CONGRESSO PETROBRAS DE SMS E CLIMA 2021

# *Implantação de um Sistema de Alerta de Chuvas para as Faixas de Dutos do Litoral de SP Baseado em Risco*

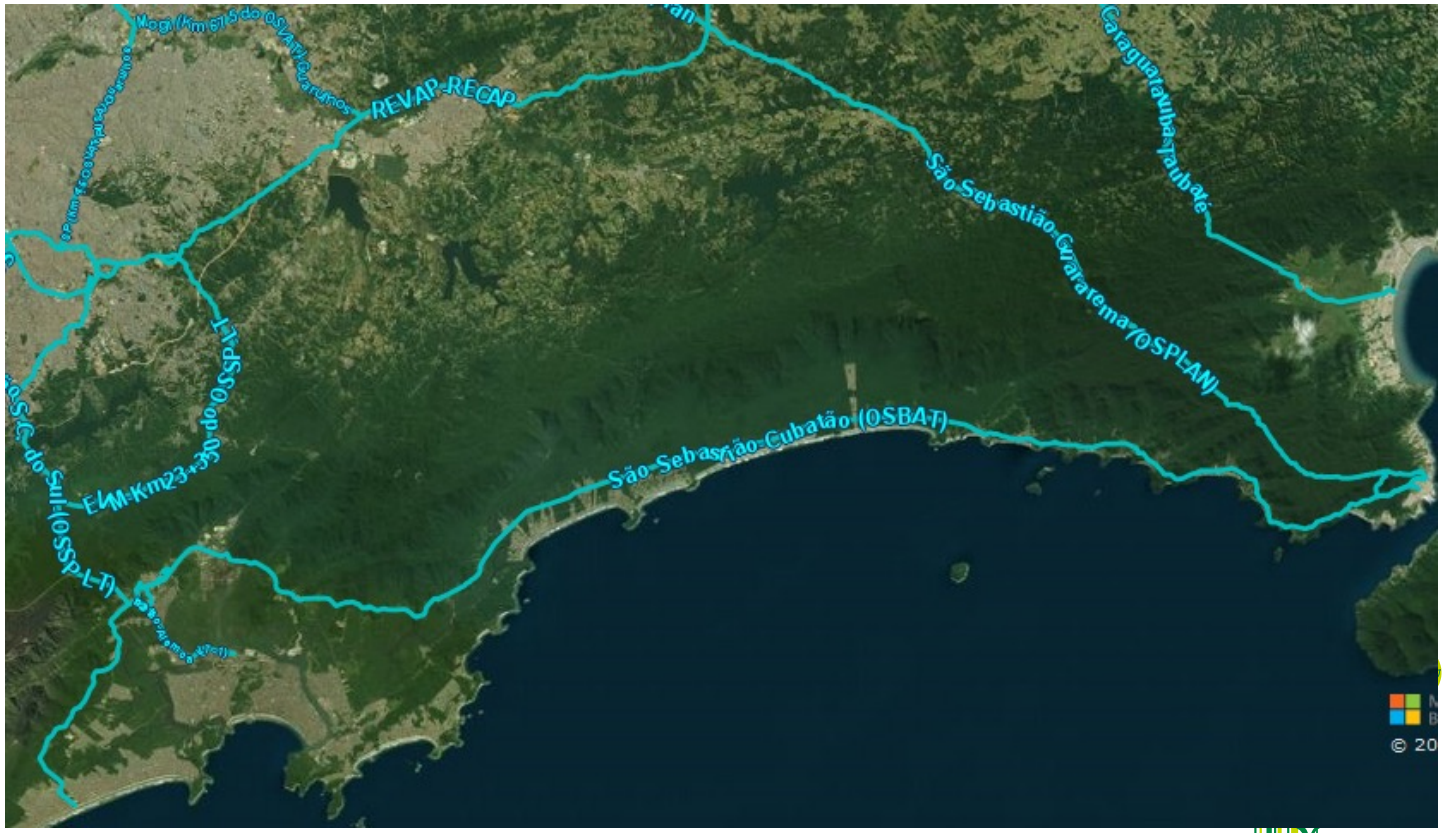
Área: TP/DDT/DTSSPCO/UN-SPPCO/DTFSP/MNFL

