é promover a recuperação ambiental do meio afetado pela intervenção humana, buscando restabelecer, na medida do técnica e ambientalmente viável, suas funções ambientais, ainda que não necessariamente as condições originalmente existentes.

## Arcabouço regulatório

O processo de abandono de poços encontra-se inserido em um arcabouço legal abrangente que estabelece requisitos específicos para atividades de descomissionamento *offshore*. A base normativa é a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), que estabelece os princípios da prevenção e precaução ambiental, exigindo avaliação prévia de impactos ambientais e responsabilização por danos causados ao meio ambiente (Brasil, 1981).

No setor petrolífero, destaca-se o Sistema de Gerenciamento de Integridade de Poços (SGIP), estabelecido pela Resolução ANP nº 46/2016 (ANP, 2016). Esse sistema exige que as operadoras mantenham, ao longo de todo o ciclo de vida do poço, no mínimo dois Conjuntos Solidários de Barreiras (CSB) independentes - primário e secundário - para controle de fluxo não intencional. Essa exigência torna-se particularmente crítica para poços que cessaram a produção e aguardam intervenção de abandono permanente (Brasil, 2016).

Durante o período de abandono temporário, o SGIP determina:

- (i) garantia da preservação da integridade da cabeça do poço para prover retorno seguro às atividades;
- (ii) estabelecimento de programa periódico adequado de inspeção visual no entorno do poço;
- (iii) limitação do abandono temporário não monitorado a prazo máximo de três anos não prorrogáveis, exceto quando estabelecidos CSB permanentes, conforme critérios de abandono definitivo;
- (iv) estabelecimento de programa de monitoramento e verificação baseado em risco previamente ao abandono temporário monitorado.

No intervalo entre a cessação da produção e o abandono definitivo, os elementos dos CSB estão sujeitos à degradação progressiva, causada por fatores como envelhecimento natural, corrosão, deposição de sólidos e variações de pressão e temperatura. Essa deterioração eleva o risco de falhas de integridade e consequentes vazamentos descontrolados para o meio ambiente, exigindo o cumprimento dos programas de monitoramento previstos para o abandono temporário. O descumprimento dessas obrigações, seja pela manutenção inadequada dos CSB, durante o período de espera para abandono, ou pela omissão nos programas de monitoramento de abandono temporário, expõe a operadora às penalidades previstas na Lei nº 9.847/1999. As multas podem variar de R\$ 5 mil a R\$ 50 milhões, dependendo da gravidade da infração e do porte econômico da empresa. A ANP também pode aplicar medidas cautelares, como a suspensão de atividades operacionais, em casos de risco grave e iminente (Brasil, 1999).

Neste contexto, a eventual materialização de riscos de não atendimentos regulatórios, em termos financeiros, demonstra a criticidade da incorporação de custos de não conformidade na análise econômica da carteira.

Além das penalidades legais, a perda de integridade de poços com vazamento ao meio ambiente implica custos adicionais com mitigação de danos, ações de reparação e impactos negativos à reputação da empresa.

A avaliação de alternativas em uma carteira de projetos de abandono de poços exige a adoção do conceito de valor temporal do dinheiro como base para decisões de investimento.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma das métricas mais consolidadas para mensuração de valor econômico. Ele corresponde à diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa esperados e o investimento inicial, descontados a uma taxa que reflita adequadamente o custo de oportunidade do capital e o perfil de risco do projeto (Brealey; Myers; Allen, 2017).

Já o Valor Monetário Esperado (VME) é uma técnica quantitativa de análise de risco amplamente utilizada em gerenciamento de projetos e tomada de decisões sob incerteza. O VME é calculado pela multiplicação da probabilidade de ocorrência de cada cenário possível pelo seu respectivo impacto financeiro trazido a valor presente, somando-se os resultados para obter o valor esperado total.

Essa abordagem permite aos gestores comparar diferentes alternativas considerando riscos e oportunidades, oferecendo uma base objetiva para selecionar a opção que maximize o valor esperado. O VME é particularmente útil em contextos com múltiplos cenários e impactos financeiros conhecidos ou estimáveis, sendo frequentemente aplicado em análises de viabilidade econômica, avaliação de investimentos e estratégias de mitigação de riscos (PMI, 2021).

### Valor Econômico Total

O VET de abandono,  $VET_{ABAN}$ , é uma proposta de aplicação do VPL e VME a projetos de abandono de poço, em função de variações do cronograma. Esse método nos permite a construção de métricas de quantificação abrangente de todos os impactos decorrentes de riscos ao cumprimento do cronograma de referência. Permite, também, incluir todas as parcelas de risco, custos operacionais e, como mencionado anteriormente, considerações regulatórias específicas. O  $VET_{ABAN}$  é representado pela soma das cinco parcelas fundamentais, todas descontadas do valor presente:

- (i)  $VPL_{CDA}$ : custos diretos de abandono;
- (ii)  $VPL_{REG}$ : custos esperados por atrasos indesejáveis, sujeitando a multas por atraso de compromissos regulatórios;
- (iii)  $VME_f$  : Valor monetário esperado decorrente de falhas de integridade;
- (iv)  $VPL_{DESC}$ : custos de não-COGO (Custo Operacional de Gás e Óleo), custo de manutenção de Unidade Estacionária de Produção (UEP) pós-parada de produção;
- (v)  $VPL_{REVIT}$ : custos de oportunidade associados ao atraso de projetos de revitalização, decorrentes do adiamento de projetos de produção que dependem do abandono para liberação/reaproveitamento de equipamentos;

A VET de abandono é, então, descrita pela Equação 1:

$$VET_{ABAN} = VPL_{CDA} + VPL_{REG} + VME_f + VPL_{DESC} + VPL_{REVIT}$$

**Equação 1** - VET de abandono

A abordagem integrada permite quantificar não apenas os custos operacionais diretos, mas também os riscos financeiros e os custos de oportunidade associados às decisões de cronograma, criando um *framework* analítico que suporta decisões estratégicas baseadas em valor econômico total (Jorion, 2007; Trigeorgis, 1996).

## 2 OBJETIVO

Diante dos diversos componentes de custo envolvidos na atividade de abandono de poços, este estudo busca responder à seguinte questão:

**Qual técnica de avaliação financeira, VPL ou VET<sub>ABAN</sub>, é mais eficaz para quantificar o retorno sobre investimento em abandono de poço, considerando que essa atividade não gera receita?**

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o retorno econômico associado ao investimento em abandono de poços, com base nos seguintes objetivos específicos:

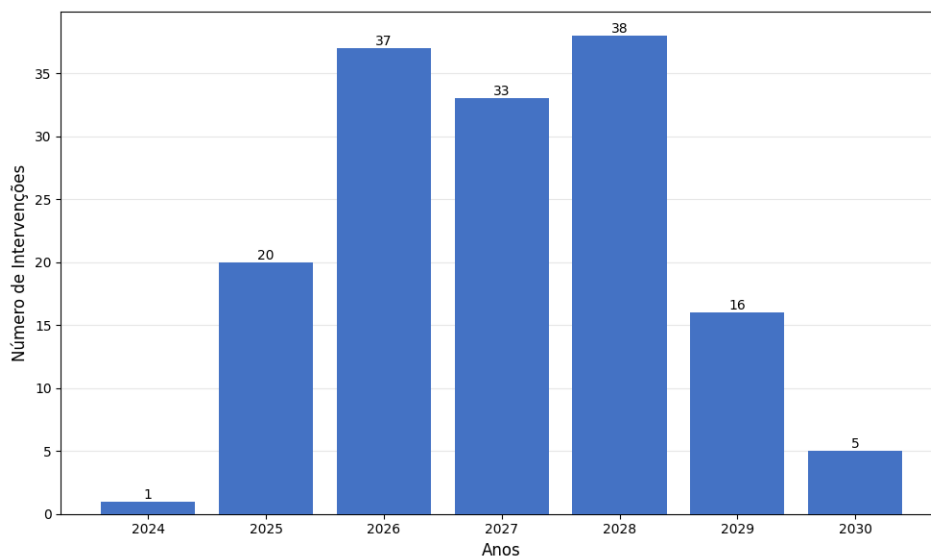
- apresentar os componentes de custos, incluindo elementos não financeiros, que influenciam a decisão de abandono de poços;
- comparar o retorno estimado sobre investimento em abandono de poço, utilizando técnicas consolidadas de gerenciamento de projetos, em três cenários distintos;
- identificar a abordagem mais adequada para mensurar o ganho econômico associado à decisão de abandono.

## 3 METODOLOGIA

Este estudo realiza uma análise comparativa do VET de abandonos entre 3 cenários, considerando as cinco parcelas que compõem o VET, todas trazidas a valor presente. A metodologia é aplicada a uma carteira de 150 intervenções de abandono de poços.

A seleção dos poços fundamenta-se na disponibilidade de funções de probabilidade acumulada de falhas de integridade,  $P_i(t)$ , necessárias para o cálculo do VME associado a eventos de falha.