Data:25/10/2021

# Risco causado por chuvas para as faixas de dutos no litoral

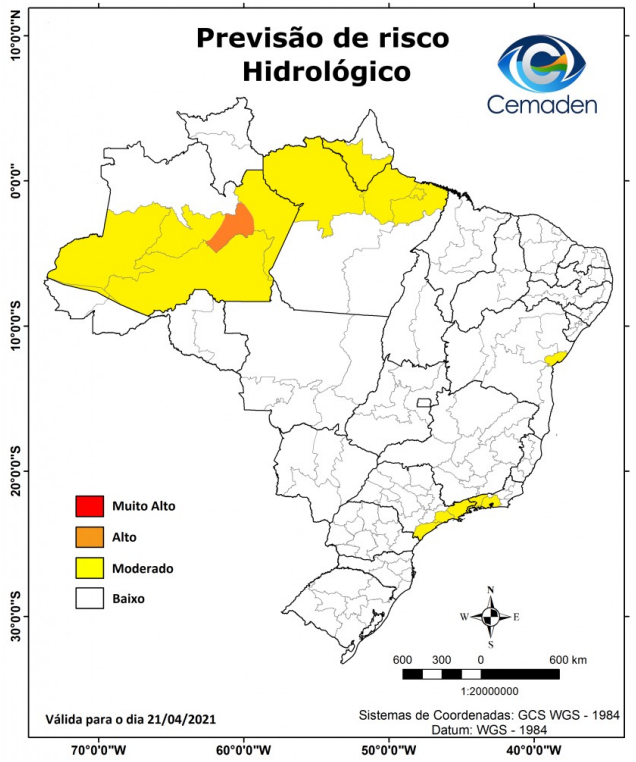
As faixas de dutos do litoral de São Paulo cruzam a Serra do Mar, delineamento geológico-geotécnico responsável pela ocorrência de diversos escorregamentos de encosta, principalmente durante os períodos chuvosos. As faixas de dutos do litoral OSBAT e OSPLAN são as principais afetadas por estas ocorrências. Isto se deve a sua longa extensão cruzando trechos de serra.

Nery (2011)



# Risco causado por chuvas para as faixas de dutos no litoral

Devido ao aumento do risco para os dutos da regional, principalmente para as faixas OSBAT e OSPLAN, realiza-se um monitoramento realizado no mínimo 2 vezes por semana da alturas de precipitação acumuladas em 72h por meio dos dados de pluviômetros próprios e do CEMADEN. Este monitoramento visa adotar ações de resposta frente ao aumento do risco geotécnico das faixas causado pelo aumento dos volumes precipitados. As ações de resposta são definidas com base numa matriz que relaciona volume de chuva acumulados de 72h e uma avaliação da pluviosidade dos últimos 10 dias antes do aumento dos acumulados.




## ACUMULADOS DE PRECIPITAÇÕES ÚLTIMAS 72H

**Até 50 mm**

- GASCAR (São José dos Campos e Guararema)
- GASCAR, OSPLAN (Atibaia, Campinas)
- GASTAU (Paraibuna, Santa Branca)
- OSBAT (Cubatão)
- MERLUZA (São Vicente)

**Entre 50 e 120 mm**

- OSSP (São Paulo)

**> 120 mm**

- OSBAT (São Sebastião e Bertioga)
- OSPLAN (São Sebastião, Salesópolis, Guararema)

# Matriz antiga de resposta frente ao aumento do risco de chuva

A Antiga matriz de risco de tomada de ações e resposta para mitigação de risco e inspeções causada por chuva era fundamentada em trabalhos antigos da literatura técnica de observações de escorregamentos na Serra do Mar.