**Figura 1** – Distribuição anual de abandonos dos 150 poços do estudo

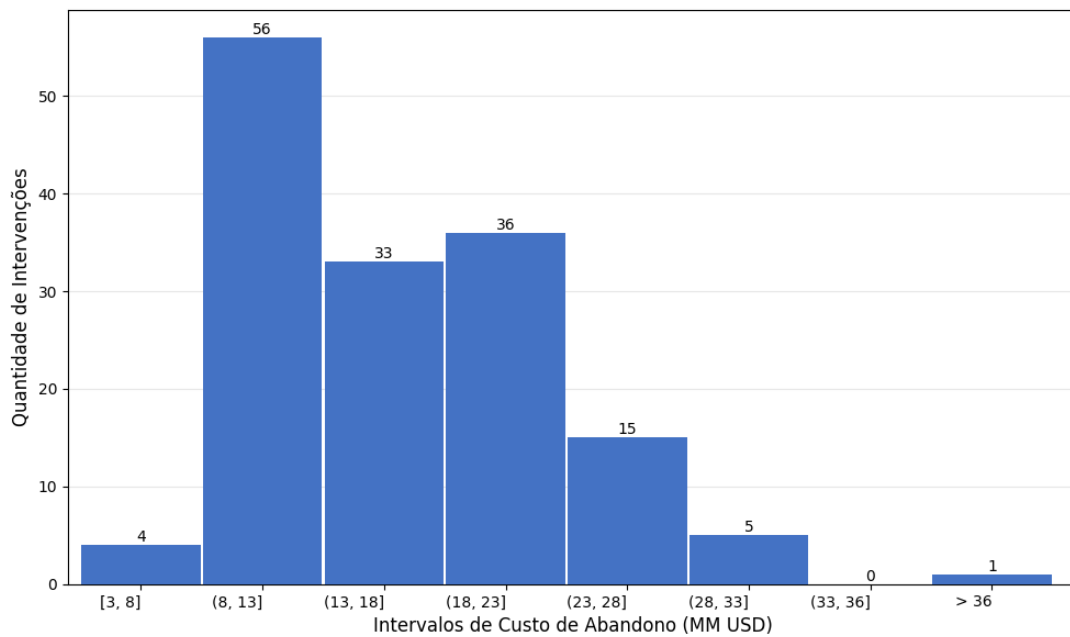


Fonte: O próprio autor, 2025.

A amostra utilizada integra o Plano de Negócios 2025-2029 da Petrobras e é composta exclusivamente de poços marítimos equipados com árvore de natal molhada (ANM).

A Figura 1 apresenta a distribuição anual das intervenções previstas, enquanto a Figura 2 mostra a distribuição de frequência dos custos de abandono, conforme orçamento do Plano Estratégico.

**Figura 2** - Distribuição de frequência do custo de abandono para 150 poços



Fonte: O próprio autor, 2025.

### 3.1 Custos diretos de abandono

A primeira parcela do  $VET_{ABAN}$  é o custo direto de abandono, que envolve todas as atividades decorrentes de abandono, desde os custos com equipamentos de sondagem, materiais e serviços associados, logística para movimentação de pessoas e cargas, serviços submarinos, entre outros. Importante destacar que em uma avaliação econômica convencional de uma carteira de abandonos, apenas esses custos diretos são avaliados a valor presente, pois representam o dinheiro que efetivamente sai do caixa da empresa e aparecem no balanço contábil, o que poderia justificar a decisão de postergação do investimento de abandonos pela redução do valor presente.

Para obtenção dos custos diretos de abandono serão utilizados os valores orçados pelo Plano de Negócios 2025-2029, para cada uma das 150 intervenções avaliadas, trazidos a valor presente para a data de referência (08/08/2024), com a utilização da equação para cálculo do VPL para custos.

$$VPL_{CDA} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{-CA_i}{(1+r)^{t_i}} \right)$$

**Equação 2** - VPL para custos diretos de abandono

Onde:

- $VPL_{CDA}$  – Custo da atividade de abandonar poços, trazido a valor presente. Como não há entrada de caixa proveniente de projetos de abandono, o valor é exclusivamente negativo.
- CA – Custo direto de cada intervenção de abandono. Valor negativo em razão de gasto, e não receita.
- r – Custo ponderado de capital atual utilizado na Petrobras, convertido em taxa diária.
- t – Número de dias, a partir da data de referência, para início de cada intervenção de abandono
- n – Número de intervenções avaliadas. Nesse estudo serão 150 poços.

### 3.2 Custo de obrigações do SGIP

O segundo custo é aquele decorrente da aplicação de multas recebidas pelo descumprimento do limite de 3 anos para um abandono temporário não monitorado, conforme determina a resolução ANP nº 46/2016 (ANP, 2016). Devido à quantidade de poços abandonados temporariamente sob gestão da empresa, e da existência de restrições para a antecipação de abandono, como por exemplo restrições de mercado na contratação de equipamentos (sondas de intervenção, equipamentos e serviços de poço), eventualmente as intervenções podem vir a ser planejadas para realização após a data-limite estabelecida. Nesses casos, além do descumprimento do prazo máximo para abandono temporário não monitorado, a complexidade operacional para manter/implementar o monitoramento exigido (inspeções periódicas e programa de monitoramento e verificação baseado em risco) aumenta a probabilidade de não conformidade, elevando o risco de aplicação de multas regulatórias, cujo valor presente deve ser incluído no cálculo do VET da intervenção. Para o impacto decorrente do risco de não atendimento regulatório, este trabalho considerará que o valor do teto da multa por atraso de compromisso regulatório (Nota Técnica nº 191/SSM/2017), no valor de R\$ 2MM (dois milhões de reais) por evento de atraso de atendimento de compromisso de integridade, e esse valor será reincidente a cada mês completo, por cada poço, desde o seu vencimento até a data planejada para intervenção (ANP, 2017). Dessa forma, a equação que representa esse custo pode ser escrita na forma:

$$VPL_{REG} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m \frac{M}{(1+r)^{(t_i+30j)}}$$

**Equação 3** - Custo regulatório da carteira

Onde:

- $n$  – Número de poços da carteira de abandono com data de compromisso de integridade anterior à data planejada de intervenção;
- $m$  – Cada poço do índice  $i$  representa a quantidade de meses completos entre a data de compromisso de integridade até a data planejada de intervenção;
- $M$  – Multa por atraso de atendimento de compromisso de integridade, com valor constante e igual a R\$ 2MM;
- $t_i$  – Cada poço do índice  $i$  representa o número de dias da data de referência até a data de vencimento do compromisso de integridade;
- $r$  – Custo ponderado de capital da Petrobras, em taxa diária.