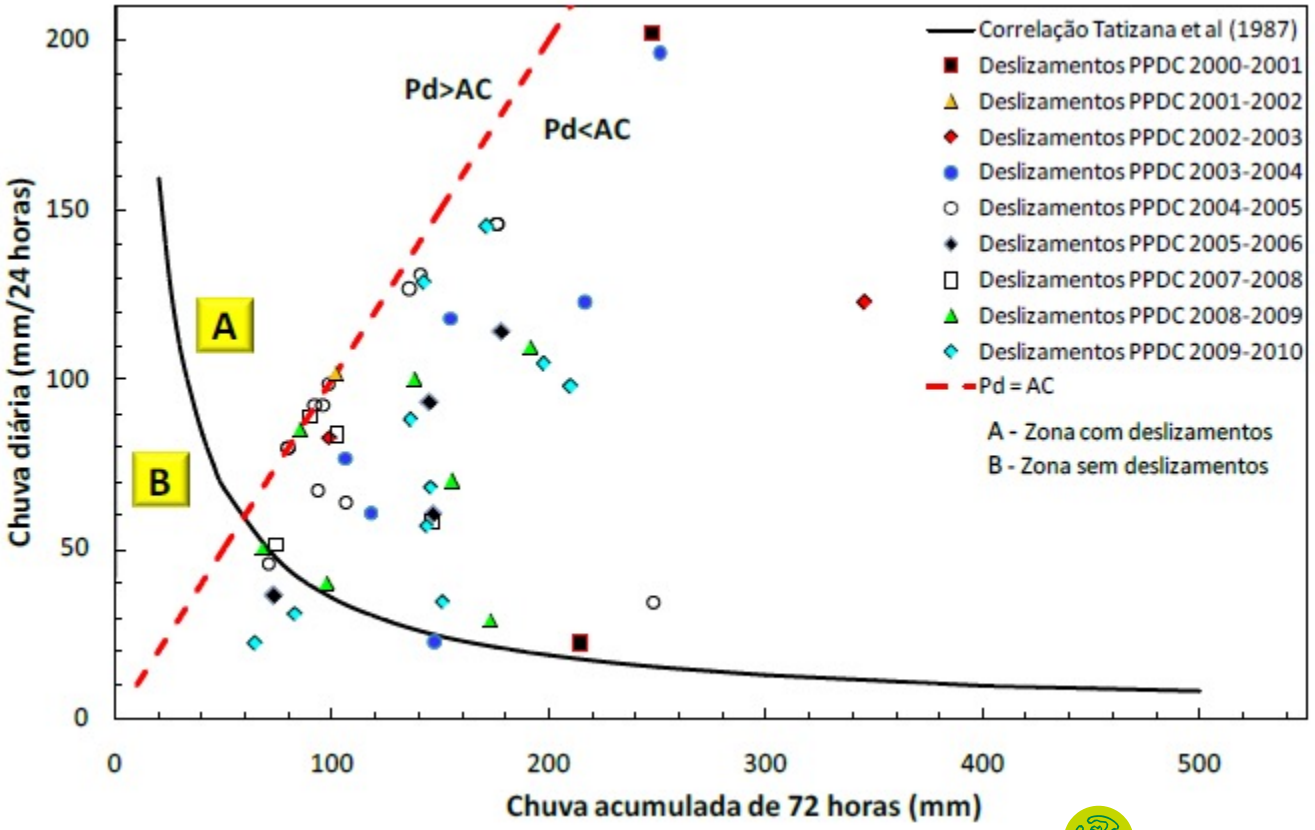
| | | Limites de chuvas | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chuva e aumento de umidade consistente nos pultimos 10 dias | | | | Evento chuvoso de acúmulo praticamente imediato | | | |
| | | >220mm/72h | >170mm/72h | >120mm/72h | <120mm/72h | >220mm/72h | >170mm/72h | >120mm/72h | <120mm/72h |
| suscetibilidade | ALTA | parar operação do duto, ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestres e aéreas | parar operação do duto, ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre e aérea | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre | sem ações | parar operação do duto, ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre e aérea | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre | Sem ações |
| | MODERADA | parar operação do duto, ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre e aérea | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre e aérea | Sem ações | sem ações | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestres e aérea | ler intrumentos de zonas afetadas, inspeções terrestre. | Sem ações | Sem ações |
| | BAIXA | Sem ações | Sem ações | Sem ações | Sem ações | Sem ações | Sem ações | Sem ações | Sem ações |

# Matriz antiga de resposta frente ao aumento do risco de chuva

Os trabalhos nos quais a matriz era fundamentada eram validados e amplamente adotados pela comunidade de engenheiros geotécnicos. Contudo, seus resultados eram orientados para taludes com ocupações humanas, com o objetivo de evacuar a população que ocupa encostas de forma irregular e que aumenta o risco consideravelmente devido à atividade antrópica nestes locais.