### 3.3 Custos de perda de integridade

O terceiro custo é aquele decorrente do risco de perda de integridade dos poços abandonados temporariamente. Como mencionado anteriormente, o SGIP obriga a manutenção de dois conjuntos solidários de barreiras (CSBs) em todas as fases da vida do poço, e a perda de um dos CSBs obriga a priorização da intervenção antes da ocorrência de potencial vazamento de hidrocarbonetos para o meio ambiente, caso o segundo CSB também venha a falhar. Para o cálculo deste risco de eventos de falha de integridade foi utilizada uma análise probabilística de riscos por meio de modelos de risco operacional quantitativo, especificamente desenvolvidos para a fase operacional de poços, que consideram as condições reais e históricas dos elementos de barreira no momento da avaliação ( $t=t$ ), em vez de projeções de longo prazo baseadas em condições médias ( $t=0$ ) (Oliveira; Domingues; Colombo, 2022). Esse modelo operacional incorpora o histórico conhecido dos elementos de barreira desde sua instalação, incluindo falhas ocorridas, reparos realizados, substituições executadas e idades atuais dos componentes, permitindo cálculo preciso do risco instantâneo de vazamento descontrolado e estimativas confiáveis da evolução futura desse risco. O modelo utiliza indicadores de risco específicos, incluindo a frequência instantânea de vazamento descontrolado e o Risco Acumulativo Incremental (ICR), adaptado do setor nuclear, que quantifica o risco adicional acumulado durante períodos de operação com elementos de barreira degradados ou falhados. Esse modelo permite avaliar cenários operacionais específicos, como o impacto de falhas de elementos individuais (por exemplo, válvula de segurança de subsuperfície - DHSV), determinar períodos de carência para intervenções corretivas baseados em critérios de risco tolerável, e comparar estratégias de manutenção considerando que operações de *workover* também introduzem riscos adicionais que devem ser ponderados contra os benefícios da restauração da integridade dos elementos de barreira.

A probabilidade da ocorrência de perda de integridade (falha de um dos CSBs na data planejada de intervenção), multiplicada pelo custo da intervenção, somada à probabilidade *blowout* (falha de dois CSBs com vazamento para o meio ambiente, na data planejada de intervenção), multiplicada pelos custos associados à mitigação desse evento e custos de perda

de imagem, ambos trazidos a valor presente, compõem o Valor Monetário Esperado (VME) de perda de integridade.

Os custos foram então calculados e somados para os 150 poços do estudo, dessa forma, a equação que representa esse custo pode ser definida em:

$$VME_f = \sum_{i=1}^n$$

**Equação 4** - VME para eventos de perda de integridade

Onde:

- $n$  – Número de poços do estudo, constante igual a 150;
- $t_i$  – Duração, em dias, desde a data de referência até a data planejada de intervenção do poço do índice  $i$ .
- $P_{f_i}(t_i)$  – Cada poço do índice  $i$  representa a probabilidade de falha de um dos CSBs na data planejada de intervenção;
- $P_{BO_i}(t_i)$  – Cada poço do índice  $i$  representa a probabilidade de *blowout* na data planejada para intervenção;
- $I_{INT}$  – Impacto da perda de integridade de um dos CSBs do poço, igual ao custo médio de intervenção, no valor de USD 20MM.
- $I_{BO}$  – Impacto estimado da mitigação de um *blowout*, associado à perda de imagem da companhia, com valor estimado em USD 2B.
- $r$  – Custo ponderado de capital da Petrobras, em taxa diária.

### 3.4 Custo de obrigações por descomissionamento

Mesmo após interrompida a produção dos poços designados para abandono permanente vinculados a uma unidade estacionária de produção (UEP), essa não pode ser imediatamente descomissionada, pois é necessária a limpeza dos dutos que interligam a UEP aos poços, seguido da confirmação de dupla barreira contra o fluxo de fluidos. Essa atividade, em alguns casos, somente é possível com uso de sonda de intervenção, durante a etapa de abandono de poços. Dessa forma, mesmo sem haver produção, a UEP ainda registra um custo operacional diário, conhecido como custo de não-COGO, desde o tempo de encerramento da produção (*Time of cease of production – TCOP*) até a data da intervenção do último poço impeditivo vinculado à plataforma.