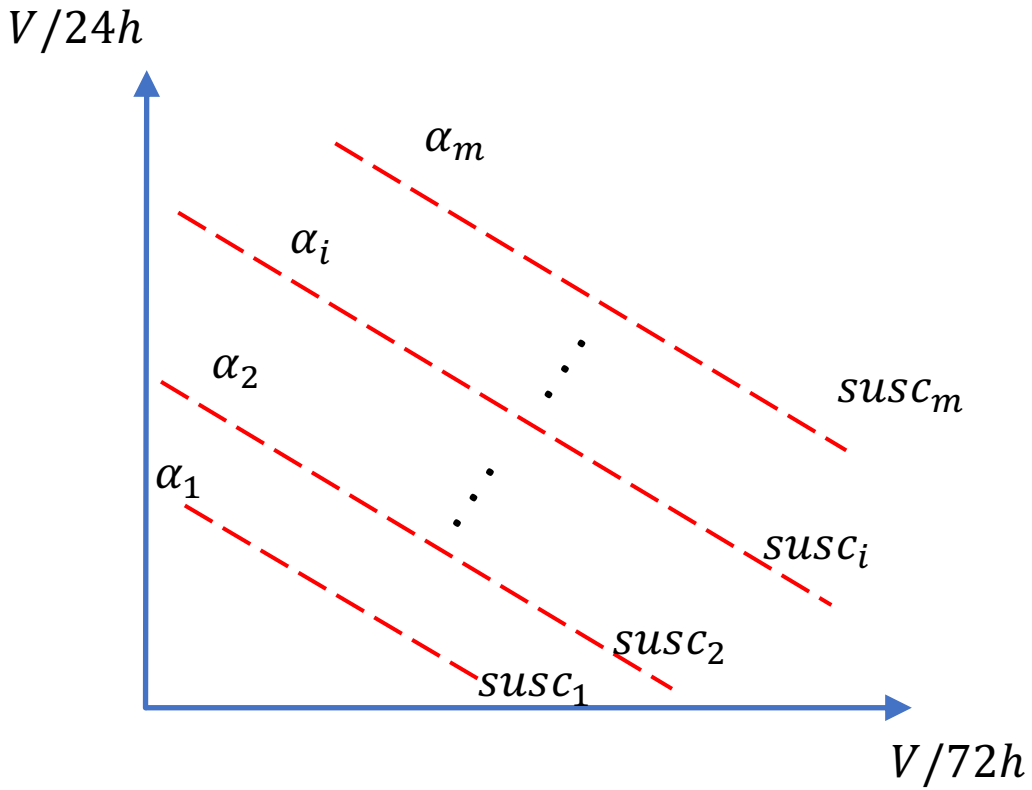
Neste contexto, os resultados adotados poderiam ser considerados conservadores demais para a situação das encostas das faixas de dutos, que possuem baixa intervenção humana na Serra do Mar, portanto possuem uma situação de vulnerabilidade melhor.

Visando otimizar os recursos empregados nas ações de resposta e adotar limites mais realistas para as faixas do litoral de SP, atualizou-se os limites de chuva usando uma metodologia proposta a partir de uma cooperação internacional cujo objetivo era estudar escorregamentos de encosta.



CONGRESSO PETROBRAS DE SMS E CLIMA 2021

# Nova metodologia de análise de risco e ações de resposta frente ao aumento do risco geotécnico causado por chuvas

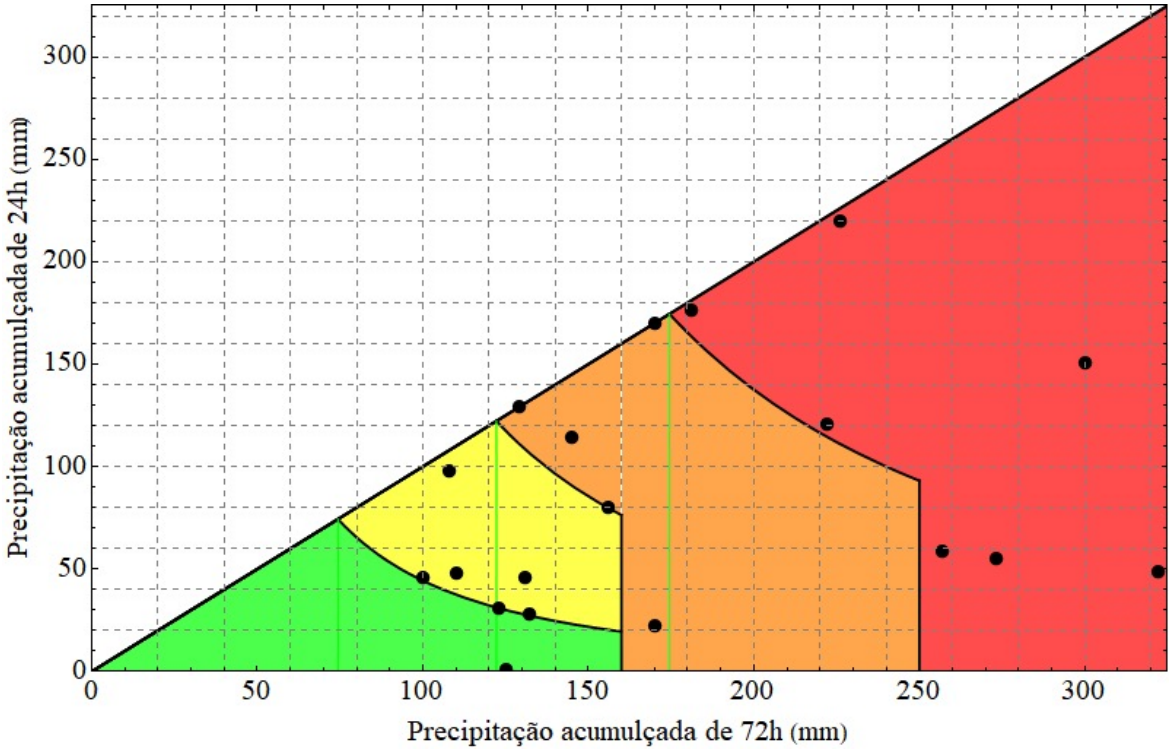



A metodologia consiste numa análise estatística do par ordenado (chuva acumulada em 24h; chuva acumulada 72h). A partir do registro desta combinação de variáveis meteorológicas e do registro positivo ou negativo de escorregamentos, pode-se traçar curvas limites que delimitam zonas de probabilidade e ocorrência fixas de deslizamento. Assim, a partir do monitoramento de uma chuva de 24h e do registro dos acumulados das últimas 72h, tem-se zonas de risco que iniciam ações de resposta específicas frente ao aumento de risco e que são personalizadas para cada faixa.