Embora o custo decorrente de obrigações por descomissionamento esteja associado ao intervalo de tempo entre o TCOP e o marco de descomissionamento da UEP (conclusão do abandono do último poço vinculado à plataforma), as atividades predecessoras (por exemplo, limpeza de dutos e testes/confirmação de barreiras) podem ser executadas antes das intervenções de abandono e, por isso, não necessariamente coincidem com a data de

intervenção do poço. Entretanto, a antecipação excessiva dessas atividades pode implicar antecipação do TCOP, ampliando o período de custo não-COGO. Assim, as intervenções são programadas de forma a equilibrar esse trade-off e, principalmente, atender às datas-limite estabelecidas. Para o caso base, assume-se que o custo de obrigação por descomissionamento já está contemplado no projeto de descomissionamento quando a data-limite de descomissionamento é atendida, não havendo impacto financeiro adicional. Dessa forma, a contabilização incremental de não-COGO é aplicada apenas às intervenções que possuam registro de data-limite para descomissionamento e somente quando essa data-limite for anterior à data prevista para a intervenção. Será considerado como custo de não COGO um valor de USD 5,5MM/mês, convertido em taxa diária e trazido a valor presente, baseado em um valor representativo de custo de plataformas em processo de descomissionamento. Dessa forma, a equação que representa esse custo pode ser escrita na forma:

$$VPL_{DESC} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{-C_{NC}}{(1+r)^{(t_i+j-1)}}$$

**Equação 5** - Custo de obrigações por descomissionamento

Onde:

- $n$  – Número de poços com registro de data limite de descomissionamento anterior à data de intervenção;
- $m$  – Cada intervenção do índice  $i$  corresponde ao número de dias de atraso de descomissionamento, igual à data de intervenção menos a data limite de descomissionamento;
- $t_i$  – Duração, em dias, desde a data de referência até a data planejada de intervenção do poço do índice  $i$ ;
- $C_{NC}$  – Custo de não COGO, em base diária;
- $r$  – Custo ponderado de capital da Petrobras, em taxa diária.

### 3.5 Custos de oportunidade de projetos de revitalização

Existem projetos de revitalização de campos maduros que, entre outras medidas para diminuir os investimentos, buscam reutilizar equipamentos aproveitados de poços em processo de abandono permanente. Dessa forma, o atraso no abandono do poço associado ao projeto de revitalização para além de uma data limite resulta em um custo de oportunidade correspondente ao adiamento na curva de produção de óleo do novo poço produtor.

O custo de oportunidade de projetos de revitalização é aplicável para poços com data limite de projeto relacionado, que são os projetos de produção os quais demandam o reaproveitamento de parte dos equipamentos do poço a ser abandonado. Caso seja ultrapassada a data limite, haverá um adiamento na produção de hidrocarbonetos do novo poço. Para cálculo do impacto financeiro desse atraso consideraremos que o poço produtor relacionado à intervenção de

abandono iniciará a produção um ano após finalizada a intervenção e terá uma produção estimada em 1000 bbl/d, sendo adotado o valor do *brent* de referência para a perda de receita diária, trazida a valor presente. Dessa forma, o custo de oportunidade de projetos de revitalização pode ser expresso por:

$$VPL_{REVIT} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{(P_{OLEO} \times C_{OLEO})}{(1+r)^{(t_i-j+365)}}$$

**Equação 6** - Custo de oportunidade de revitalização de campo produtor

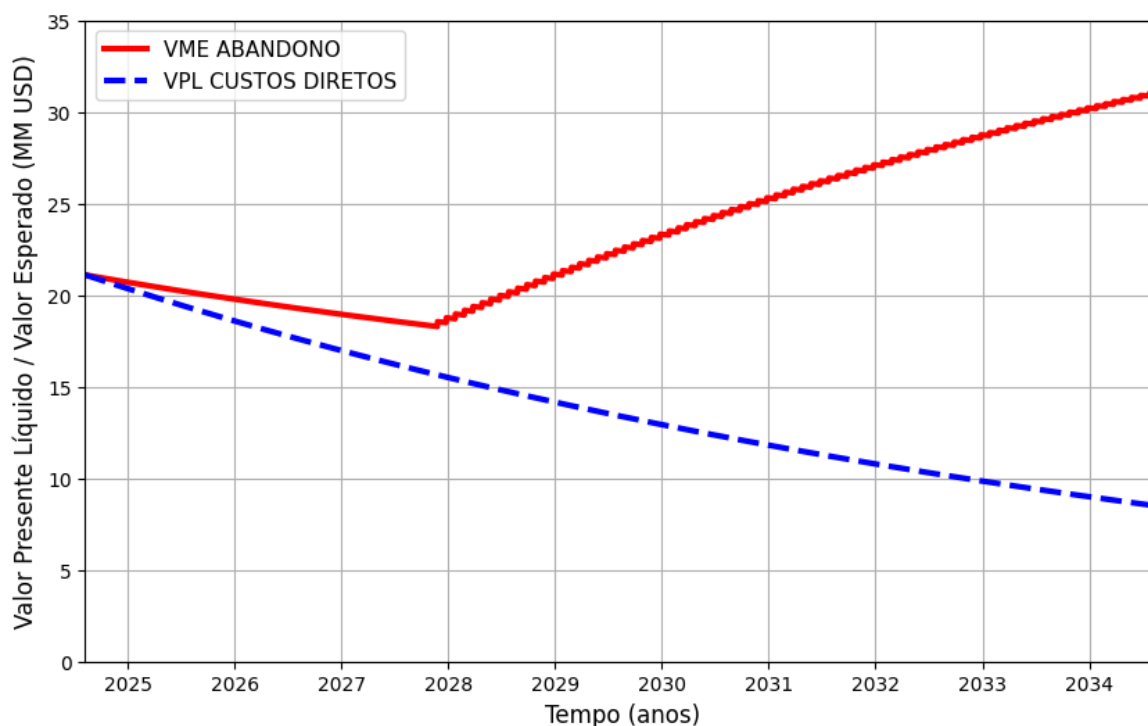
Onde:

- $n$  – Número de poços com registro de data limite de projeto relacionado anterior à data de intervenção;
- $m$  – Cada intervenção do índice  $i$  corresponde ao número de dias de atraso de descomissionamento, igual à data de intervenção menos a data limite projeto relacionado;
- $t_i$  – Tempo decorrido, em dias, desde a data de referência até a data planejada de intervenção do poço do índice  $i$ ;
- $P_{OLEO}$  – Produção postergada de óleo equivalente do poço de projeto relacionado ao projeto de abandono. Para o presente estudo adotaremos uma produção equivalente a 1.000 bbl/d;
- $C_{OLEO}$  – Custo de óleo do Brent de referência, em USD/bbl;
- $r$  – Custo ponderado de capital da Petrobras, em taxa diária.

### 3.6 VET de abandono

Ao somar os componentes da VET de abandono, conforme definido na Equação 1, para um poço da amostra obtemos como resultado um elevado VET de abandono para hipótese de realização da intervenção em curto prazo, decorrente da influência predominante da componente do custo direto de abandono ( $VPL_{CDA}$ ). Ao se postergar a realização da intervenção percebe-se uma diminuição do VET de abandono até o ponto em que a influência das demais componentes (principalmente aquelas decorrentes de multas por não atendimentos de compromissos regulatórios e incremento do risco de perda de integridade ou *blowout*) acabam superando o benefício a valor presente da postergação da realização do custo de abandono, conforme ilustrado na Figura 3.

**Figura 3** - Comparativo entre VPL dos custos diretos versus VET de abandono para diferentes datas de intervenção de um dos poços do estudo



Fonte: O próprio autor, 2025.

#### 4 PAPÉIS E RESPONSABILIDADES DOS AUTORES

AAFF	Conceituação
GCGM	Modelagem de impactos e consolidação de dados
DC	Modelagem de risco de integridade
ALSA	Modelagem de risco de integridade

#### 5 RESULTADOS

Apresentaremos, nesta seção, os resultados para aplicação da Equação 1 - VET de abandono para os 150 poços objetos do estudo, divididos em um caso base e três cenários de comparação com o caso base:

- Caso base – Distribuição temporal das intervenções de abandono dos 150 poços do Planejamento Estratégico 2025-2029, conforme apresentado na Figura 1. Os ganhos/perdas potenciais dos demais cenários serão calculados comparando com valores desse caso base;
- Cenário 1 – Postergação do início de todas as intervenções do caso base em 1 ano;
- Cenário 2 – Este é um cenário extremo no qual a empresa decidiria não executar nenhum dos abandonos previstos no horizonte temporal do Planejamento Estratégico 2025-2029. Nesse cenário, todas as intervenções são postergadas em 5 anos em relação às datas das intervenções do caso base.

O Cenário 2 é de particular interesse deste estudo pois representa a hipótese que se aproxima da decisão por não abandonar poços no horizonte de planejamento estratégico de 5 anos.

Para comparação entre cenários utilizamos como medida o retorno sobre investimento de abandono (RA), definido pela diferença do VET entre cenários distintos, sobre o  $VPL_{CDA}$  do cenário objeto de comparação, conforme Equação 7.

$$RA = \frac{\Delta VET}{VPL_{CDA}}$$

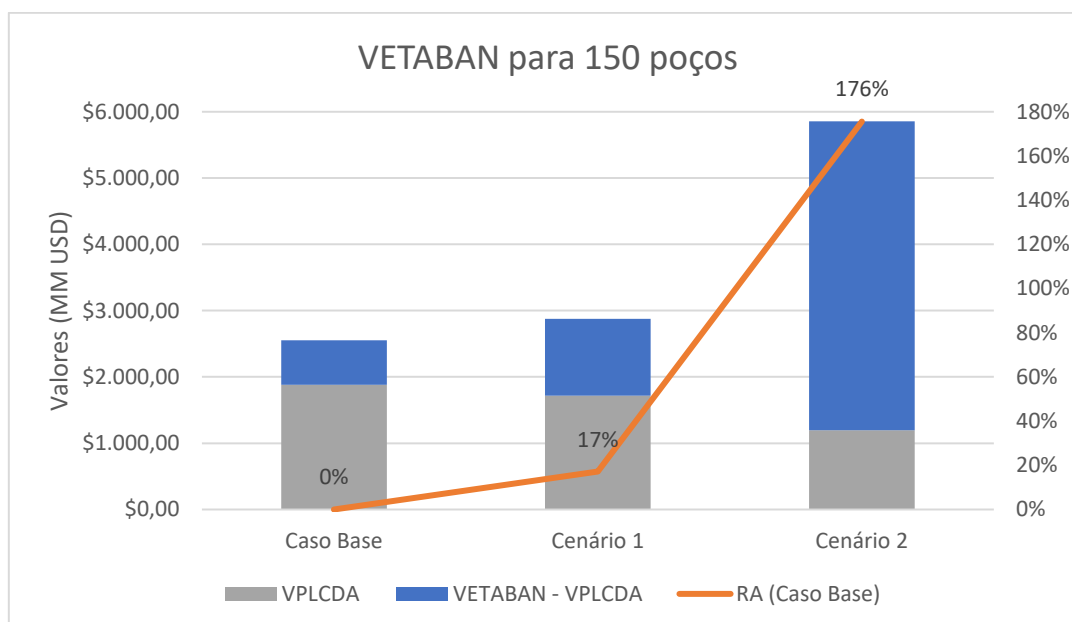
**Equação 7** - Retorno sobre investimento de abandono

O resultado do VPL de custos diretos de abandono, VET de abandonos e RA de comparação com o caso base estão sumarizados na Tabela 1, e representados graficamente na Figura 4. Dessa forma, chegamos à interpretação de que a decisão por abandonar poços (Caso Base) é economicamente acertada, pois evita custos potenciais equivalentes a 177% do custo direto do abandono, quando comparado com o Cenário 2.

**Tabela 1** - Comparativo de VPL de custos de abandono x VET de abandono em diferentes cenários.

	VET <sub>ABAN</sub>	VPL <sub>CDA</sub>	VET <sub>ABAN</sub> - VPL <sub>CDA</sub>	RA (Caso Base)
<b>Caso Base</b>	2553	Erro:508	Erro:508	
<b>Cenário 1</b>	Erro:508	Erro:508	Erro:508	E
<b>Cenário 2</b>	Erro:508	Erro:508	Erro:508	E

**Figura 4** – Representação gráfica do comparativo entre cenários



Apesar da redução do VPL de abandono em USD 169 M no Cenário 1, percebe-se que, quando comparado o VET de abandono, essa redução é superada pela soma dos riscos de integridade e de *blowout*, risco regulatório e demais componentes do VET de abandono, resultando em um aumento, quando comparado com o caso base, de USD 326 M. Essa diferença é o valor economizado pela empresa ao decidir pela não postergação das intervenções de abandono e que, quando comparado com o valor efetivamente dispendido a valor presente (VPL do custo de abandono) resulta em um RA de 17%.

Já para o Cenário 2, quando comparado com o caso base, o RA aumenta para 176% do VPL do custo de abandono decorrente, em linha com o comportamento ilustrado na Figura 3. Após o ponto de inflexão, a postergação passa a elevar o VET, pois as parcelas associadas a multas regulatórias e ao aumento do risco de perda de integridade/*blowout* superam o benefício do desconto a valor presente do custo direto. Esse resultado evidencia o retorno positivo para o caixa da empresa pela mitigação de custos que, nesse cenário, tenderiam a se materializar, como multas por atraso regulatório, intervenções associadas à perda de integridade com potencial impacto ambiental, postergação do descomissionamento de UEPs (não-COGO) e custos de oportunidade por atraso de projetos de revitalização relacionados.

## 6 CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia do Valor Econômico Total (VET) de abandono demonstrou que a abordagem tradicional de avaliação econômica, baseada exclusivamente no Valor Presente Líquido (VPL) dos custos diretos, é insuficiente para a tomada de decisão estratégica em projetos de abandono de poços.

Os resultados obtidos para a carteira de 150 poços evidenciam que:

- a) Viabilidade econômica do abandono: A decisão por executar os abandonos conforme cronograma planejado é economicamente superior às alternativas de postergação, evitando custos potenciais equivalentes a 177% do custo direto de abandono quando comparado ao de postergação de 5 anos;
- b) Impacto da postergação: A postergação de apenas 1 ano resulta em retorno sobre investimento de abandono de 17%, demonstrando que mesmo atrasos menores geram custos significativos não capturados pela análise tradicional;
- c) Otimização ambientalmente responsável: A incorporação do componente de risco de perda de integridade no VET promove priorização de poços com maior risco ambiental e compromissos regulatórios mais restritivos, alinhando decisões econômicas com responsabilidade socioambiental;
- d) Aplicabilidade do VET (planejamento e priorização): O VET de abandono oferece um *framework* para comparar alternativas de cronograma incorporando, além dos custos diretos, riscos operacionais, obrigações regulatórias e custos de oportunidade. Embora este estudo tenha avaliado o efeito da postergação por meio de cenários agregados de

carteira, o método pode ser estendido para apoiar a priorização e o refinamento do cronograma em nível de poço, inclusive considerando ganhos operacionais de campanha (por exemplo, clusterização de ferramentas submarinas e outras eficiências logísticas) e a flexibilidade de reprogramação dentro de janelas curtas, que podem mitigar impactos associados a atrasos limitados;

- e) Superioridade metodológica: O VET de abandono oferece um *framework* para comparar alternativas de cronograma incorporando, além dos custos diretos, riscos operacionais, obrigações regulatórias e custos de oportunidade. Embora este estudo tenha avaliado o efeito da postergação por meio de cenários agregados de carteira, o método pode ser estendido para apoiar a priorização e o refinamento do cronograma em nível de poço, incorporando também ganhos operacionais de campanha — por exemplo, a clusterização de ferramentas submarinas e outras eficiências logísticas — que resultem em redução no prazo de execução das intervenções. Esses ganhos, por não terem sido modelados explicitamente neste trabalho, constituem uma oportunidade de aprimoramento para análises futuras, sem comprometer a contribuição principal do VET como métrica integrada para comparação de alternativas.