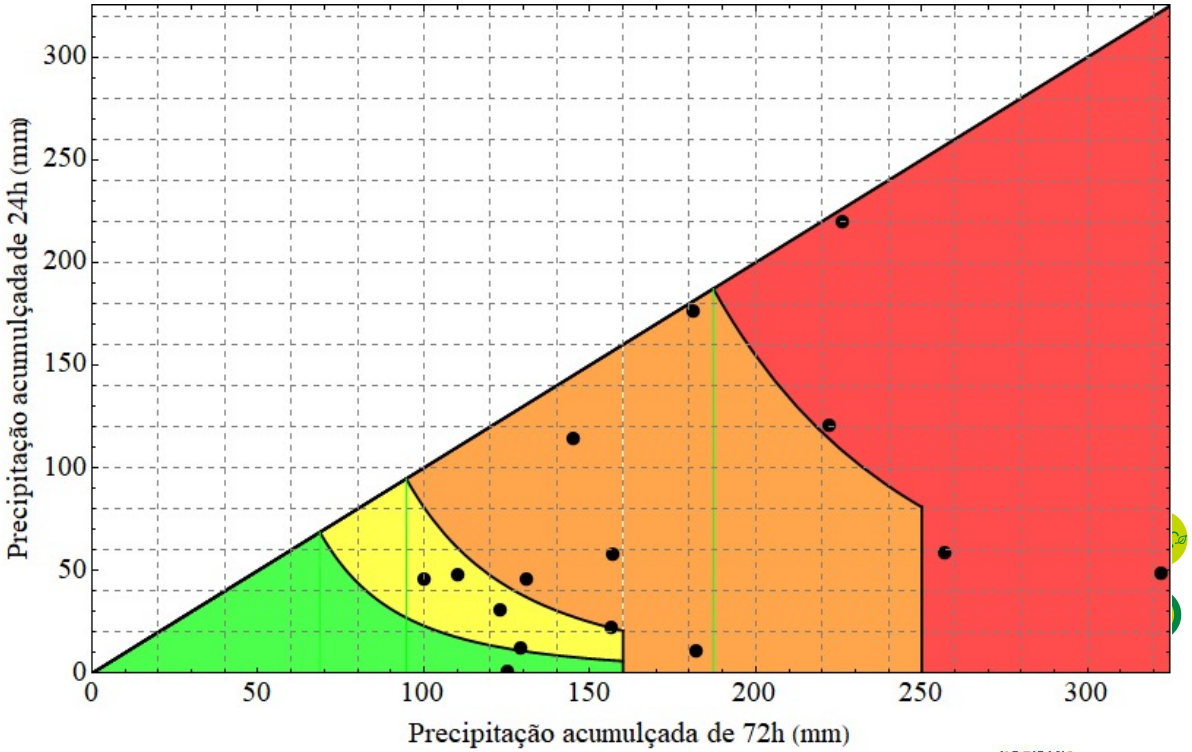
# Novo critério de classificação de risco de ações de resposta

Foram gerados, portanto, dois diagramas que delimitam 4 zonas de risco diferentes para o OSBAT e o OSPLAN.

**OSBAT**




**OSPLAN**



# Novo critério de classificação de risco de ações de resposta

| Zona de chuva | Ações de reposta |
|---|---|
| Zona 1 | Manter o monitoramento periódico |
| Zona 2 | Aumentar a frequência de monitoramento para 2 vezes ao dia e visitar pontualmente ocorrências de grau de risco moderado e alto dentro das regiões com volume acumulado dentro da zona 2. |
| Zona 3 | Inspeções extensivas terrestres e com drone nas regiões atingidas |
| Zona 4 | Parada dos dutos das regiões atingidas, inspeções terrestres e com drone extensivas nas regiões atingidas. |

# Conclusões

O novo critério de classificação do risco geotécnico causado por chuvas para o OSBAT e OSPLAN possui as seguintes vantagens frente aos critérios antigos adotados:

- ✓ O critério é mais realista quanto à situação da faixa de dutos;
- ✓ Há a possibilidade de personalizar a avaliação de risco para cada faixa usando os registros de escorregamentos e acumulados de chuva registrados em cada região
- ✓ Há a otimização de recursos empregados nas respostas ao aumento do risco;
- ✓ O critério tem a possibilidade de ser continuamente atualizado para se tornar cada vez mais representativo da situação da faixa

O novo critério possui aplicações recentes, com algumas inspeções iniciados pelos novos critérios. A aplicação prática está sendo continuamente avaliada, com resultados satisfatórios para a manutenção da integridade das operações de transporte de petróleo, gás e derivados.

CONGRESSO PETROBRAS DE SMS E CLIMA 2021

Chave: C26E
Email: pedromascarenhas@transpetro.com.br

Chave: T3EB
Email: tcs@transpetro.com.br

# Obrigado!