Conclui-se que a avaliação sob a perspectiva do VET reforça a importância de se evitar a postergação de abandonos sempre que possível, ao incorporar na análise econômica os riscos de integridade, potenciais impactos ambientais e obrigações regulatórias. Ressalta-se, contudo, que os resultados dependem de premissas simplificadas — em especial na representação dos custos de oportunidade em projetos de revitalização (p.ex., produtividade do poço produtor relacionado) e do componente de não-COGO (janelas reais das etapas dependentes de UEP) — e que uma modelagem mais detalhada pode alterar a magnitude dessas parcelas, conseqüentemente, a discrepância observada em relação à análise baseada apenas no VPL, podendo reduzi-la ou ampliá-la. Por fim, reconhece-se que decisões de cronograma e de priorização no Planejamento Estratégico são condicionadas por restrições de recursos, de caixa e de financiabilidade, que podem limitar a execução no instante economicamente ótimo indicado pelo VET.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma vez que, demonstrado que o  $VET_{ABAN}$  é uma medida importante para avaliar alternativas de carteiras de abandonos de poços, os autores sugerem:

Ampliar o estudo para contemplar todos os poços da carteira de abandonos da Petrobras, incorporando a análise quantitativa de riscos no cálculo do  $VET_{ABAN}$ ;

Utilizar o  $VET_{ABAN}$  para determinar, para cada poço, o instante de intervenção que minimiza o valor econômico total (menor  $VET_{ABAN}$ ) e, a partir desses resultados, otimizar a alocação temporal e de recursos da carteira, visando a minimizar o  $VET_{ABAN}$  global. Recomenda-se que

essa otimização incorpore explicitamente efeitos de campanha e de sequenciamento, por meio da modelagem de modos operacionais alternativos (por exemplo, com e sem clusterização geográfica e clusterização de serviços submarinos) e da consideração explícita, no sequenciamento da sonda, de intervenções de construção de poços intercaladas às intervenções de abandono, capturando impactos de eficiência e mobilização no tempo e no custo das intervenções.

Obter, para cada poço, o custo de mitigação dos efeitos decorrentes de dano ambiental, a depender de parâmetros como localização e sensibilidade ambiental da locação;

Obter, para cada conjunto de poços vinculados a uma UEP, o custo de não-COGO, de modo a discretizar o impacto do atraso dos projetos de descomissionamento;

Atualizar, onde aplicável, o custo de oportunidade de projetos de revitalização, obtendo o volume de óleo de cada poço, postergado em função de atrasos nos abandonos de poços de projetos relacionados.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ANP. **Nota Técnica nº 191/SSM/2017**. Rio de Janeiro: ANP, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/aceso-a-informacao/processos-sancionadores/notas-tecnicas/nota-tecnica-ssm-191-2017.pdf>. Acesso em: 24 out. 2025.

ANP. **Resolução ANP nº 46/2016, Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços**. Brasília: ANP, 2016.

ANP. **Resolução ANP nº 817, de 24 de abril de 2020**. Dispõe sobre o descomissionamento de instalações de exploração e de produção de petróleo e gás natural. Brasília: ANP, 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: Presidência da República, 1981.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília: Presidência da República, 1998.

BRASIL. **Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999.** Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis. Brasília: Presidência da República, 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, 2010.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C.; ALLEN, Franklin. **Principles of Corporate Finance.** 12th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre licenciamento ambiental. Brasília: MMA, 1997.

IMO. **Guidelines and Standards for the Removal of Offshore Installations and Structures on the Continental Shelf and in the Exclusive Economic Zone. Resolution A.672(16).** Londres: IMO, 1989.

IMO. **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78).** Londres: IMO, 1973.

JORION, Philippe. **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk.** 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

OCEAN CONSERVANCY. **Protecting the Ocean and Taxpayers by Strengthening Standards for Offshore Oil and Gas Decommissioning.** Washington: Ocean Conservancy. Disponível em: <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2024/09/Decommissioning-Report-Final.pdf>. Acesso em: 24 out. 2025.

OLIVEIRA, Luiz Fernando; DOMINGUES, Joaquim; COLOMBO, Danilo. Well Integrity in the Production Phase - Application of a New Quantitative Operational Risk Model. *In*: SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION, 2022, Houston. **Proceedings** [...]. Houston: Society of Petroleum Engineers, 2022. SPE-210314-MS.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: ONU, 2015.

PETROBRAS. **Manual de Indicadores de Desempenho Operacional.** Rio de Janeiro: Petrobras, 2023.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. 7th ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2021.

STEWART, G. Bennett. **The Quest for Value: A Guide for Senior Managers**. New York: HarperBusiness, 1991.

TRIGEORGIS, Lenos. **Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. Cambridge: MIT Press, 1996.